

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

**SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) KOLEKSİYONUNDA SORGUM
AFİTİNE (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) DAYANIKLILIK VE UZUN BOY
KARAKTERLERİNİN MOLEKÜLER MARKERLER YARDIMIYLA
BELİRLENMESİ**

Birgöl GÜDEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

2016

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

**SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) KOLEKSİYONUNDA SORGUM
AFİTİNE (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) DAYANIKLILIK VE UZUN BOY
KARAKTERLERİNİN MOLEKÜLER MARKERLER YARDIMIYLA
BELİRLENMESİ**

Birgöl GÜDEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

**(Bu tez Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından 113O092
nolu proje ile desteklenmiştir.)**

2016

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

**SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) KOLEKSİYONUNDA SORGUM
AFİTİNE (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) DAYANIKLILIK VE UZUN BOY
KARAKTERLERİNİN MOLEKÜLER MARKERLER YARDIMIYLA
BELİRLENMESİ**

Birgöl GÜDEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

Bu tez .././2016 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği/Oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Bülent UZUN
Prof. Dr. Mehmet SİNCİK
Doç. Dr. Taner AKAR

ÖZET

SORGUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) KOLEKSİYONUNDA SORGUM AFİTİNE (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) DAYANIKLILIK VE UZUN BOY KARAKTERLERİNİN MOLEKÜLER MARKERLER YARDIMIYLA BELİRLENMESİ

Birgül GÜDEN

Yüksek Lisans Tezi, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Bülent UZUN

Mart 2016, 96 sayfa

Farklı iklim ve çevre koşullarına yüksek adaptasyon yeteneği, etkin su tüketimi, birim alandan sağladığı yüksek miktarda biyokütle gibi özellikler sorgum bitkisini önemli bir enerji bitkisi haline getirmektedir. Uzun bitki boyu özelliğinin biyokütleyle olumlu, abiyotik ve biyotik stres faktörlerinin verime olumsuz etkisi sorgum bitkisinde ıslah amaçlarına yön vermektedir. Bu doğrultuda, uluslararası kökenli 561 adet genotipten oluşan sorgum koleksiyonu afit zararına karşı dayanıklılık bakımından moleküler işaretleyiciler yardımıyla çalışılmıştır. Ayrıca, bu koleksiyonda 2 yerde (Antalya ve Konya) afit dayanıklılığı bakımından gözlemler gerçekleştirilmiş ve bu lokasyonlara ait afit örnekleri alınıp tür teşhisi yapılmıştır. Bitki boyu ölçümleri ise 2 yetiştirme döneminde (2013 ve 2014), 2 farklı yerde (Antalya ve Konya) gerçekleştirilmiş, bu yıl ve lokasyonlara ait yaprak örnekleri kullanılarak 4 farklı moleküler işaretleyici ile bitki boyu karakterizasyonu yapılmıştır. Sonrasında elde edilen PCR ürünleri hem agaroz jel görüntüleme cihazında hem de yüksek çözünürlüğe sahip Fragment Analyzer® sisteminde görüntülenmiştir. 2013 yılında Antalya’da, tarla koşullarında yapılmış olan bitki boyu ölçümlerinde 353 adet genotip uzun, 196 adet genotip kısa olarak belirlenmiştir. 2013 yılına ait agro-morfolojik ve moleküler verilerin değerlendirilmesiyle seçilmiş olan 53 genotip ve 9 standart çeşit kullanılarak, 2014 yılında Antalya’da yapılan ölçümlerde 57 genotip uzun, 5 genotip kısa; Konya için 52 genotip uzun, 10 genotip ise kısa olarak gruplandırılmıştır. Sorgum afitine karşı dayanıklılık çalışması için yapılan moleküler analizler sonucunda koleksiyonda 91 adet genotip dayanıklı olarak karakterize edilmiştir. Temin edilen yerler dikkate alındığında, belirlenen genotiplerin 27 tanesi USDA’dan sağlanmış olup çoğunlukta Etiyopya kökenli iken, 61 adet genotip ICRISAT’tan tedarik edilmiş olup genelde Güney Afrika, Svaziland ve Leshoto kökenlidir. Dayanıklı olarak belirlediğimiz 3 genotip ise yerel çeşitlerimiz arasında yer almaktadır. Tarla koşullarında yapılan dayanıklılık çalışmalarında Antalya’da 19 adet genotip ve 2 çeşit *Rhopalosiphum maidis* (mısır yaprak afiti) olarak belirlenmiş olan afit türüne karşı, Konya’da ise 2 genotip *Rhopalosiphum padi* (buğday yaprak afiti) türüne karşı potansiyel toleranslı olarak değerlendirilmiştir. BSS 507 numaralı genotip hem moleküler analizlerde hem de her iki lokasyonda gerçekleştirilen tarla gözlemlerinde dayanıklı olarak belirlenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER:

Bitki boyu, Dayanıklılık, Enerji bitkileri, Islah, Moleküler işaretleyiciler, Sorgum, Sorgum afiti

JÜRİ: Prof. Dr. Bülent UZUN (Danışman)
Prof. Dr. Mehmet SİNCİK
Doç. Dr. Taner AKAR



ABSTRACT

IDENTIFICATION OF RESISTANCE AGAINST SORGHUM APHID (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) AND PLANT HEIGHT CHARACTERISTICS VIA MOLECULAR MARKERS IN A SORGHUM (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) COLLECTION

Birgöl GÜDEN

MSc Thesis in Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Bülent UZUN

March 2015, 96 pages

Wide adaptation to different climatic and environmental conditions, effective water consumption and high amount of biomass production make sorghum a potential crop for bio-energy. The positive effect of tall plant height on biomass and the negative impacts of biotic and abiotic stresses on production give direction to the sorghum breeding purposes. From this point of view, sorghum collection consisting of 561 accessions originating from all over the world was screened with molecular markers in order to identify resistant individuals against to aphid. Visual scorings were also performed at field conditions of two locations, Konya and Antalya. Aphid species were diagnosed using samples obtained from those locations. In addition, plant height observations were performed in two locations (Antalya and Konya) for two subsequent years (2013 and 2014). Moreover, plant height was characterized at DNA level using leaf samples of each accession collected from both locations. PCR products of four SSR markers associated with plant height characteristics in sorghum were separated in agarose gels and visualized under UV light. Amplified products were also analyzed with the Fragment Analyzer™ which is of high resolution bio-imaging system. In 2013, 353 genotypes were determined as a tall plant height while 196 were short at Antalya. In 2014, plant height observations were performed using 53 genotypes and 9 standard cultivars that were selected according to the agro-morphological, technological and molecular data obtained in 2013. In 2014, 57 and 5 genotypes were identified as a tall and short, respectively at Antalya location while 52 and 10 genotypes were defined as a tall and short, respectively in Konya. Molecular analyses indicated that 91 genotypes were found to be resistant to *Melanaphis sacchari*. 27 of these resistant genotypes provided by USDA were predominantly originated from Etiyopya. 61 genotypes also obtained from ICRISAT were mostly from South Africa, Swaziland and Lesotho. Rest three genotypes were registered varieties of Turkey. Based on visual scorings, 19 genotypes and 2 registered varieties grown in Antalya were potentially tolerant to *Rhopalosiphum maidis* which were epidemic at Antalya location. In Konya location, two genotypes were found to be possible tolerant to *Rhopalosiphum padi*. Above all, BSS507 was the only genotype which was resistant to aphids based on the data acquired from Antalya and Konya as well as molecular analysis.

KEYWORDS: Bio-energy crops, Breeding, Molecular markers, Plant height, Resistance, Sorghum, Sorghum aphid

COMMITTEE: Prof. Dr. Bülent UZUN (Supervisor)
Prof. Dr. Mehmet SİNCİK
Assoc. Prof. Dr. Taner AKAR



ÖNSÖZ

Sorgum, yüksek adaptasyon yeteneği, bol yeşil aksam üretmesi ve toprak seçiciliğinin az olması nedenleriyle bitkisel kökenli yenilenebilir enerji kaynakları içerisinde ön sırada yer almaktadır. Fosil yakıt rezervlerinin kısıtlı olması ve bu mevcut kaynakların kullanımında stratejik etkilerin varlığı yenilenebilir kaynak arayışını doğurmuştur. Moleküler işaretleyici teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte ıslah süreçleri hızlanmış ve tarla koşullarında gerçekleştirilen gözlemlerle desteklenen moleküler analizler mevcut amaçlar doğrultusunda seçimi etkinleştirmiştir. Bu tez çalışmasında 561 genotipten oluşan sorgum koleksiyonunda, tarla koşullarında dayanıklılık gözlemleri ile afit zararına karşı dayanıklılık gösteren genotipler moleküler işaretleyiciler ile belirlenmiş, fenotipik gözlemlerle birlikte bitki boyu özelliği moleküler olarak karakterize edilmiştir. Ülkemizde genel itibariyle sorgum yem bitkisi olarak değerlendirilmesi dolayısıyla enerji bitkisi olarak moleküler işaretleyiciler yardımıyla afit zararlılarına karşı dayanıklılık ve boy karakterinin analizi bakımından bu çalışma ilk olma niteliği taşımaktadır.

Yüksek lisans süreci boyunca bana akademik bir bakış açısı kazandıran, tez çalışmamın her aşamasında, sahip olduğu değerli bilgilerini benimle paylaşan ve ne zaman yardımına ihtiyacım olsa yanımda olan, değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Bülent UZUN'a sonsuz teşekkürlerimi saygıyla sunarım.

Gerek sahip olduğu imkanları gerekse moleküler konulardaki değerli bilgilerini her zaman benimle paylaşan Sayın Yrd. Doç. Dr. Cengiz İKTEN'e teşekkür ederim. Tez savunma sınavımda yer alarak beni destekleyen, değerli paylaşımları ve önerileri ile tezime değer katan Sayın Prof. Dr. Mehmet SİNCİK ve Doç. Dr. Taner AKAR'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Bu tez TÜBİTAK 113O092 nolu Öncelikli Alan Projesi kapsamında yapılmış olup, çalışma yapma imkânı tanıdığı için desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim. Ayrıca projeye dahil olan ve tez çalışması sürecinde katkılarını eksik etmeyen Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve Konya Şeker'e, afit tür teşhisi sürecinde yardımcı olan Sayın Prof. Dr. Fedai ERLER, Sayın Arş. Gör. Elvan SERT ÇELİK'e ve Sayın Dr. Işıl ÖZDEMİR'e teşekkürlerimi sunarım.

İlk andan bu güne kadar tecrübe ve öğretilerini benimle paylaşan, her defasında beni sabırla dinleyen ve her ihtiyaç duyduğumda desteklerini esirgemeyen Sayın Yrd. Doç. Dr. Engin YOL'a, Sayın Arş. Gör. Rüstem ÜSTÜN'e, Sayın Zir. Müh. Mustafa POLAT'a, mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, Sayın Arş. Gör. Özge KOCABULUT'a, uzaktada olsalar her an hissettiğim destekleri için biricik anne ve babama, kardeşlerime; hayatımdaki varlığı, tez süreci boyunca bitmez tükenmez sabrı ve azalmayan desteği için Sayın Muhammet YILDIZ'a müteşekkirim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI.....	4
3. MATERYAL VE METOT.....	12
3.1. Materyal.....	12
3.1.1. Deneme yeri.....	12
3.1.2. Deneme yerlerinin toprak analiz sonuçları.....	12
3.1.3. Genetik materyal.....	13
3.2. Metot.....	27
3.2.1. Tarla koşullarında bitki boyu ölçümleri ve gruplandırmalar.....	27
3.2.2. Tarla koşullarında yürütülen afit dayanıklılık gözlemleri.....	27
3.2.3. Afıt tür teşhisi.....	28
3.2.4. Yaprak örneklerinin alınması.....	29
3.2.5. DNA izolasyonu.....	30
3.2.6. Moleküler işaretleyici analizleri.....	32
3.2.6.1. Bitki boyu QTL’i ile ilişkili kullanılan moleküler işaretleyiciler... ..	32
3.2.6.2. Afıt zararına karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesi için kullanılan moleküler işaretleyici.....	33
3.2.7. Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PCR) analizleri.....	33
3.2.8. Fragment analyzer™ ile PCR sonrası analizlerin yapılması.....	36
4. BULGULAR.....	38
4.1. Tarla Koşullarında Bitki Boyu Ölçümleri ve Gruplandırması.....	38
4.2. Bitki Boyu QTL’lerinin Moleküler İşaretleyiciler Yardımıyla Belirlenmesi.....	57
4.3. Moleküler İşaretleyici Analiz Sonuçları ile Bitki Boyu Ölçüm Verilerinin Karşılaştırılması.....	58
4.4. Afıt Tür Teşhisi.....	59
4.5. Tarla Koşullarında Afıt Dayanıklılık Gözlemleri.....	59
4.6. Afıt Zararına Karşı Dayanıklı Genotiplerin Moleküler İşaretleyiciler Yardımıyla Belirlenmesi.....	63
5. TARTIŞMA.....	79
6. SONUÇ.....	83
7. KAYNAKLAR.....	84
ÖZGEÇMİŞ.....	

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

bp	Baz çifti
°C	Santigrat derece
cM	Santimorgan
cm	Santimetre
Ca	Kalsiyum
g	Gram
ha	Hektar
HCl	Hidrojen klorür
K	Potasyum
Kg	Kilogram
Mg	Magnezyum
MgCl ₂	Magnezyum Klorür
ml	Mililitre
mM	Milimolar
Mn	Mangan
NaCl	Sodyum Klorür
ng	Nanogram
P	Fosfor
pH	Hidrojen gücü
pmol	pikomol
U	Ünite
µl	Mikrolitre

Kısaltmalar

AFLP	Amplified Fragment Length Polymorphism - Çoğaltılan parça uzunluğu farklılığı
BATEM	Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü
CTAB	Cetyl Trimethylammonium Bromide
Ec	Electric conductivity - Elektrik iletkenliği
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations - Dünya Tarım Örgütü
ICRISAT	The International Crops Research Institute for the Semi - Arid Tropics
PCR	Polymerase Chain Reaction - Polimeraz zincirleme tepkimesi
RPM	Revolutions Per Minute - Dakikada devir sayısı
SCAR	Sequenced Characterized Amplified Region - Diziye özel çoğaltılmış bölge
SNP	Single Nucleotide Polymorphism - Tek nüleotit polimorfizmi
SSR	Simple Sequence Repeats - Basit dizi tekrarları
USDA	United States Department of Agriculture - ABD Tarım Bakanlığı
UV	Ultra Viyole
QTL	Quantitative Trait Locus - Kantitatif özellik lokusu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil.3.1.	Antalya (a) ve Konya'da (b) yer alan tarla denemelerinden bir görünüm.....	12
Şekil 3.2.	Antalya (a, b) ve Konya (c, d)'da gerçekleştirilen dayanıklılık gözlemlerine ait görüntüler.....	28
Şekil 3.3.	Hazırlanan Preperata (a) ve mikroskop (b) okülerinden çekilmiş, Antalya (c) ve Konya (d)'dan alınan afit örneklerine ait görüntüler.....	29
Şekil 3.4.	Bitkilerden yaprak örneklerinin alınmasına ait görüntüler.....	30
Şekil 3.5.	DNA izolasyon aşamalarına ait görüntüler	31
Şekil 3.6.	Bitki boyu QTL'i ile ilişkili kullanılan SSR işaretleyicilerine ait görüntü.....	32
Şekil 3.7.	PCR analizlerinin yapıldığı cihazlara ait görüntüler.....	35
Şekil 3.8.	PCR analizleri sonrasında kullanılan elektroforez (a) ve jel görüntüleme cihazına (b) ait görüntüler.....	35
Şekil 3.9.	Fragment Analyzer™ cihazına ait görüntü.....	36
Şekil 3.10.	Fragment Analyzer™ cihazının yan bölümündeki tüpler (a) ve analizlerde kullanılan kimyasallara (b) ait görüntüler.....	37
Şekil 4.1.	Bitki boyu karakterizasyonunda kullanılan moleküler işaretleyicilerin (a: 23-1062, b: 37-1740, c: 40-1897, d: 44-2080) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüleri	58
Şekil 4.2.	Afit zararlısının fumajin oluşumuna (a) ve yaprak kıvrılmasına (b) neden olduğu görüntüler.....	60
Şekil 4.3.	PCR analizi sonrası agaroz jel görüntüsü.....	63
Şekil 4.4.	Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında afit zararlısına karşı belirlenen dayanıklı ve hassas genotiplere ait kapiler elektroforez görüntüsü.....	78

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Deneme yerlerine ait toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	12
Çizelge 3.2.	Sorgum koleksiyonunda yer alan genotipler, temin edildikleri gen merkezleri, kökenleri ve bitki özsuyundaki brix oranı.....	13
Çizelge 3.3.	Afitlere karşı dayanıklılık değerlendirilmesinde kullanılan skala.....	27
Çizelge 3.4.	Bitki boyu QTL'i ile ilişkili SSR işaretleyicileri ve sekansları.....	32
Çizelge 3.5.	Afit zararına karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesi için kullanılan SCAR işaretleyicisi ve sekansı.....	33
Çizelge 3.6.	Moleküler analizlerde kullanılan PCR şartı ve oranları.....	33
Çizelge 3.7.	Bitki boyuna ilişkin işaretleyici analizlerinin PCR programı.....	34
Çizelge 3.8.	Afit zararına karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesi için kullanılan PCR programı.....	34
Çizelge 4.1.	Koleksiyonda yer alan sorgum genotiplerinin boy bakımından gruplandırılması ve moleküler analiz sonuçları.....	39
Çizelge 4.2.	Seleksiyon sonrası Konya'da yetiştirilen sorgum genotiplerinin boy bakımından gruplandırılması ve moleküler analiz sonuçları.....	53
Çizelge 4.3.	Seleksiyon sonrası Antalya'da yetiştirilen sorgum genotiplerinin boy bakımından gruplandırılması ve moleküler analiz sonuçları.....	55
Çizelge 4.4.	Antalya'da gerçekleştirilen tarla koşullarında dayanıklılık gözlemlerine ait skorlar.....	61
Çizelge 4.5.	Koleksiyonun afit zararına dayanıklılık bakımından moleküler analiz sonuçları.....	64

1. GİRİŞ

Sorgum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), yaklaşık 5 bin yıldan bu yana tarımı yapılan ve bu süreçte dünyanın değişik bölgelerine yayılmış bir bitkidir (Açıkgöz 2001). Afrika orijinli olduğu bilinmesine rağmen bazı kanıtlar birbirinden bağımsız olarak hem Afrika hem de Hindistan kökenli olduğu yönündedir (Bennett 1990). Bununla birlikte, Etiyopya ve Doğu Afrika'nın sorgum çeşitleri yönünden çok zengin olmaları kültür sorgumlarının kökeninin bu alanlar olarak kabul edilmesine yol açmıştır (Pederson vd 1969). Ayrıca, dünyada kültürü yapılan sorgumun %90'nını tropikal orijinli türlerin oluşturduğu da bilinmektedir (Tiryaki 1998). Sorgum (2n=20), Poaceae familyasına ait olup *Sorghum* L. cinsinde yer almaktadır. Başlangıçta 31 tür, 712 alttür ve varyeteye ayrılmış olan sorgum daha sonra yabani ve kültürü yapılan türleri *bicolor* (L.) Moench (önceden *vulgare*) adı altında toplanmıştır (Chopra 1982, Stoskopf 1985). Bitkiye ait birçok sınıflandırma olmakla birlikte, Harlen ve De Wet (1972) yapmış oldukları çalışmada *bicolor*, *guinea*, *caudatum*, *kafir* ve *durra* olarak 5 temel türe ayırmışlardır. Diğer taraftan House'a (1985) göre ise sorgumun sınıflandırmasında üç tür yer almaktadır. *Sorghum halepense* (L.) Pers. (2n=40), çok yıllık bir tür olup rizom oluşturmaktadır. Güney Asya ve Avrupa'yı kapsayan bölgelerde görülmektedir. *Sorghum propinquum* (Kunth) Hitch (2n=20) bu türde de rizom oluşumu gözlenmekte olup, Güney Hindistan, Sri Lanka ve Güneydoğu Asya Adaları'nı kapsayan geniş bir yayılım göstermektedir. *Sorghum bicolor* (L.) Moench (2n=20) ise tek yıllık formdadır.

Kültürü yapılan sorgum türleri, toprak üstü boğumlardan destek kökler çıkabilen kuvvetli bir kök sistemine sahiptir. Bitki boyu en belirgin ıslah amacı olup melez çeşitlerde 4-6 m'ye kadar çıkabilmektedir. Sap kalınlığı 4-5 cm'ye kadar ulaşabilen sorgum bitkisinin çiçek durumu salkımdır. Kumuk ve Avcıoğlu (1986), sorgum türlerinde sap kesitinin oval olduğunu ve sap kalınlığının 1-5 cm arasında değiştiğini, sap çapının yukarıya doğru azaldığını bildirmişlerdir. Ayrıca bitkide sap, yaprak kını ve yaprak ayasının genellikle mum tabakasıyla kaplı olduğu ve bu tabakanın bitkinin transpirasyonla kaybettiği su miktarını minimum düzeye indirdiği bildirilmiştir (Gençkan 1983, Kumuk ve Avcıoğlu 1986, Emeklier 1993). Dogget (1988), sorgum üzerine yaptığı araştırmada, sorgumunun çevre şartlarına bağlı olarak 90 ile 140 gün arasında bir büyüme süresine ihtiyaç duyduğunu belirlemiştir. Ancak en yüksek verime 100-120 günde olgunlaşan çeşitler ulaşmışlardır. 100'den fazla ülkede ve genellikle az yağış alan tropik ve subtropik bölgelerde yetiştirilen önemli bir sıcak iklim tahılı olan sorgum (FAO 2013), üretiminin yapıldığı bölgelerde, kullanım şekli hangi tipinin yetiştirileceğini belirlemede önemli bir unsurdur. Örneğin, sorgum tanesi besin değeri bakımından mısıra yakın olması sebebiyle Meksika, Güney Amerika, Afrika ve Uzak Doğu ülkelerinde insan gıdası olarak tüketilmekte ve öğütülmesi ile elde edilen undan yapılan ekmek, insan beslenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır. Sorgum, başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere birçok ülkede doğrudan ya da bitki sapı ve yaprakları doğranmak suretiyle, saman ve silaj olarak hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır (Bennett 1990). Ayrıca, bazı bölgelerde sorgum sapı inşaat yapı malzemesi olarak değerlendirilmektedir (House 1985). Böylesine geniş kapsamlı kullanım alanı olan sorgum bitkisi, dünyada yaklaşık 42 milyon ha ekim alanına ve 61 milyon ton üretim miktarına sahiptir. Ekimi yapılan ülkeler arasında Sudan ortalama 7 milyon ha ile ilk sırada olup bunu yaklaşık 6 milyon ha ile Hindistan ve yaklaşık 5 milyon ha ile Nijerya takip etmektedir (FAO 2013). Sorgum üretimi miktarı bakımından 10 milyon ton ile Amerika Birleşik Devletleri

dünyada 1. sırada yer almaktadır. Nijerya 7 milyon ton ile 2. sırada ve Hindistan 5 milyon ton ile 3. sıradadır. Ülkemizde sorgum üretim miktarı ise 361 tondur (FAO 2013).

İnsan nüfusundaki artış, dünyada ve ülkemizde enerjiye olan ihtiyacın her geçen gün artmasına neden olmaktadır. Fosil yakıt kaynaklarının sınırlı miktarda oluşu, bilinçsizce tüketilmesi ve bu yakıtların yanmaları sonucu ortaya çıkan zehirli gazların çevre ve insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri biyo-yakıt teknoloji gelişimini hızlandırmakta ve üretim kapasitelerinin artmasına neden olmaktadır. Bununla birlikte, petrol kaynaklarının %75'inin dünyanın belli yerlerinde toplanışı ve bu varlığın politik sorunlara sebep oluşu petrole bağımlı ülkeler açısından sorgumun alternatif enerji kaynağı olarak stratejik ve ekonomik önemini artırmaktadır. Günümüzde fosil yakıtlar açısından dışa bağımlı ülkelerin bu yakıtlara alternatif olarak çevre dostu bir enerji kaynağını kullanmaları ekolojik denge kaygısına etkin bir çözüm oluşturmaktadır. Bu gerçekler kapsamında şeker kamışı, sorgum, mısır, algler, nişasta ve lignoselülozik maddeler gibi birçok alternatif, dünyada biyo-etanol kaynağı olarak kullanılmaktadır (Kaplan vd 2009). Mevcut alternatiflerden biri olan sorgum daha etkin su tüketmekte (şeker kamışına göre 2/3, mısıra göre 1/2 oranında daha az) ve suyun kısıtlı olduğu şartlarda, gövdesinin uzun süre yeşil kalabilme özelliği ile diğer bitkilere nazaran daha yüksek verim vermesini sağlamaktadır (Borrell vd 2000). Bitkinin toplam ağırlığa göre biyokütle dağılımı %70-75 sap, %10-15 yaprak, %7 dane, %10 kök şeklinde olup birim alandan yaklaşık hektarda 20 ile 50 ton biyokütle elde edilmektedir (Roman 1995, Grassi 2001, Rajvanshi ve Nimbkar 2001). Buna ek olarak, yüksek sap verimi, içerdiği yüksek orandaki şeker gibi nedenlerden dolayı biyo-benzin üretiminde şeker kamışı gibi çok başarılı bir şekilde kullanılabilmesi Avrupa Birliği ülkeleri, ABD, Brezilya, Avustralya, Çin, Hindistan ve Zimbabve gibi ülkelerde yapılan tarımsal ve endüstriyel çalışmalarla belirlenmiştir (Li 1997). Şeker sorgumdan elde edilen şeker, hektar başına yaklaşık 8.000 litre etanol üretimi sağlamakla birlikte bu değer, mısırdan elde edilen etanolün iki katı, Brezilya'da üretilen ve 6.000 l/ha etanol üretimi sağlayan şeker kamışının yaklaşık %30 fazlasıdır (Bennett ve Anex 2009).

Dünya coğrafyasında sorgum tarımının yapıldığı alanlara bakıldığında, Almanya'da 52° kuzey paralelinde, 20 ton/ha kuru biyokütle elde edilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde 21° ile 47° kuzey paralelleri arasında tarımı yapılmakta olup 50-90 ton/ha yeşil ot verimi ve 4-17 ton/ha şeker verimi sağlanmıştır (Grassi 2001). Yeterli miktarda güneş enerjisi almayan Avrupa iklim şartları, şeker sorgumu ve şeker kamışı gibi genetik olarak hızlı büyüyen ve güneş enerjisini daha etkin kullanabilen C4 tipi bitkilerin yetiştirilmesine çok elverişli değildir (Woods 2001). Buna rağmen elde edilen ürün miktarları bitkinin çok fazla seçici olmadığına göstergesidir. 36°-42° kuzey paralellerinde yer alan Türkiye'nin sorgum gibi güneş enerjisini kullanabilen bitkilerin yetiştirilmesi için çok uygun iklim koşullarına sahip olduğu görülmektedir.

Sorgumda biyokütle üretimi bitki boyu ve gövde kalınlığı ile doğru orantılı olup özellikle selüloz üretimi için gövde oldukça önemli bir organ olarak kabul edilmektedir (Murray vd 2008, Zhao vd 2009). Uzun bitki boyuna sahip genotipler daha fazla biyokütle üretimi sağlarlar (Ritter vd 2008). Biyo-yakıt kaynağı olarak sorgum bitkisinden etkin üretim sağlanabilmesi için öncelikle biyokütle miktarının (Murray vd 2008) dolayısıyla uzun boy karakterine sahip olan bitkilerin geliştirilmesi gerekmektedir. Sorgum bitkisinde yapılmış olan çalışmalarda bitki boyu karakterini etkileyen birçok faktör

olduğu, genetik olarak ise *Dw1*, *Dw2*, *Dw3* ve *Dw4* lokusları tarafından kontrol edildiği belirlenmiştir (Quinby 1974). Teknolojik gelişmeler ve moleküler analizler ile birlikte kantitatif bir karakter olan bitki boyu karakterizasyonuna ait QTL'ler tanımlanmış (Lin vd 1995, Pereira ve Lee 1995, Brown vd 2006, Feltus vd 2006) ve çeşitli moleküler işaretleyiciler geliştirilmiştir (Brown vd 2008, Casa vd 2008, Murray vd 2009, Shehzad vd 2009).

Bitki gelişimini ve verimliliğini olumsuz etkileyen birçok biyotik ve abiyotik stres faktörü mevcuttur. Sorgum verimini olumsuz şekilde etkileyen 150'den fazla böcek türü belirlenmiş (Young ve Teetes 1977, Sharma 1993), özellikle afit; Asya, Afrika ve Amerika'da birçok bölgede görülen en önemli sorgum zararlılarından birisi olarak kabul edilmiştir (Young ve Teetes 1977, Sharma 1993). Afitin mevcut türleri içerisinde *Melanaphis sacchari*, *Schizaphis graminum* ve *Rhopalosiphum maidis* sorgumda oldukça etkili zarar oluşturmaktadır. Bunlardan *Schizaphis graminum* buğday ve sorgum bitkilerini tercih ederken, *M. sorghi* (*q.v.*) olarak bilinen *M. sacchari* hem sorgum hem de şeker kamışı bitkisine %12-26 oranında verim kaybı oluşturmaktadır (Balikai 2001, Van den Berg 2002, Singh vd 2004). *Rhopalosiphum maidis* ise mısır yaprak afiti olarak tanınmakta olup sorgum bitkisinde de zarar yapabilmektedir.

Dolaylı ve doğrudan etkisi olan afit zararlısı, aynı zamanda birçok bahçe bitkisinde de önemli verim kayıplarına neden olmaktadır (Akhtar ve Khaliq 2003). Doğrudan zararını, yaprakların alt yüzeyinden beslenerek ve bitki öz suyunu emerek gerçekleştirmektedir. Bu durumda yapraklarda bükülme veya kıvrılmanın oluşmasına neden olup görevlerini yapamaz hale gelmesine neden olmaktadır. Dolaylı zarar etkisi ise, kendi taşınımları esnasında, bitkilere taşınmış olduğu hastalık etmenleri ve zararlılarıdır. Bu süreçte 275'ten fazla virüs taşıdıkları belirlenmiştir (Powell 2005). Sorgum afiti, diğer afitlerin aksine, genç yaprakların yanı sıra yaşlı yapraklarda da ciddi zararlara neden olmaktadır. Kontrolü ise oldukça masraflı ve zaman alıcı olup, dayanıklı bitkilerin seleksiyonu bu zararlı ile mücadelede en etkili, ekonomik ve çevre güvenliğini dikkate alan metot olarak kabul görmektedir. Afit zararlısına karşı dominant bir karakter olan dayanıklılık geninin (*RMES1*) Henong-16 (Chang vd 2006) çeşidinde varlığının bilinmesi dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesine kaynak oluşturmaktadır. Gerek belirtilen zararlı mücadelesinde, gerek biyokütle artışına sebebiyet verecek ıslah amaçlarının gerçekleştirilmesi sürecinde geleneksel yöntemlerin yanında, işaretleyiciler yardımıyla seleksiyon (MAS) uygulamaları, diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi sorgumda da etkili, hızlı ve güvenilir sonuçlar vermektedir.

Bu kapsamda ulusal ve uluslararası orijinli 561 sorgum genotipinden oluşan koleksiyon, sorgum afitine dayanıklılık ve uzun boy karakteri bakımından moleküler işaretleyicilerle analiz edilmiştir. Fenotipik verilerle de desteklenen analizlerde esas alınarak, afit dayanıklılığı ve uzun bitki boyu bakımından işaretleyici destekli seleksiyon çalışılmış ve yeni genetik kaynaklar belirlenmiştir.

2. KURAMSAL BİLGİLER VE KAYNAK TARAMALARI

İlk çağlarda sorguma dair yeterli bir bilgi mevcut değildir (Dogget 1965). Bunun kanıtı olarak ise Mısırlılar'a ait mezarlarda ve Yakın Doğu'daki kazılarda tarıma dair bulunan kalıntılar arasında bu bitkiye dair herhangi bir iz bulunmaması ile açıklanabilir (De Wet ve Huckabay 1967). Sorgum bitkisine dair ilk tanımlamalar ise milattan sonra 60-70 yılları arasında Pliny tarafından yapılmıştır. İlerleyen dönemlerde kökenine dair birçok düşünce oluşmuş ve çoğunluk ise Afrika olduğu yönündedir (Bennet 1990). Bununla birlikte birbirinden bağımsız birçok delil olup kökeninin hem Afrika hemde Hindistan olabileceği düşünülmektedir (Bennett 1990). Vavilov (1951)'a göre ise Etiyopya birçok bitkiyle birlikte sorgum bitkisinde gen merkezidir. Ayrıca Etiyopya ve Doğu Afrika'daki sorgum çeşitliliğinin fazla oluşu kültür sorgumlarının kökeni olarak görülmesine sebep olmuştur (Pederson vd 1969).

Sorgum, Poaceae familyasında bulunan ve Andropogonae takımına dahil olan önemli bir sıcak iklim tahılıdır. Moench, 1794 yılında bu bitkiyi *Sorghum* cinsi olarak belirlemiş ve o günden itibaren *S. bicolor* adı altında kullanılmaya başlanmıştır (Leder 2004). Farklı şekillerde sınıflandırılması yapılan sorgumun, bitki yetiştiriciliği açısından Harlan ve De Wet (1972) *Sorghum bicolor* var. *bicolor* olarak tanımlayıp *durra*, *kaffir*, *gueinea*, *bicolor* ve *caudatum* olarak 5 türe ayırmıştır. Bu 5 türden 4'ü Etiyopya'da bulunmuştur (Stemler vd 1975). House (1985)'a göre ise 3 türe ayrılmış ve bunlar; *Sorghum halepense* (L.) Pers. (2n=40), *Sorghum propinquum* (kunth) Hitch (2n=20) ve *Sorghum bicolor* (L.) Moench (2n=20)'tir. Wang vd (2009) kültürü yapılan sorgumları kullanım alanlarına göre 3 ana kategoriye ayırmışlardır; tane sorgum: nişasta için, şeker sorgum: şeker için, yem ve enerji sorgumu: biyokütle için. Celarier (1959) ise *chaetosorghum*, *heterosorghum*, *parasorghum*, *stiposorghum* ve *sorghum* olmak üzere 5'e ayırmıştır. Fakat sadece *sorghum*, kültürü yapılan çeşitlere orijin olarak katkıda bulunduğu görülmüştür (De Wet ve Harlan 1972). Diğer bir deyişle, kültürü yapılan sorgumlarda her ne kadar farklılıklar mevcut olsada hepsi aynı tür olan *S. bicolor*'a aittir, (Ritter vd 2007). Ayrıca Snowden (1936, 1955) de sorghumu *halepencia* ve *arundinacea* diye iki grup halinde tanımlamıştır.

Tarihsel olarak sıcak bölgelerde tarımı yapılan sorgum bitkisinin ana gelişme alanı Afrika olup Etiyopya, Somali ve Çin'in sıcak bölgeleride yayılım gösterdiği yerler arasındadır (Tiryaki 1998). 3000'den fazla varyetesi bulunan sorgum ciddi bir genetik çeşitliliğe sahip olup geleneksel olarak yetiştiriciliğinin yapıldığı alanlarda genetik varyasyonu oldukça daralmıştır (Tiryaki 1998, Leder 2004).

Kültür formları tek yıllık olan sorgum, kuvvetli bir kök sistemine sahip olup kök derinliği 1.5-2.5 m arasında değişmektedir (Dahlberg 2000, Kimber 2000). Bu kök sistemi bitkiye kuraklığa dayanaklılığı (Koppen vd 2009) sağlamakla birlikte toprak üstü boğumlarından çıkan destek kökler sayesinde kendini toprağa daha sağlıklı bir şekilde bağlayabilmektedir (Açıkgöz 2001). Toprak üstü aksamı mısır bitkisine benzeyen sorgumun sap kalınlığı 4-5 cm'ye kadar çıkabilmektedir (Açıkgöz 2001). Bitki boyu çevre koşullarına bağlı olarak değişkenlik göstermekle birlikte özellikle melez çeşitlerinde 4-6 metreye kadar ulaşabilmektedir (Açıkgöz 2001). Skerman ve Riveros (1990) sorgum-sudanotu melezlerinde bitki boyunun 3.0-3.6 m arasında; Sağlamtimur (1988), Çukurova bölgesi sulu şartlarında ikinci ürün olarak yetiştirilecek silaj sorgum

çeşitlerinin bitki boyunu 1.84-3.55 m arasında; Baytekin (1990) Çukurova koşullarında silajlık sorgum çeşitlerinde bitki boyunun 2.18-4.1 m arasında olduğunu yaptıkları çalışmalarda belirlemişlerdir. Çiçek durumu salkım olup özellikle tane sorgumlarda salkımların şekli, rengi ve duruş şekilleri önemli bir çeşit özelliği olarak tanımlanmaktadır (Açıkgöz 2001). Yapraklar, 30-135 cm uzunluğunda ve 6-13 cm genişliğinde olup yaprak sayısı optimum şartlarda 6 ila 17 adet arasında değişmektedir (Martin ve Kelleher 1976). Yaprakların üzeri buharlaşmada önemli rolü olan balmumu tozuyla kaplıdır ve bu katman bitkide su kaybını önlemektedir (Guiying vd 2003). Başak uzunluğu 70 cm ve başak çapı ise 30 cm'ye kadar ulaşabilmekte olup, bir başaktan 4000 dane elde edilebilmekte, 1 kg'da yaklaşık 25.000-61.000 adet dane bulunmaktadır (Grassi 2001, Cothren vd 2000). Yapılan bir çalışmada tane sayısını çiçeklenme ile salkımının çıkışı arasındaki dönemdeki gelişmenin etkilediği bildirilmiştir (Craufurd ve Peacock 1993). Tohumları kavuzla kaplı olan sorgumun tohum ve tohum kabuğu renkleri farklılık göstermektedir (Guiying vd 2003). Tanesinde ortalama olarak %10 protein, %3 yağ ve %70 oranlarında nişasta (House 1985), ayrıca riboflavin, niacin, ve pantotenik asit gibi birçok vitaminleri bulundurmaktadır (Bennett 1990). Çeşitlerine bağlı olarak, tohumun bin dane ağırlığı 16-28 g arasında değişmektedir (Guiying vd 2003). Sorgum danesi besleme değeri açısından mısırın yaklaşık %96-98'ine eşit olup, bu miktar bazı sorgum çeşitlerinde mısırın besleme değerine eşit olmaktadır (Riley 1985, Hancock 2000). Sorgum ekimi için en uygun zaman olarak 18-20 °C toprak sıcaklığının olduğu dönem olarak belirlenmiştir (Kırtok 1987). Ekim zamanının gecikmesiyle, Datahonde ve Moghe (1993), tane veriminin 1.22 t/ha'dan 0.81 t/ha'a düştüğünü ve 1000 tane ağırlığı üzerinde ekim zamanının bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Taneja vd (1994) geç ekim koşullarında tane veriminin azaldığını fakat hasat zamanının gecikmesiyle bitki boyunun arttığını belirlemiştir (Baytekin 1990). Sulanabilen ve düzenli yağışın olduğu alanlarda sıra arası mesafesi için 40-60 cm yeterlidir (Tekeli ve Turhan 1991). Toprak seçiciliği oldukça düşük bir bitki olan sorgum orta derecede drenajlı, killi-tınlı topraklarda bol ürün vermektedir (Açıkgöz 2001). En uygun pH 6-6.5 olup 5.7'ye kadar inmesi verimi fazla etkilememektedir (Fribourg 1982). Ayrıca sorgum orta derecede tuzlu alanlarda yetiştirilebilme portansiyeli olan bir bitkidir (Almodares ve Sharif 2007). Gübreye olan tepkisi çeşide ve çevre koşullarına bağlı olarak değişmekte olup (Tiryaki 2005), kurak koşullarda yapılan bir çalışmada her bir kg azot uygulaması 6 ile 10 kg'lık tane üretim artışına neden olduğu belirlenmiştir (House 1985). Bununla birlikte Çukurova koşullarında yapılan bir çalışmada ikinci ürün olarak yetiştirilen tane sorgumda 18 kg/da azot uygulamasından en iyi sonuç elde edilmiştir (Arslangiray 1998). Su isteği bakımından ise tüm büyüme sezonu boyunca 1 kg kuru madde üretebilmek için 400 mm'ye ihtiyaç duymaktadır (Dogget 1988). Kurak şartlarda yetiştirilen tane sorgumun verimi üzerine ekim esnasında toprağın barındırdığı su miktarı oldukça önemli bir etkiye sahip olmakta ve tane sorgumun verimini değiştirmektedir (Unger ve Baumhardt 1999). Bu koşullarda hiç ürün alınmadığı gibi, dekara 600 kg tane verimi alındığı zamanlarda olmuştur (Unger ve Baumhardt 1999). Bitkinin hasat dönemi, kaliteyi etkileyen en önemli özelliklerinden birisi olup hemen tüm yem bitkilerinde hasat devresi geciktikçe kuru madde verimi ve sap oranı artmakta, bitkide yaprak oranı ve ham protein oranı ise azalmaktadır (Açıkgöz 1991). Hammer ve Broad (2003) yaptıkları çalışmalarında olgunlaşmanın ilerlemesiyle yani hasat dönemi geciktikçe kuru madde veriminin arttığını ve çeşitlerin kuru madde verimlerinin salkımların çıktığı dönemde 609-871 kg/da arasında iken, fizyolojik olum döneminde 1650-1760 kg/da olduğu ifade edilmiştir. Keskin vd (2004) hasat zamanının geciktirilmesiyle bitki boyu, yeşil ot verimi, kuru ot verimi, ham protein verimi, sap oranı ve salkım oranının arttığını, ham protein

oranı ve yaprak oranının azaldığını belirlemişlerdir. Sorgum bitkisi hem ana ürün hemde yazlık olarak yetiştirilebilen bir bitkidir (Baytekin 1990). Ayrıca, Sorgum ana ürün olarak yetiştirildiğinde iki veya üç biçim alınabildiği bildirilmiştir (Tansı vd 1991).

İnsan beslenmesinde unundan yapılan ekmek ile birçok ülkede yaygın bir kullanım alanına sahip olan sorgum tanesi (House 1985), un yapılmasının yanı sıra parçalanarak hayvanlara selüloz (lif) kaynağı olarakta yedirilmektedir (Bennett 1990). Bununla birlikte sapı ve yaprakları yeşil olarak veya silaj olarak hayvanların beslenmesinde kullanılmaktadır (House 1985). Çeçen vd (2005) Antalya'nın sahil kesiminde sorgum ve sudan otunun ot eldesi amacıyla en az 3 defa biçim verebildiğini ve besin değeri olarak mısıra yakın olması nedeniyle kaba yem kaynağı olarak daha ekonomik olduğunu bildirmişlerdir. Yine yapılan başka çalışmalar bazı yüksek besin değerine sahip hibrit sorgum çeşitlerinin süt ineklerinin verimine mısırla aynı oranda katkıda bulduklarını ve süt hayvancılığında sorgumun mısıra karşı çok önemli bir alternatif bitki olduğunu göstermiştir (Hanna vd 1981, Bean vd 2002, Oliver vd 2004). Ayrıca sorgum inşaat yapı malzemesi veya son yıllarda enerji bitkisi olarakta değerlendirilmektedir (House 1985). Böylesine çoklu kullanım alanına sahip olmasının yanı sıra şeker içeriği de oldukça yüksektir. Hemen hemen bütün sorgum çeşitleri sapsız şeker içermektedir (Yun-long vd 2006). Yüksek şeker miktarına sahip olanları ise şeker sorgumu olarak tanımlanmıştır (Yun-long vd 2006). Şeker sorgumunda mevcut olan şeker içeriği; sukroz (%92) ve glikoz (%4.5) olup genel şeker içeriğinin en fazlasını sapsız (%78.7) bulundurmaktadır (Oscar 1884). Ayrıca, sorgumun sapsızdaki şeker (Grassi 2001) şurup, melas ve etanol üretimi içinde kullanılmaktadır (Hunter vd 1997).

Sorgumda bitki boyu genetiğine ve olunlaşmaya ait ilk tanımlamalar 1950'li yıllarda yapılmıştır (Quinby ve Karper 1954). Sorgum bitkisinde, boy karakteri "bodur genler" olarak tanımlanan; *Dw1*, *Dw2*, *Dw3* ve *Dw4* lokusları tarafından idare edilmektedir (Quinby 1974). Bu durum sorgumda bitki boyu karakterinin birden fazla major QTL ile kontrol edilmekte olduğunu desteklemektedir (Fernandez vd 2009). Bu genler her ne kadar yatmaya engel olup mekanizasyon imkanı sağlasada buğday ve çeltikte gözlemlendiği üzere verim artışına olumlu katkısı olmamaktadır (George-Jaeggli 2011). *Dw3* kısa boyluluk geninin genel olarak kardeş sayısına ve tane büyüklüğüne olan pleiotropik etkisi (Casady 1965, Hadley vd 1965), verimde azalışa neden olmaktadır (Hadley vd 1965, Casady 1967, Campbell ve Casady 1969, Campbell vd 1975). Bitki boyu karakteri birçok karakter ile farklı ilişkiler içerisindedir. Örneğin, yıllardır yapılan araştırmalara göre tane verimi ile arasında sürekliliğini koruyan pozitif bir ilişki vardır (Jordan vd 2003). George-Jaeggli vd (2011) yapmış oldukları çalışmalarında *Dw3* geninin varlığının tane büyüklüğünü etkilemediğini fakat tane sayısını etkilediğini bildirerek daha önce yapılan çalışmalarını desteklemişlerdir. Bitki boyu karakterinde çevre oldukça önemli bir etkiye sahip olup şartlara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir (Casady 1965). Buna örnek olarak çiçeklenme döneminden önce sulamanın bitki boyunu etkilediği, hasat zamanının gecikmesiyle bitki boyunun arttığı verilebilir (Baytekin 1990). Ayrıca, farklı çevre koşulları ve iklim şartları bitki boyuna dair yapılan çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmesine sebebiyet vermektedir. Çeşitli araştırmacılar sorgum-sudan otu melezinde bitki boyunun 1-2 m'den 4-6 m'ye kadar çıkabildiğini (Kumuk ve Avcıoğlu 1986, Emeklier 1993, Manga vd 1994, Sağlamtimur vd 1998, Acar ve Yıldırım 2001), bitki boyu ana üründe 1.40-2.50 m, ikinci üründe 1.40-2.45 m ve ortalama olarak ise 1,39-2.47 m arasında değişim gösterdiğini belirtmişlerdir (Gül ve Başbağ 2004). Ayrıca, bitki

boyu her ne kadar sap boyu ile pozitif etki içerisinde bulunsada lignin, hemiselüloz içeriği gibi saptan bulunan maddelerle alakalı değildir (Murray vd 2008).

Sorgum (*Sorghum bicolor*) bitkisi $2n=20$ kromozoma sahip olup birçok bitkiye nazaran küçük bir genom yapısına (818 Mbp) sahiptir (Kim vd 2005, Paterson vd 2009). Mısır (2500 Mbp) veya buğdayın genom büyüklüğüyle (16900 Mbp) karşılaştırıldığında sorgumun genomunun daha küçük olduğu görülmektedir (Kim vd 2005). Fakat çeltik (370-490 Mbp) baz alındığında sorgum genomu yaklaşık 1.5-2 kat daha büyüktür (Kim vd 2005). PCR'in bulunmasından sonra sorgum bitkisinin bu küçük genom yapısı istenilen amaçlar doğrultusunda yapılacak ıslah çalışmaları ve işaretleyiciler yardımıyla seleksiyon (MAS) çalışmaları kolaylaşmıştır (Joshi vd 2000). Sorgum bitkisinde boy karakteri ile ilişkili olan *Dw3* lokusu kromozom 7 (Brown vd 2006, Murray vd 2008), *Dw2* ise kromozom 6 üzerindeki QTL'de haritalanmıştır (Feltus 2006, Klein vd 2008). *Dw1* ve *Dw4* ise net bir şekilde haritalanmamış fakat bitki boyu ile ilişkili olan *Sh-HT9.1* QTL'i 49 SSR işaretleyici kullanılarak kromozom 9 üzerinde tanımlanmıştır (Brown vd 2008, Murray vd 2008). Daha önce yapılan çalışmalara dayanarak (Lin vd 1995, Pereira 1995, Brown vd 2006, Feltus vd 2006) Murray vd (2009), bitki boyu karakteri ile ilgili 47 SSR ve 322 SNP işaretleyici kullanarak kromozom 6 ve 9 üzerinde 3 önemli ilişki belirlenmiştir. Belirlenen QTL'lere ve gen bölgelerine dayanarak kromozom 6 üzerinde olan (Xgap72 ve Xtxp265) 2 işaretleyici geliştirmişlerdir (Murray vd 2009). Wang vd (2012) sorgumda bitki boyu karakterizasyonu ile ilişkili olarak 4 farklı SSR işaretleyici geliştirmiş olup, bunlar kromozom 2, 6 ve 9 üzerinde haritalanmıştır ve ikisinde (23-1062 ve 40-1897) bitki boyu karakterine önemli etkisi bulunmaktadır. Bunlardan biri olan 23-1062, kromozom 2 üzerinde bulunup Lin vd (1995) tarafından geliştirilmiş olan çiçeklenme gün sayısı ile ilişkili olan QTL'den (pSB500) 2.4 cM uzaklığındadır. Kromozom 9 üzerinde haritalanmış olan 44-2080 işaretleyici ise GA 2-oxidase geninden 47 kb uzaklıkta yer almaktadır. Bu gen kavak ağacında (Busov vd 2003) ve tütün bitkisinde (Biemelt vd 2004) boy karakterini düzenlemektedir. Tütün bitkisinde bitki boyunu %86 (Biemelt vd 2004), kavakta ise 4 kata kadar arttırmaktadır (Busov vd 2003). Higgins vd (2014), GA2-oksidadz'ın temelini *Dw1*, mir172a geninin temelini ise çiçek açma QTL'i ile bağlantılı olarak *Dw1*'in oluşturduğunu bildirmişlerdir. Wang vd (2012) tarafından geliştirilmiş işaretleyicilerden biri olan 44-2082, Brown vd (2008) tarafından belirlenmiş olan *Sh-HT9.1* boy QTL'ine 510 kb uzağında yer almaktadır. Bu işaretleyicilerden son işaretleyici olan 37-1740 ise Lin vd (1995) tarafından kromozom 6 üzerinde tanımlanmış olan RFLP işaretleyici bölgesine 1.78 Mb uzaklığında yer almaktadır. Shehzad ve Okuno (2015) boğum uzunluğu QTL'inin *Dw3* geninin bulunduğu kromozom 7 üzerinde olduğunu bildirmişlerdir. Madhusudhana ve Patil (2013) SBI-06 ve SBI-07 kromozomları üzerinde olan bitki boyu varyasyonunun %41'ini açıklayan ve *Dw2* ve *Dw3* gen lokusları ile ilişkili 2 ana QTL belirlemişlerdir.

Sorgumda biyokütle üretimi bitki boyu ile olumlu etkileşim içerisinde (Murray vd 2008, Zhao vd 2009). Yüksek biyokütle üretimi için her ne kadar geç olgunlaşma ve yatma gözlenme ihtimali de olsa, sorgum bitkisinin toplam kütlelerinin, %70-75'i saptan alması sebebiyle uzun bitki boyuna sahip genotipler oldukça uygundur (Grassi 2001, Rooney ve Awika 2004, Murray vd 2009). Ayrıca, biyokütle ve yaprak alanı tane verimiyle olumlu ilişki göstermektedir (Lopez-Castaneda ve Richards 1995, Hafid vd 1998). Sorgum, sapındaki şeker, yüksek sap verimi, yüksek biyokütle üretim potansiyeli ve etkin su tüketimi sebepleri ile biyobenzin üretiminde şeker kamışı gibi bir çok bitkinin

yerine kullanılabilmekte olduğu (Rooney vd 2007, Saballos 2008, Kaplan vd 2009) ve maliyetinin şeker kamışına göre 3 kat daha az olduğu bilinmektedir (Reddy vd 2005). Sorgumun biyo-enerji kaynağı olarak kullanılması adına ilk olarak biyokütle miktarı artırılmalıdır (Murray vd 2008). Biyokütle verimi ile olumlu ilişkide olan bitki boyu uzun olan genotipler geliştirilmelidir. Yapılan çalışmalar toplam kuru biyokütle ile alakalı olan QTL bitki boyu QTL'i ile aynı yerde (Kromozom 7 ve 9 üzerinde) belirlenmiş ve bu durumu desteklemiştir (Brown vd 2008, Murray vd 2008).

Bitkiler hayat döngüleri boyunca birçok stres faktörüne maruz kalmaktadır. Bu faktörler Levitt (1972) tarafından biyotik ve fizikokimyasal olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Abiyotik faktörler; su, sıcaklık, radyasyon, kimyasallar, manyetik ve elektriksel alanlar gibi çevre faktörleridir. Biyotik faktörler ise; mikroorganizmaların (fungus, bakteri ve virüs) enfeksiyonu ve zararlıların saldırıları sonucu oluşan stres faktörleridir (Lichtenhaler 1996). Abiyotik stres faktörleri arasında sayılmış olan kuraklık, bitkilerin gelişme büyüme gibi farklı dönemlerinde gözlenebildiği gibi özellikle çiçeklenmeden sonraki dönemde oldukça önemli kayıplara neden olmaktadır (Tuinstra vd 1997). Bu etki sonucunda bitkide stomalar kapanmakta, fotosentezde düşüş gözlenmekte, solunum ve biyokütle üretimi azalmakta, yaprak dökümü gözlenmekte, yapraklarda hızlı bir yaşlanma dönemi oluşmakta ve tohum boyutlarında azalma olmaktadır (Xu vd 2000). Wright vd (1983) kurağa dayanıklı bir çeşit olan E-57 ile diğer bir çeşit olan TX-671 sorgum çeşitlerinin sulanabilir ve yağışın yetersiz olduğu kurak şartlarda kıyaslamasının yapıldığı çalışmalarında kuraklık stresinin kuru madde ve tane verimini azalttığını tespit etmişlerdir. Başka bir çalışmada ise kuraklık stresinin sap çapına, biyokütleye ve tane verimine azaltıcı etkisinin olduğu belirterek önceki çalışmayı destekleyen bir sonuç elde etmişlerdir. Sorgum bitkisinin kök miktarı, mısıra göre iki kat daha fazla ve yaprak alanı mısırın yarısı olması durumu bitkinin kurağa ve sıcağa dayanıklılığını artırmaktadır (House 1985). Aynı şekilde sıcağa dayanıklılıkta önemli bir abiyotik stres faktörüdür. Myers vd (1989) çalışmalarında, sıcaklık ve gün uzunluğunun gelişme dönemlerinin süresinde önemli bir faktör olduğunu bildirmişlerdir. Ottman vd (2001) ise ekim tarihindeki düşük sıcaklığın sorgum bitkisinde tane verimi azalttığını bildirmişlerdir. Esehie (1994) çalışmalarının sonucunda tuzluluk ve sıcaklığın karşılıklı etkileşiminin çimlenmeyi önemli ölçüde etkilediğini ve tuzluluk artışıyla çimlenme oranlarının azalmasına karşın, tuzun çimlenme üzerine olan olumsuz etkisinin yüksek sıcaklıklarda daha az olduğunu belirlemiştir. Biyotik stress faktörleri arasında ise mısır bitkisinde de gözlenen *Fusarium moniliforme*, sorgumla birlikte birçok bitkide gözlenen rastık *Ustilago sp.* ve *Ramulispora sorghi* önemli sorgum hastalıkları da yer almaktadır (Tiryaki 2005). Bunlarla birlikte yaprak lekesi hastalığına sebep olan etmen *Bipolaris spicifera* (Bain) Subram, 2009 yılında Sakarya'da ilk defa sorgumda gözlenmiştir (Ünal vd 2010). Biyotik stres faktörlerinden olan böcek zararlısının, sorgumda üretim potansiyelini olumsuz etkileyen 150'den fazla türü belirlenmiştir (Young vd 1977, Sharma 1993). Bunlar arasında sayılan *Stenodiplosis sorgicola* sorgum ile birlikte dünya çapında da oldukça önemli bir zararlıdır (Harris 1976). Çiçek açma döneminde larvalarını bırakan zararlı, tozlanmadan sonra gelişmekte olan yumurtalıktan beslenir ve boş bir salkım oluşmasına neden olur (Sharma vd 2002). Ayrıca *Eurystylus oldi*, mısır bitkisine de zarar veren *Chilo partellus* da sorgum zararlıları arasında bulunmaktadır (Thakur vd 1997, Van Den Berg 2000). Bitkilerin floem yapılarından beslenip (Klingauf 1987), bitkide yoğun buldukları dönemlerde oldukça ciddi zarar ve ekonomik kayba sebep olan afit sorgum için önemli bir zararlıdır. Bu zararlının, bitkilere dolaylı ve doğrudan olmak üzere 2

şekilde olumsuz etkisi bulunmaktadır. Doğrudan, yaprakların altından bitki özsuğunu emerek, kuruyup kahverengi ve sarımtırak bir hale gelmesine neden olmakta (Sharma vd 2013) ve yoğun enfekte olma halinde yaprakların üzeri böcek tarafından salgılanmış öz su ile kaplanmaktadır (Narayana 1975). Dolaylı olarak ise, tükürük sıvıları vasıtasıyla, 275'ten fazla virüsün taşıyıcısı olarak etki yapmaktadırlar (Wang ve Liu 1999, Van Den Berg 2002, Singh vd 2004, Powell 2005). Afidler, yaprak dokularını çiğneyerek zarar veren böceklerin aksine fiziksel olarak daha küçük zararlar vererek bitki tarafından patojenik etki olarak tanımlanıp, salisilik asit, jasmonik asit ve etilen üretimi ile savunma mekanizmasını etkin hale getirmesine neden olmaktadır (Walling 2000).

Özellikle, Asya, Afrika, Avustralya ve Amerika'da önemli bir zararlı olan afit (Sharma vd 1997), kurak dönemlerde oldukça önemli kayıplara neden olmaktadır (Van Rensburg 1973). Baharda, ekimden 40-70 gün sonra (hamur olum dönemi) ve sonbaharda ise 60-100 gün sonra afit popülasyonunda ciddi bir artış gözlenmektedir (Fang 1990). Özellikle yağış sonrası, çiçek açma ve süt olum döneminde artan popülasyon, olgunlaşmaya kadar olan süreçte azalış göstermekte ve bulutlu havalarda nemin artmasıyla birlikte, sorgumda afidler yoğunluğunu arttırmaktadır (Mote 1983). Her birey 12 ile 20 gün arasında 60 ile 100 birey oluşturmakta ve ergin bireyler 10-16 gün yaşamaktadır (Sharma vd 2013). Zararının yoğun olduğu ya da bitkinin strese girdiği dönemlerde zararının kanatlı formunda gözlenmektedir (Meksongsee ve Chawanapong 1985). Afitin verdiği etkiye karşılık bitkide kloroz, nekroz, bodurluk, geç çiçek açma, kötü tane dolumu, kalite ve verim kayıpları gözlenmektedir (Singh vd 2004). Bu kayıplar, %12-26 ve %10-31 arasında değişmekte olup, tane veriminde %16, yeşil ot veriminde ise %15'lik orana kadar ulaşmaktadır (Balikai 2001). Böylesine önemli zarar ve kayıplara neden olan afit zararlısının birçok türü bulunmakla birlikte, özellikle 3 türü, *Melanaphis sacchari*, *Schizaphis graminum* ve *Rhopalosiphum maidis*, sorgumun önemli zararlıları arasında görülmektedir. *Melanaphis sacchari*, şeker kamışı afiti olarak bilinmekte ve birçok ülkede sorgum bitkisine vermiş olduğu önemli zararlardan dolayı sorgum afiti olarak kabul edilmektedir (Chen 1999, Singh vd 2004). Ayrıca, sorgumun gelişimini negatif etkileyen mısır mozaik virüsünün vektörüdür (Munson 1993). *Schizaphis graminum*, diğer bir adıyla Rondani, sorgumun yanı sıra buğdayda da oldukça etkili zararlar oluşturmaktadır (Teetes 1980, Eddleman vd 1999, Blackman ve Eastop 2000, Kindler vd 2002, Pinnuri vd 2012). Bu zararının 1997 yılına kadar birçok biyotipi belirlenmiş olup; biyotip C, D, I, K sorgum bitkisine zarar verenler olarak bildirilmiştir (Porter 1997). Mevcut biyotiplere karşı birçok dayanıklı kaynak belirlenmiş (Harvey ve Hackerott 1969, Harvey vd 1991, Andrews vd 1993) olsa da yeni oluşan biyotipler bu kaynaklara zarar vermeyi başarmışlardır. Biyotip C, sorgumda 1968 yılında gözlenmiş olup (Hackerott vd 1969) bu zararlıya karşı dayanıklı hibritler geliştirilmiştir. 1980'li yıllarda yeni oluşan bir biyotip bu hibrite zarar vermeyi başarmış ve biyotip E olarak tanımlanmıştır (Porter vd 1982). 1990 yıllarında ise özellikle Birleşik Devletler'de yaygın olarak gözlenen ve biyotip E'ye karşı dayanıklı olarak geliştirilmiş olan hibrite zarar veren biyotip I belirlenmiştir (Harvey vd 1991, Bowling vd 1994). Bu biyotipe karşı dayanıklı olan PI 550610 hattı (Andrews vd 1993) geliştirilmiş ve dayanıklılık çalışmalarına yol gösterici olmuştur. Biyotip K'nın ise diğerlerine nazaran tarla koşullarında görülme oranı oldukça düşük olduğu belirtilmiştir (Wilde, yayınlanmamış veri). *Rhopalosiphum maidis* ise mısır yaprak afiti olarak tanınmaktadır. Bu türün oluşturduğu zarar ile bitkiden salgılanan toksik madde dokulara ve özellikle klorofile etki etmekte ve SPAD cihazıyla yapılan ölçümlerde bitkinin klorofil üretimindeki değişimi

ile afit zararına olan hassasiyeti belirlenebilmektedir (Girma vd 1998). Mevcut afit türleri dünyanın birçok yerinde önemli verim kayıplarına sebep olması, Henong 16 tane sorgumda belirlenen *RMES1*, *Melanaphis sacchari*'ye dayanıklılık geninin kromozom 6 üzerinde haritalanması (Chang vd 2006, 2012) ve moleküler olanakların artması *Melanaphis sacchari* türüne karşı dayanıklı genotiplerin geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu kapsamda yapılan Chang vd (2012)'ne ait olan çalışmada, sorgum afit dayanıklılığı ile ilişkili olan 3 adet AFLP işaretleyicileri geliştirmişler ve bu işaretleyicilerden birini daha ekonomik ve daha kısa sürede kullanılmaya olanak sağlayan SCAR işaretleyicisine dönüştürmeyi başarmışlardır. Li vd (2009) ise 6. kromozomun kısa kolu üzerinde yer alan 5 adet mikrostalit işaretleyici (*sam72772*, *sam71839*, *sam71307*, *sam46174* ve *sam43054*) belirlemişlerdir. Bu ve Chang (2012)'in çalışmasını da referans alarak, Wang vd (2013), 8'i kendi çalışmalarında, 3'ü Li vd (2009)'ne ait olan toplamda 11 adet işaretleyici belirlemişlerdir. Moleküler işaretleyicilerin seçim etkinliği ilgili gen bölgesine olan uzaklığı ile doğru orantılıdır (Wang 2013). *Sb6rj2776* ve *Sb6m2650* işaretleyicilerinin seçim etkinlikleri (%99.4 ve %99.1) oldukça yüksektir (Wang 2013). Afrit dayanıklılık ile ilişkili Li vd (2003) mevcut gen bölgesine uzaklığı 3.2, 6.5 ve 11.7 cM olan RAPD, Chang vd (2006) ilgili gen bölgesine uzaklığı 8.7 cM olan SSR işaretleyicileri geliştirmişlerdir. Wu ve Huang (2008) biyotip I'ya karşı dayanıklılık ile ilişkili 2 adet QTL; Huang (2011) 9. kromozom üzerinde afrit dayanıklılığı ile ilişkili 1 adet minör ve 1 adet majör olan 2 adet QTL; Wu vd (2007) *Xtxp358* ve *Xtxp28* işaretleyicileri arasında fenotipik varyasyonu %55-80 olan majör (*QSsgr-09-01*) ve fenotipik varyasyonu %1-6 olan minor QTL (*QSsgr-09-02*) belirlemişlerdir. *Xtxp358*, *Xtxp289*, *Xtxp67* ve *Xtxp230* işaretleyicilerin ise bu QTL'ler ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir (Wu ve Huang 2008). Agrama vd (2002) biyotip I ve K (*Schizaphis graminum*) zararına karşı dayanıklılık ve hassaslık QTL'lerini belirlemek amacıyla yürütmüş oldukları çalışmada fenotipik varyansının %5.6 ile %38.4 arasında olan, afrit biyotip I ve K'ya karşı hem dayanıklı hem de hassas olma durumunu etkileyen 9 QTL ve 4 SSR ile 1 RAPD işaretleyici geliştirmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, farklı yöntemler kullanılarak afrit dayanıklılık mekanizması tanımlanmıştır. Chang vd (2012) cDNA-AFLP metodunu kullanarak afite karşı dayanıklılığa ait gen ifadelerindeki değişimi açıklamaya çalışmış ve dayanıklılık geninin etkisinin afrit istilasından sonra ve öncede varlığını devam ettirdiğini belirlemişlerdir.

Sorgum, afrit istilasına karşı salisilik asit genini ve jasmonik asit genini etkin hale getirme gibi farklı savunma mekanizmaları geliştirmiştir (Zhu-Salzman vd 2004). Park vd (2006) bu mekanizmanın varlığını göz önünde bulundurarak sorgumun afrit zararına karşı vermiş olduğu tepkilerin moleküler mekanizmasını anlamak için çalışmalarını yürütmüşlerdir. Elde etmiş oldukları sonuçta salisik asit, jasmonik asit, absisik asit, giberellin ve oksin üretimi bitkinin savunma sistemi ile alakalı olduğunu doğrulamışlardır. Benzer olarak Sharma vd (2013) afrit istilası sonrasında %18.5-55.8 oranında sağlıklı yapraklarda fenol içeriğinin azaldığını belirlemişlerdir.

Dayanıklılık mekanizmasında birden fazla gen etkisinin mevcut olduğu yapılan çalışmalar ile belirlenmiştir (Peterson 1985). Bu doğrultuda, Tuinstra vd (2001) yapmış oldukları çalışmada kullanmış oldukları genetik materyalde (KS 97-Dayanıklı) afrit (*Schizaphis graminum*) biyotip I zararına karşı dayanıklılık mekanizmasına etki eden gen sayısını ve etkilerini araştırmışlardır. Genel uyum yeteneği ve özel uyum yeteneği değerlendirmeleri sonucunda, KS 97 geninden elde edilmiş afrit dayanıklılığının tam

dominant olmadığını, PI550610 ile ilgili afit dayanıklılığının genel uyum yeteneğinin daha üstün olduğunu rapor etmişlerdir. PI55610 hattının kökenin Suriye, KS97'nin ise Güney Afrika olması dolayısıyla bu aksesyonun dayanıklılık genlerinin farklılık gösterebileceğini ve dayanıklılık kontrolünün sağlanması sırasında iki major genin gerekli olduğunu bildirerek Weibel vd (1972) ve Peterson vd (1985)'nin yapmış olduğu çalışma ile benzer sonuç elde etmişlerdir.

Moleküler analizlerin yanı sıra arazi ve sera koşullarında dayanıklılık çalışmaları yürütülmüş ve birçok agronomik tedbir, doğal düşman, pestisit uygulamaları afit zararını kontrol altına almak için uygulanmıştır (Ghuguskar vd 1999, Van Den Berg vd 2002, Sharma 2013). Zararının engellenmesi için birçok böcek ilacı kullanılmış (Chaudhari 1994, Balikai 2003), Tiwari ve Bhamare (2006) en etkin böcek ilacının dimethoate 30 EC@ %0.03 ve imidacloprid 17.8 SC @%0.009'un olduğunu bildirmişlerdir. Fakat böcek ilacının kullanımıyla bitki hastalık etmeninden başarılı bir şekilde korunduktan sonra hastalık etmeni doğal seleksiyona tabi olur ve kullanılan insektisitlere karşı hastalık yapabilmek için yeni mekanizmalar geliştirmeye çalışır bu durumda yeni dayanıklı genotipler geliştirilmesini gerektirir (Painter 1951, Panda ve Khush 1995, Smith 2005, Xiao vd 2006). Dayanıklı genotiplerin belirlenmesi sürecinde farklı yöntemler kullanılarak birçok çalışma yapılmıştır. Örneğin Sharma vd (2014), sera koşullarında gerçekleştirilen farklı (yaprak parçasıyla bulaştırma ve poşet ile sarma) bulaştırma yöntemleri kullanarak afit zararına karşı 3 dayanıklı genotip (ICSV 745, ICSV 197, ve ICSV 112) belirlemiştir. Büyüme odasında yapılan çalışmada Andrews vd (1993) 3 adet tane ve 7 adet sudanotu genotipini biyotip I'ya karşı dayanıklı olarak belirlemişlerdir.

Melezleme yapılırken, sitoplazmik etkiden dolayı farklı dayanıklılık etkileri oluşmaktadır. Biyotip E dayanıklılık çalışmasında Dixon vd (1991) aynı resiprokalarda farklı dayanıklılık etkileri oluştuğunu ve biyotip E dayanıklılık mekanizmasa ait genetik yapının karmaşık olduğunu ve bazılarının çevreden etkilendiğini belirtmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Deneme yeri

Tarla denemeleri, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü (BATEM)'nin Antalya, Aksu'da yer alan deneme arazilerinde ve Konya Şeker'in Konya Alakova ve Çumra'da yer alan arazilerinde gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Tüm moleküler analizler ise Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünde bulunan Moleküler Bitki Islahı laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



Şekil.3.1. (a) Antalya ve (b) Konya'da yer alan tarla denemelerinden bir görünüm

3.1.2. Deneme yerlerinin toprak analiz sonuçları

Denemelerin kurulduğu, Batı Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'ne ve Konya Şeker'e ait deneme alanlarının farklı yerlerinden alınan toprak örnekleri, BATEM toprak analiz laboratuvarında analiz edilmiş ve sonuçlar Çizelge 3.1.'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Deneme yerlerine ait toprak örneklerinin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Analiz Adı	Deneme Yerleri	
	Antalya	Konya
pH (1:2,5)	8.6	7.9
Kireç (%)	24.8	17.8
EC (μ S/cm)	197	117
Tekstür sınıfı	Milli kil	Killi tın
Organik madde (%)	1.88	1.51
P, ppm	28	23.4
K, ppm	212	395
Ca, ppm	3687	5005
Mg, ppm	583	538

Toprak analiz sonuçlarına bakıldığında deneme alanlarında pH, 7.9-8.6 olup, alkali topraklar sınıfına girmektedir. Kireç değeri %17.8-24.8 arasındadır. Tekstür, Konya’da “killi tın”, Antalya’da “milli kil” yapıdadır. Organik madde miktarları Konya’da %1.51 iken, Antalya’da 1.88 olarak ölçülmüştür. Analiz sonuçları, deneme alanlarının bitki gelişimi ve yetiştirilmesi yönünden olumsuz koşullar taşımadığını ortaya koymaktadır.

3.1.3. Genetik materyal

Uluslararası kökenli 551 sorgum genotipi ve 10 adet sorgum çeşidi, çalışmanın genetik materyalini oluşturmaktadır (Çizelge 3.2). Kullanılan materyalin 309 adeti Amerika Birleşik Devletleri Tarım Bakanlığı (USDA) Tarımsal Araştırma Servisi (ARS) gen bankasından, 242 adeti ise Hindistan’da yer alan Yarı Kurak Topraklar için Uluslararası Bitki Araştırma Enstitüsü (ICRISAT)’nün gen bankasından temin edilmiştir. Ülkemizde, 9 tanesi BATEM ve 1 tanesi Uludağ Üniversitesi adına tescilli olan, toplam 10 adet çeşit ise BATEM’den alınmıştır.

Çizelge 3.2. Sorgum koleksiyonunda yer alan genotipler, temin edildikleri gen merkezleri, kökenleri ve bitki özsuundaki brix oranı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuundaki Brix Oranı (%)
1	USDA	BSS1	-	-
2	USDA	BSS2	Çin	9.7
3	USDA	BSS3	Güney Afrika	8.4
4	USDA	BSS4	Çin	6.4
5	USDA	BSS5	Güney Afrika	-
6	USDA	BSS6	Güney Afrika	12.9
7	USDA	BSS7	Güney Afrika	8.2
8	USDA	BSS8	Güney Afrika	10.4
9	USDA	BSS9	Hindistan	8.5
10	USDA	BSS10	Kenya	5.8
11	USDA	BSS11	Sudan	10.5
12	USDA	BSS12	Sudan	11.3
13	USDA	BSS13	Sudan	8.9
14	USDA	BSS14	Sudan	9.0
15	USDA	BSS15	Zaire	-
16	USDA	BSS16	Sudan	10.3
17	USDA	BSS17	Sudan	10.6
18	USDA	BSS18	Sudan	5.5
19	USDA	BSS19	Sudan	6.4
20	USDA	BSS20	Sudan	7.4
21	USDA	BSS21	Sudan	9.3
22	USDA	BSS22	Uganda	9.4
23	USDA	BSS23	Uganda	9.4
24	USDA	BSS24	Uganda	8.4

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
25	USDA	BSS25	Uganda	10.2
26	USDA	BSS26	Svaziland	-
27	USDA	BSS27	Svaziland	8.4
28	USDA	BSS28	Yemen	6.2
29	USDA	BSS29	Zambiya	7.4
30	USDA	BSS30	Malavi	12.2
31	USDA	BSS31	Tanzanya	7.5
32	USDA	BSS32	Zaire	-
33	USDA	BSS33	Malavi	-
34	USDA	BSS34	Malavi	7.2
35	USDA	BSS35	Malavi	6.2
36	USDA	BSS36	Malavi	6.2
37	USDA	BSS37	Tanzanya	6.6
38	USDA	BSS38	Tanzanya	9.7
39	USDA	BSS39	Tanzanya	6.8
40	USDA	BSS40	Zaire	8.2
41	USDA	BSS41	Zaire	14.0
42	USDA	BSS42	Kenya	6.5
43	USDA	BSS43	Kenya	9.2
44	USDA	BSS44	Kenya	8.8
45	USDA	BSS45	Sudan	6.6
46	USDA	BSS46	Türkiye	14.4
47	USDA	BSS47	Türkiye	13.9
48	USDA	BSS48	Türkiye	3.9
49	USDA	BSS49	Hindistan	5.4
50	USDA	BSS50	Hindistan	8.7
51	USDA	BSS52	Hindistan	6.1
52	USDA	BSS53	Hindistan	6.7
53	USDA	BSS54	Suriye	3.0
54	USDA	BSS55	Etiyopya	8.0
55	USDA	BSS56	Tayvan	15.8
56	USDA	BSS57	Tayvan	9.6
57	USDA	BSS58	Sudan	12.4
58	USDA	BSS59	Pakistan	15.0
59	USDA	BSS60	-	17.2
60	USDA	BSS61	Suriye	-
61	USDA	BSS62	Meksika	10.1
62	USDA	BSS63	Etiyopya	16.9
63	USDA	BSS64	Etiyopya	9.4
64	USDA	BSS66	Hindistan	6.9
65	USDA	BSS67	Nijerya	7.8

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
66	USDA	BSS68	Etiyopya	6.7
67	USDA	BSS69	Etiyopya	10.7
68	USDA	BSS70	Çin	8.8
69	USDA	BSS71	Sudan	10.4
70	USDA	BSS72	ABD	7.8
71	USDA	BSS73	-	14.3
72	USDA	BSS74	ABD	7.6
73	USDA	BSS75	ABD	10.6
74	USDA	BSS76	ABD	16.2
75	USDA	BSS77	Macaristan	7.5
76	USDA	BSS78	Avusturalya	13.3
77	USDA	BSS79	-	9.4
78	USDA	BSS80	-	13.2
79	USDA	BSS81	-	11.1
80	USDA	BSS82	-	12.5
81	USDA	BSS83	-	11.1
82	USDA	BSS84	-	13.8
83	USDA	BSS85	-	12.0
84	USDA	BSS86	-	12.5
85	USDA	BSS87	Sudan	10.2
86	USDA	BSS88	-	13.1
87	USDA	BSS89	-	12.1
88	USDA	BSS90	ABD	8.3
89	USDA	BSS91	ABD	11.7
90	USDA	BSS92	ABD	9.9
91	USDA	BSS93	ABD	10.1
92	USDA	BSS94	ABD	11.5
93	USDA	BSS95	ABD	12.5
94	USDA	BSS97	ABD	4.2
95	USDA	BSS98	ABD	7.0
96	USDA	BSS99	Malavi	7.5
97	USDA	BSS100	Malavi	6.2
98	USDA	BSS101	Meksika	5.4
99	USDA	BSS102	Güney Afrika	-
100	USDA	BSS103	Portekiz	6.4
101	USDA	BSS104	Tanzanya	-
102	USDA	BSS105	Fransa	10.0
103	USDA	BSS106	Kenya	5.7
104	USDA	BSS107	Etiyopya	7.3
105	USDA	BSS108	Etiyopya	8.5
106	USDA	BSS109	Etiyopya	7.7
107	USDA	BSS110	Etiyopya	5.5

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
108	USDA	BSS111	Etiyopya	5.9
109	USDA	BSS112	Etiyopya	5.2
110	USDA	BSS113	Etiyopya	7.9
111	USDA	BSS114	Etiyopya	6.5
112	USDA	BSS115	Etiyopya	3.7
113	USDA	BSS116	Etiyopya	5.4
114	USDA	BSS117	Etiyopya	6.1
115	USDA	BSS118	Etiyopya	7.4
116	USDA	BSS119	Etiyopya	4.9
117	USDA	BSS120	Etiyopya	6.3
118	USDA	BSS121	Etiyopya	8.0
119	USDA	BSS122	Etiyopya	8.0
120	USDA	BSS123	Etiyopya	5.3
121	USDA	BSS124	Etiyopya	7.1
122	USDA	BSS125	Etiyopya	6.8
123	USDA	BSS126	Etiyopya	5.4
124	USDA	BSS127	Etiyopya	5.7
125	USDA	BSS128	Etiyopya	6.0
126	USDA	BSS129	Etiyopya	6.1
127	USDA	BSS130	Etiyopya	6.8
128	USDA	BSS131	Etiyopya	6.9
129	USDA	BSS132	Etiyopya	6.8
130	USDA	BSS133	Etiyopya	6.8
131	USDA	BSS134	Etiyopya	6.8
132	USDA	BSS135	Etiyopya	7.9
133	USDA	BSS136	Etiyopya	5.9
134	USDA	BSS137	Etiyopya	5.3
135	USDA	BSS138	Etiyopya	4.9
136	USDA	BSS139	Etiyopya	8.6
137	USDA	BSS140	Etiyopya	6.7
138	USDA	BSS141	Etiyopya	4.5
139	USDA	BSS142	Etiyopya	4.4
140	USDA	BSS143	Etiyopya	4.3
141	USDA	BSS144	Etiyopya	4.5
142	USDA	BSS145	Etiyopya	4.6
143	USDA	BSS146	Etiyopya	5.6
144	USDA	BSS147	Etiyopya	6.7
145	USDA	BSS148	Etiyopya	4.8
146	USDA	BSS149	Etiyopya	4.9
147	USDA	BSS150	Etiyopya	4.9
148	USDA	BSS151	Etiyopya	4.6

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
149	USDA	BSS152	Etiyopya	4.6
150	USDA	BSS153	Etiyopya	5.1
151	USDA	BSS154	Etiyopya	4.4
152	USDA	BSS155	Etiyopya	5.5
153	USDA	BSS156	Etiyopya	5.0
154	USDA	BSS157	Etiyopya	4.7
155	USDA	BSS158	Etiyopya	5.1
156	USDA	BSS159	Etiyopya	5.1
157	USDA	BSS160	Etiyopya	4.9
158	USDA	BSS161	Etiyopya	5.1
159	USDA	BSS162	Etiyopya	5.3
160	USDA	BSS163	Etiyopya	5.9
161	USDA	BSS164	Etiyopya	5.0
162	USDA	BSS165	Etiyopya	5.5
163	USDA	BSS166	Etiyopya	4.8
164	USDA	BSS167	Etiyopya	5.0
165	USDA	BSS168	Etiyopya	5.5
166	USDA	BSS169	Etiyopya	5.1
167	USDA	BSS170	Etiyopya	5.1
168	USDA	BSS171	Etiyopya	5.0
169	USDA	BSS172	Etiyopya	5.1
170	USDA	BSS173	Etiyopya	5.2
171	USDA	BSS174	Etiyopya	4.8
172	USDA	BSS175	Etiyopya	4.7
173	USDA	BSS176	Etiyopya	4.8
174	USDA	BSS177	Etiyopya	6.4
175	USDA	BSS178	Etiyopya	6.0
176	USDA	BSS179	Etiyopya	7.9
177	USDA	BSS180	Etiyopya	8.1
178	USDA	BSS181	Etiyopya	6.7
179	USDA	BSS182	Etiyopya	5.8
180	USDA	BSS183	Etiyopya	7.3
181	USDA	BSS184	Etiyopya	8.7
182	USDA	BSS185	Etiyopya	7.4
183	USDA	BSS186	Etiyopya	7.5
184	USDA	BSS187	Etiyopya	12.7
185	USDA	BSS188	Etiyopya	8.6
186	USDA	BSS189	Etiyopya	5.1
187	USDA	BSS190	Etiyopya	5.4
188	USDA	BSS191	Etiyopya	6.0
189	USDA	BSS192	Etiyopya	5.5
190	USDA	BSS193	Etiyopya	7.1

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
191	USDA	BSS194	Etiyopya	8.0
192	USDA	BSS195	Etiyopya	7.2
193	USDA	BSS196	Etiyopya	6.3
194	USDA	BSS197	Etiyopya	5.4
195	USDA	BSS198	Etiyopya	5.0
196	USDA	BSS199	Etiyopya	5.7
197	USDA	BSS200	Etiyopya	5.6
198	USDA	BSS201	Etiyopya	6.1
199	USDA	BSS202	Etiyopya	5.9
200	USDA	BSS203	Etiyopya	10.5
201	USDA	BSS204	Etiyopya	7.6
202	USDA	BSS205	Etiyopya	5.1
203	USDA	BSS206	Etiyopya	4.4
204	USDA	BSS207	Etiyopya	7.2
205	USDA	BSS208	Etiyopya	7.6
206	USDA	BSS209	Etiyopya	6.9
207	USDA	BSS210	Etiyopya	9.5
208	USDA	BSS211	Etiyopya	7.5
209	USDA	BSS212	Etiyopya	8.0
210	USDA	BSS213	Etiyopya	5.3
211	USDA	BSS214	Etiyopya	4.2
212	USDA	BSS215	Etiyopya	4.6
213	USDA	BSS216	Etiyopya	5.2
214	USDA	BSS217	Etiyopya	5.3
215	USDA	BSS218	Etiyopya	4.9
216	USDA	BSS219	Etiyopya	7.7
217	USDA	BSS220	Etiyopya	7.5
218	USDA	BSS221	Etiyopya	5.0
219	USDA	BSS222	Etiyopya	4.6
220	USDA	BSS223	Etiyopya	3.5
221	USDA	BSS224	Etiyopya	3.9
222	USDA	BSS225	Etiyopya	4.5
223	USDA	BSS226	Etiyopya	5.8
224	USDA	BSS227	Etiyopya	5.8
225	USDA	BSS228	Etiyopya	8.5
226	USDA	BSS229	Etiyopya	6.6
227	USDA	BSS230	Etiyopya	5.9
228	USDA	BSS231	Etiyopya	8.7
229	USDA	BSS232	Etiyopya	6.3
230	USDA	BSS233	Etiyopya	5.8
231	USDA	BSS234	Etiyopya	4.5

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
232	USDA	BSS235	Etiyopya	5.1
233	USDA	BSS236	Etiyopya	7.7
234	USDA	BSS237	Etiyopya	4.0
235	USDA	BSS238	Etiyopya	5.1
236	USDA	BSS239	Etiyopya	5.1
237	USDA	BSS240	Etiyopya	5.3
238	USDA	BSS241	Etiyopya	7.3
239	USDA	BSS242	Etiyopya	6.4
240	USDA	BSS243	Etiyopya	4.8
241	USDA	BSS244	Etiyopya	7.1
242	USDA	BSS245	Etiyopya	3.9
243	USDA	BSS246	Etiyopya	6.1
244	USDA	BSS247	Etiyopya	7.1
245	USDA	BSS248	Etiyopya	6.3
246	USDA	BSS249	Japonya	10.3
247	USDA	BSS250	Etiyopya	4.5
248	USDA	BSS251	Etiyopya	5.3
249	USDA	BSS252	Etiyopya	6.2
250	USDA	BSS253	Etiyopya	7.4
251	USDA	BSS254	Etiyopya	5.1
252	USDA	BSS255	Etiyopya	8.3
253	USDA	BSS256	Etiyopya	7.0
254	USDA	BSS257	Etiyopya	6.9
255	USDA	BSS258	Etiyopya	9.3
256	USDA	BSS259	Etiyopya	9.2
257	USDA	BSS260	Etiyopya	5.7
258	USDA	BSS261	Yemen	9.2
259	USDA	BSS262	Yemen	7.6
260	USDA	BSS263	Yemen	5.8
261	USDA	BSS264	Yemen	5.1
262	USDA	BSS265	Yemen	6.3
263	USDA	BSS266	Yemen	8.0
264	USDA	BSS267	Yemen	7.8
265	USDA	BSS268	Togo	5.1
266	USDA	BSS269	Togo	4.8
267	USDA	BSS270	Benin	4.7
268	USDA	BSS271	Benin	5.1
269	USDA	BSS272	Benin	5.5
270	USDA	BSS273	Benin	5.0
271	USDA	BSS274	Benin	4.2
272	USDA	BSS275	Benin	4.8
273	USDA	BSS276	Benin	4.8

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
274	USDA	BSS277	Benin	5.1
275	USDA	BSS278	Togo	4.9
276	USDA	BSS279	Togo	3.8
277	USDA	BSS280	Malavi	5.4
278	USDA	BSS281	Zambiya	4.9
279	USDA	BSS282	Malavi	5.2
280	USDA	BSS283	İtalya	7.0
281	USDA	BSS284	İtalya	7.3
282	USDA	BSS285	İtalya	5.9
283	USDA	BSS286	İtalya	5.4
284	USDA	BSS287	İtalya	-
285	USDA	BSS288	İtalya	-
286	USDA	BSS289	İtalya	6.5
287	USDA	BSS290	Arjantin	8.1
288	USDA	BSS291	Sudan	4.9
289	USDA	BSS292	Mali	7.3
290	USDA	BSS293	Hindistan	5.4
291	USDA	BSS294	Togo	4.5
292	USDA	BSS295	Avusturalya	-
293	USDA	BSS296	ABD	4.3
294	USDA	BSS297	ABD	4.3
295	USDA	BSS298	ABD	4.7
296	USDA	BSS299	Uganda	4.2
297	USDA	BSS300	Uganda	5.0
298	USDA	BSS301	Uganda	4.4
299	USDA	BSS302	Uganda	4.8
300	USDA	BSS303	Uganda	5.1
301	USDA	BSS304	Uganda	4.6
302	USDA	BSS305	Uganda	4.9
303	USDA	BSS306	Uganda	4.9
304	USDA	BSS307	Uganda	5.3
305	USDA	BSS308	Hindistan	4.9
306	USDA	BSS309	Hindistan	8.6
307	USDA	BSS310	Hindistan	9.9
308	USDA	BSS311	Hindistan	10.3
309	USDA	BSS312	Hindistan	10.7
310	ICRISAT	BSS313	ABD	8.6
311	ICRISAT	BSS314	ABD	11.4
312	ICRISAT	BSS315	ABD	13.4
313	ICRISAT	BSS316	ABD	11.3
314	ICRISAT	BSS317	ABD	11.2

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
315	ICRISAT	BSS318	Hindistan	5.9
316	ICRISAT	BSS319	Hindistan	12.3
317	ICRISAT	BSS320	Çin	7.5
318	ICRISAT	BSS321	Çin	8.5
319	ICRISAT	BSS322	Çin	7.5
320	ICRISAT	BSS323	Güney Afrika	13.0
321	ICRISAT	BSS324	Güney Afrika	10.1
322	ICRISAT	BSS325	Güney Afrika	8.8
323	ICRISAT	BSS326	Güney Afrika	10.7
324	ICRISAT	BSS327	İran	6.9
325	ICRISAT	BSS328	Afganistan	10.3
326	ICRISAT	BSS329	Güney Afrika	7.8
327	ICRISAT	BSS330	Mısır	9.5
328	ICRISAT	BSS331	Nijerya	7.2
329	ICRISAT	BSS332	Kenya	7.1
330	ICRISAT	BSS333	Güney Afrika	6.1
331	ICRISAT	BSS334	Hindistan	12.6
332	ICRISAT	BSS335	Hindistan	10.2
333	ICRISAT	BSS336	Hindistan	12.6
334	ICRISAT	BSS337	Hindistan	13.6
335	ICRISAT	BSS338	Hindistan	11.0
336	ICRISAT	BSS339	Hindistan	13.1
337	ICRISAT	BSS340	Hindistan	10.9
338	ICRISAT	BSS341	Hindistan	8.1
339	ICRISAT	BSS342	Hindistan	16.0
340	ICRISAT	BSS343	Hindistan	10.6
341	ICRISAT	BSS344	Hindistan	5.1
342	ICRISAT	BSS345	Hindistan	12.2
343	ICRISAT	BSS346	Hindistan	5.3
344	ICRISAT	BSS347	Hindistan	6.6
345	ICRISAT	BSS348	Hindistan	12.2
346	ICRISAT	BSS349	Hindistan	7.2
347	ICRISAT	BSS350	Hindistan	9.8
348	ICRISAT	BSS351	Hindistan	10.0
349	ICRISAT	BSS352	Hindistan	9.3
350	ICRISAT	BSS353	Hindistan	9.1
351	ICRISAT	BSS354	Uganda	5.4
352	ICRISAT	BSS355	Nijerya	-
353	ICRISAT	BSS356	Nijerya	5.2
354	ICRISAT	BSS357	Nijerya	5.0
355	ICRISAT	BSS358	Nijerya	5.5
356	ICRISAT	BSS359	Nijerya	5.3

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
357	ICRISAT	BSS360	Nijerya	5.6
358	ICRISAT	BSS361	Japonya	10.5
359	ICRISAT	BSS362	Pakistan	12.0
360	ICRISAT	BSS363	Güney Afrika	7.6
361	ICRISAT	BSS364	Uganda	8.5
362	ICRISAT	BSS365	Uganda	-
363	ICRISAT	BSS366	Kenya	7.5
364	ICRISAT	BSS367	Kenya	5.4
365	ICRISAT	BSS368	Kenya	5.4
366	ICRISAT	BSS369	Sudan	5.8
367	ICRISAT	BSS370	Tayland	11.1
368	ICRISAT	BSS371	Çad	5.1
369	ICRISAT	BSS372	Çad	4.1
370	ICRISAT	BSS373	ABD	-
371	ICRISAT	BSS374	Etiyopya	5.5
372	ICRISAT	BSS375	Etiyopya	5.2
373	ICRISAT	BSS376	Etiyopya	4.3
374	ICRISAT	BSS377	Etiyopya	4.6
375	ICRISAT	BSS378	Zimbabve	-
391	ICRISAT	BSS394	Güney Afrika	11.8
392	ICRISAT	BSS395	Arjantin	11.4
393	ICRISAT	BSS396	Botsvana	9.2
394	ICRISAT	BSS397	Kamerun	9.7
395	ICRISAT	BSS398	Kamerun	6.3
376	ICRISAT	BSS379	Sudan	11.5
377	ICRISAT	BSS380	Avusturalya	14.1
378	ICRISAT	BSS381	ABD	12.3
379	ICRISAT	BSS382	Sudi Arabistan	10.4
380	ICRISAT	BSS383	Türkiye	5.2
381	ICRISAT	BSS384	Hindistan	5.4
382	ICRISAT	BSS385	Etiyopya	6.5
383	ICRISAT	BSS386	Nikaragua	13.9
384	ICRISAT	BSS387	Küba	8.4
385	ICRISAT	BSS388	Venezuela	12.6
386	ICRISAT	BSS389	Meksika	5.3
387	ICRISAT	BSS390	Güney Afrika	5.6
388	ICRISAT	BSS391	Güney Afrika	10.5
389	ICRISAT	BSS392	Güney Afrika	12.0
390	ICRISAT	BSS393	Güney Afrika	7.6
391	ICRISAT	BSS394	Güney Afrika	7.9
392	ICRISAT	BSS395	Arjantin	6.5

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
393	ICRISAT	BSS396	Botsvana	10.5
394	ICRISAT	BSS397	Kamerun	5.7
395	ICRISAT	BSS398	Kamerun	-
396	ICRISAT	BSS399	Kamerun	6.1
397	ICRISAT	BSS400	Kamerun	-
398	ICRISAT	BSS401	Kamerun	5.5
399	ICRISAT	BSS402	Kamerun	5.6
400	ICRISAT	BSS403	Kamerun	5.8
401	ICRISAT	BSS404	Kamerun	5.3
402	ICRISAT	BSS405	Kamerun	10.2
403	ICRISAT	BSS406	Kamerun	5.2
404	ICRISAT	BSS407	Kamerun	4.9
405	ICRISAT	BSS408	Hindistan	10.4
406	ICRISAT	BSS409	Hindistan	6.5
407	ICRISAT	BSS410	Hindistan	9.7
408	ICRISAT	BSS411	Sudan	-
409	ICRISAT	BSS412	Sudan	7.8
410	ICRISAT	BSS413	Bangladeş	10.6
411	ICRISAT	BSS414	Botsvana	8.0
412	ICRISAT	BSS415	Botsvana	9.0
413	ICRISAT	BSS416	Zimbabve	12.1
414	ICRISAT	BSS417	Hindistan	12.1
415	ICRISAT	BSS418	Senegal	5.6
416	ICRISAT	BSS419	Nijer	5.3
417	ICRISAT	BSS420	Nijer	6.0
418	ICRISAT	BSS421	ABD	5.1
419	ICRISAT	BSS422	ABD	6.0
420	ICRISAT	BSS423	ABD	-
421	ICRISAT	BSS424	ABD	9.0
422	ICRISAT	BSS425	ABD	15.8
423	ICRISAT	BSS426	ABD	25.0
424	ICRISAT	BSS427	ABD	14.3
425	ICRISAT	BSS428	ABD	8.1
426	ICRISAT	BSS429	ABD	6.4
427	ICRISAT	BSS430	Endonezya	-
428	ICRISAT	BSS431	Kenya	7.3
429	ICRISAT	BSS432	Malavi	11.4
430	ICRISAT	BSS433	Malavi	7.4
431	ICRISAT	BSS434	Suriye	8.0
432	ICRISAT	BSS435	Botsvana	9.5
433	ICRISAT	BSS436	Botsvana	13.7
434	ICRISAT	BSS437	Sri Lanka	5.7
435	ICRISAT	BSS438	Myanmar	6.4

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
436	ICRISAT	BSS439	Somali	5.9
437	ICRISAT	BSS440	Somali	7.7
438	ICRISAT	BSS441	Sudan	4.9
439	ICRISAT	BSS442	Zambiya	5.1
440	ICRISAT	BSS443	Etiyopya	9.6
441	ICRISAT	BSS444	Etiyopya	12.7
442	ICRISAT	BSS445	Etiyopya	-
443	ICRISAT	BSS446	Etiyopya	-
444	ICRISAT	BSS447	Etiyopya	10.3
445	ICRISAT	BSS448	Gambia	4.5
446	ICRISAT	BSS449	Mozambik	4.7
447	ICRISAT	BSS450	Yemen	-
448	ICRISAT	BSS451	Yemen	4.9
449	ICRISAT	BSS452	Tanzanya	4.9
450	ICRISAT	BSS453	Tanzanya	4.9
451	ICRISAT	BSS454	Tanzanya	5.9
452	ICRISAT	BSS455	Hindistan	11.7
453	ICRISAT	BSS456	Güney Afrika	9.0
454	ICRISAT	BSS457	Güney Afrika	10.2
455	ICRISAT	BSS458	Güney Afrika	13.8
456	ICRISAT	BSS459	Güney Afrika	12.6
457	ICRISAT	BSS460	Güney Afrika	-
458	ICRISAT	BSS461	Zambiya	5.1
459	ICRISAT	BSS462	Zambiya	4.6
460	ICRISAT	BSS463	Gana	4.5
461	ICRISAT	BSS464	Etiyopya	6.3
462	ICRISAT	BSS465	Etiyopya	4.9
463	ICRISAT	BSS466	Ruanda	7.7
464	ICRISAT	BSS467	Mali	6.9
465	ICRISAT	BSS468	Mali	7.2
466	ICRISAT	BSS469	Mali	7.7
467	ICRISAT	BSS470	Mali	5.8
468	ICRISAT	BSS471	Mali	6.3
469	ICRISAT	BSS472	Mali	5.4
470	ICRISAT	BSS473	Togo	5.8
471	ICRISAT	BSS474	Benin	5.4
472	ICRISAT	BSS475	Madagaskar	-
473	ICRISAT	BSS476	Güney Afrika	11.9
474	ICRISAT	BSS477	Güney Afrika	14.7
475	ICRISAT	BSS478	Güney Afrika	11.0
476	ICRISAT	BSS479	Güney Afrika	8.1

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
477	ICRISAT	BSS480	Sudan	-
478	ICRISAT	BSS481	Burkina Faso	5.8
479	ICRISAT	BSS482	Sierra Leone	-
480	ICRISAT	BSS483	Fas	10.7
481	ICRISAT	BSS484	Güney Afrika	9.3
482	ICRISAT	BSS485	Güney Afrika	9.5
483	ICRISAT	BSS486	Yemen	-
484	ICRISAT	BSS487	Yemen	13.4
485	ICRISAT	BSS488	Yemen	10.9
486	ICRISAT	BSS489	Yemen	-
487	ICRISAT	BSS490	Yemen	12.8
488	ICRISAT	BSS491	Yemen	-
489	ICRISAT	BSS492	Yemen	-
490	ICRISAT	BSS493	Yemen	-
491	ICRISAT	BSS494	Yemen	-
492	ICRISAT	BSS495	Yemen	-
493	ICRISAT	BSS496	Svaziland	-
494	ICRISAT	BSS497	Svaziland	10.6
495	ICRISAT	BSS498	Svaziland	12.8
496	ICRISAT	BSS499	Svaziland	10.7
497	ICRISAT	BSS500	Svaziland	12.1
498	ICRISAT	BSS501	Svaziland	12.3
499	ICRISAT	BSS502	Svaziland	12.5
500	ICRISAT	BSS503	Svaziland	13.6
501	ICRISAT	BSS504	Svaziland	13.6
502	ICRISAT	BSS505	Lesotho	10.3
503	ICRISAT	BSS506	Lesotho	-
504	ICRISAT	BSS507	Lesotho	12.3
505	ICRISAT	BSS508	Lesotho	12.3
506	ICRISAT	BSS509	Lesotho	-
507	ICRISAT	BSS510	Lesotho	12.5
508	ICRISAT	BSS511	Lesotho	11.9
509	ICRISAT	BSS512	Lesotho	10.0
510	ICRISAT	BSS513	Güney Afrika	11.0
511	ICRISAT	BSS514	Güney Afrika	12.2
512	ICRISAT	BSS515	Çin	-
513	ICRISAT	BSS516	Zimbabve	11.5
514	ICRISAT	BSS517	Zimbabve	8.1
515	ICRISAT	BSS518	Zimbabve	11.1
516	ICRISAT	BSS519	Zimbabve	7.0
517	ICRISAT	BSS520	Zimbabve	13.8
518	ICRISAT	BSS521	Zimbabve	14.1

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
519	ICRISAT	BSS522	Zimbabve	7.2
520	ICRISAT	BSS523	Zimbabve	12.1
521	ICRISAT	BSS524	Zimbabve	12.3
522	ICRISAT	BSS525	Çin	-
523	ICRISAT	BSS526	Çin	13.2
524	ICRISAT	BSS527	Çin	-
525	ICRISAT	BSS528	Çin	-
526	ICRISAT	BSS529	Çin	-
527	ICRISAT	BSS530	Çin	-
528	ICRISAT	BSS531	Çin	-
529	ICRISAT	BSS532	Çin	-
530	ICRISAT	BSS533	Kore	-
531	ICRISAT	BSS534	Kore	-
532	ICRISAT	BSS535	Kore	12.3
533	ICRISAT	BSS536	Kore	-
534	ICRISAT	BSS537	Kore	-
535	ICRISAT	BSS538	Kamerun	12.9
536	ICRISAT	BSS539	Kamerun	5.2
537	ICRISAT	BSS540	Uganda	4.8
538	ICRISAT	BSS541	Uganda	4.9
539	ICRISAT	BSS542	Uganda	6.0
540	ICRISAT	BSS543	Burundi	6.2
541	ICRISAT	BSS544	Zaire	-
542	ICRISAT	BSS545	Cezayir	7.9
543	ICRISAT	BSS546	Yemen	-
544	ICRISAT	BSS547	Yemen	-
545	ICRISAT	BSS548	Yemen	-
546	ICRISAT	BSS549	Hindistan	5.6
547	ICRISAT	BSS550	Hindistan	6.0
548	ICRISAT	BSS551	Somali	10.7
549	ICRISAT	BSS552	Tanzanya	5.4
550	ICRISAT	BSS553	Honduras	5.2
551	ICRISAT	BSS554	Kenya	-
552	BATEM	ROX	Türkiye	-
553	BATEM	Early Sumac	Türkiye	-
554	BATEM	Leoti	Türkiye	-
555	BATEM	Nes	Türkiye	-
556	BATEM	Gözde-80	Türkiye	-
557	BATEM	Aldarı	Türkiye	-
558	BATEM	Akdarı	Türkiye	-
559	BATEM	Beydarı	Türkiye	-

Devamı Arkada

Çizelge 3.2'nin Devamı

Sıra No	Gen Bankası	Enstitü No	Kökeni	Bitki Özsuyundaki Brix Oranı (%)
560	BATEM	Öğretmenoğlu	Türkiye	-
561	Uludağ U.	Gülşeker	Türkiye	-

3.2. Metot

3.2.1. Tarla koşullarında bitki boyu ölçümleri ve gruplandırmalar

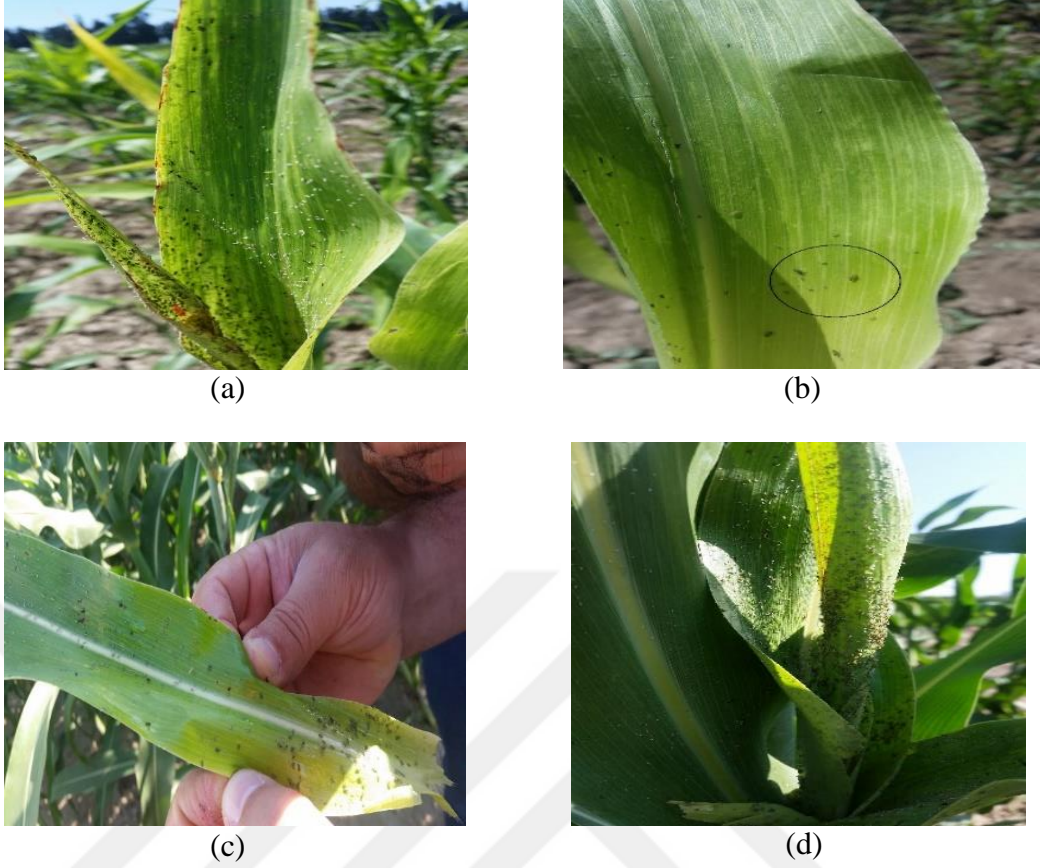
Tarla koşullarında bitki boyu ölçümleri 2013 ve 2014 yıllarına ait yetiştirme dönemlerinde 2 yerde gerçekleştirilmiştir. 2013 yılına ait bitki boyu gözlemleri Antalya'da yer alan deneme alanında yapılmıştır. 2013 yılında alınan moleküler, teknolojik ve agro-morfolojik verilere dayanarak 551 gen kaynağından 53 genotip ve 9 çeşitle birlikte oluşturulan 62 genotiplik set, 2014 yılında hem Antalya hemde Konya'da Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü olarak ekilip, yetiştirilmiştir. Her iki yerde de bitki boyu ölçümlerine devam edilmiştir. Bu ölçümler her genotip için 3 farklı bitkide, toprak yüzeyi ile bitkinin en uç noktası arasındaki mesafe ölçülmüş ve bu değerler her genotip için ortalama boy uzunluğu olarak hesaplanmıştır. Her genotipe ait ortalama boy uzunlukları 200 cm'den daha kısa ise 'kısa boylu', 200 cm ve üzeri bitki boyuna sahip genotipler ise 'uzun boylu' olarak gruplandırılmıştır.

3.2.2. Tarla koşullarında yürütülen afit dayanıklılık gözlemleri

Afit zararına karşı tarla koşullarında dayanıklılık gözlemleri 2015 yetiştirme döneminde Antalya ve Konya'da 53 genotip ve 9 çeşitin bulunduğu 62 genotipin yer aldığı deneme setinde yapılmıştır. Afrit gözlemleri ekimden 45 gün sonra, Antalya'da; yaklaşık 15 gün aralıklar ile 4 kez gerçekleştirilmiştir. Konya'da ise bu gözlem bir kez yapılmıştır. Her bir genotipinüç bitkisinde afitler tek tek sayılmış ve fumajin gözlenen bitki sayıları da değerlendirmeye katılarak beş farklı seviyenin yer aldığı skala kullanılarak değerlendirilmiştir (He 1991) (Çizelge 3.3) (Şekil 3.2).

Çizelge 3.3. Afirlere karşı dayanıklılık değerlendirilmesinde kullanılan skala

Direnç Sıralaması	1	2	3	4	5
Afit Dayanıklılık Tipi	Çok Dayanıklı	Dayanıklı	Toleranslı	Hassas	Çok Hassas
Afit Sayısı	1-40	41-300	301-700	701-1000	>1000



Şekil 3.2. Antalya (a, b) ve Konya (c, d)'da gerçekleştirilen dayanıklılık gözlemlerine ait görüntüler

3.2.3. Afit tür teşhisi

Afit zararına karşı tarla koşullarında gerçekleştirilen dayanıklılık gözlemleri esnasında Antalya ve Konya'da mevcut olan 62 genotipin bulunduğu araziden böcek örnekleri alınmış teşhis işlemi gerçekleştirilene kadar %70'lik etanol içerisinde muhafaza edilmiştir.

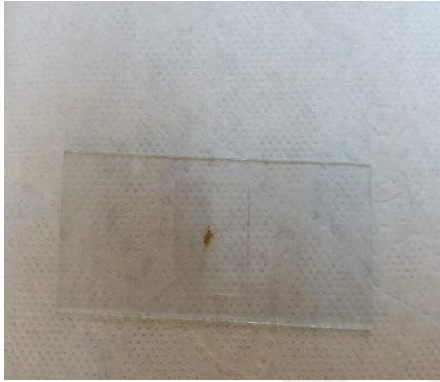
Teşhis işlemine gönderilmek üzere preparat hazırlanmıştır (Şekil 3.3). Bu aşamada;

- Afit örnekleri %10'luk KOH sıvısında materyaldeki kalıntıları hidrolize etmek ve materyali berraklaştırmak amacı ile 5-6 saat kadar bekletilmiştir.
- Preparatlarının yapılmasında Hoyer ortamı kullanılmış olup Hoyer ortamının formülü aşağıdaki gibidir;

Hoyer Ortamı

Damıtık Su	50 g
Arap Zamkı	30 g
Kloral Hidrat	200 g
Gliserin	20 g

- Yeterli derecede berraklaşmış afitlerden 1 adet, binoküler altında ince uçlu bir iğne yardımıyla alınarak lam ortasına damlatılmış olan Hoyer ortamına aktarılmıştır.
- Daha sonra, ortamın katılaşmasına imkan vermeyecek kadar kısa bir sürede lamel ile tekniğine uygun şekilde kapatılmıştır.
- Lamel kapatılmadan önce ortamda hava kabarcığı bırakılmamasına dikkat edilmiş ve lamel kapatılırken de kabarcık oluşmaması göz önünde bulundurulmuştur.



(a)



(b)



(c)



(d)

Şekil 3.3. Hazırlanan Preperata (a) ve mikroskop (b) okülerinden çekilmiş, Antalya (c) ve Konya (d)'dan alınan afit örneklerine ait görüntüler

Hazırlanan preperat ve %70'lik alkol içerisinde bulunan böcek örnekleri teşhis işlemi için Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne gönderilmiştir.

3.2.4. Yaprak örneklerinin alınması

Bitki çıkışlarının ardından her bir genetik materyal için aynı genotipe ait genç yaprak örnekleri üç ayrı bitkiden hem Antalya hem de Konya'dan ayrı ayrı alınarak buz içerisinde bulunan tüplere yerleştirilmiş ve moleküler analizlerde kullanılmak üzere – 80°C derecede muhafaza edilmiştir (Şekil 3.4).



Şekil 3.4. Bitkilerden yaprak örneklerinin alınmasına ait görüntüler

3.2.5. DNA izolasyonu

Tarlardan alınan bitki yaprak örneklerinin DNA ekstraksiyonu, Doyle ve Doyle (1990) tarafından geliştirilen CTAB protokolüne göre gerçekleştirilmiştir. DNA izolasyonunun her bir aşaması aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir;

1. Karışım (bulk) olarak alınan eşit ağırlıktaki (ortalama 0.1 g olarak hazırlanan) örnekler, ilk olarak 1.5 ml'lik steril tüplerde 0.5 ml içerisinde %0.5 oranında merkaptolanol bulunan CTAB çözeltisi konularak ezilmeye başlanmıştır. Fakat sorgum bitkisinin yapraklarının zor ezilmesi sebebiyle ezme işlemine steril havanlarda havan elleri yardımıyla devam edilmiştir ve ezilen yaprak dokuları 1.5 ml hacmindeki tüplere aktarılmıştır (Şekil 3.5). Ekstrasyonda kullanılan CTAB çözeltisi aşağıdaki gibi hazırlanmıştır;

CTAB Çözeltisi

Tris-HCl	1M 100 ml
NaCl	5M 280 ml
EDTA	0,5M 40ml
CTAB	20 gr

2. DNA'nın sıvıya geçmesini sağlamak amacıyla, önceden sıcaklığı 65 °C'ye ayarlanmış olan su banyosunda örnekler 3 saat bekletilirken, her 15 dakikada bir hafifçe çalkalanmıştır.
3. Su banyosundan çıkarılan örneklere, proteinin uzaklaştırılması için tampon çözeltisi ile eşit miktarda (0.5 ml) kloroform-izoamil alkol (24:1) ilave edilmiş ve 10 saniye kadar hafifçe ters düz edilerek çalkalanmıştır.

4. Su banyosundan çıkarılan örneklere, proteinin uzaklaştırılması için tampon çözeltisi ile eşit miktarda (0.5 ml) kloroform-izoamil alkol (24:1) ilave edilmiş ve 10 saniye kadar hafifçe ters düz edilerek çalkalanmıştır.
5. Bu işlemin ardından örnekler 20 dakika boyunca 14000 rpm hızında santrifüj edilmiştir. Santrifüj edilen örneklerde tüpün alt kısmında kloroform ve üst fazında ise DNA'nın bulunduğu sıvı olarak görülmüştür. Tüpün içerisinde bulunan üst faz (süpernatant kısım) 1.5 ml'lik temiz tüplere alınmıştır (yaklaşık 500 µl). Bu safha daha temiz DNA elde etmek için bir kez daha tekrarlanmış ve ikinci tekrarda yeni tüplere yaklaşık 250 µl üst faz çekilmiştir.
6. Her bir tüpe DNA'nın dibe çökmesi için 250 µl (üst fazdan alınan miktar kadar), önceden -20 °C'de bekletilmiş soğuk izoproponal konulup 10-15 saniye kadar nazikçe çalkalanmıştır. Karışım, DNA'nın daha iyi çökmesini sağlamak için 1 gece -20 °C'de bekletilmiştir.
7. Soğuk ortamdan çıkarılan tüpler 14.000 rpm'de 20 dakika santrifüj edilmiş ve böylece DNA'nın tüpün dibine çökmesi sağlanmıştır.
8. Bu işlemin sonunda tüplerin dibinde pelet oluştuğu gözlenmiştir. Tüpün içerisindeki sıvı boşaltılmış ve sonra içerisine 0.7 ml %70'lik etanol (-20 °C'de bekletilen) ilave edilip DNA'nın yıkanması sağlanmak için 16.000 rpm'de 10 dakika santrifüj yapılmış ve etanol sonrasında boşaltılmıştır. Bu işlem bir kez daha 0.4 ml ile tekrarlandıktan sonra tüplerin dibindeki pelet kaçırılmadan sıvılar dikkatlice boşaltılmıştır.
9. Sonrasında DNA'lar oda koşullarında ters çevrilmiş vaziyette kurutulmaya bırakılmıştır.
10. Bu işlemin sonunda, DNA'ların sıvıya geçmesi için tüplere 0.1 ml saf su ilave edilmiş ve oluşan peletlerin suda çözünmesi için +4 °C'de bir gece bekletilmiştir.



Şekil 3.5. DNA izolasyon aşamalarına ait görüntüler

İzole edilen DNA'lar %1 olarak hazırlanan (1 g agaroz, 100ml 0.5x TBE) agaroz jele yüklenmiştir. Elektroforez cihazında 50 dakika 75 volta yürütülmüş ve ultraviyole ışık altında görüntülenmiştir. Yoğunluğu standart DNA kullanılarak belirlenmiş ve eşitlenmiştir. DNA'lar tekrar kullanılabilece kadar -20 °C'de muhafaza edilmiştir.

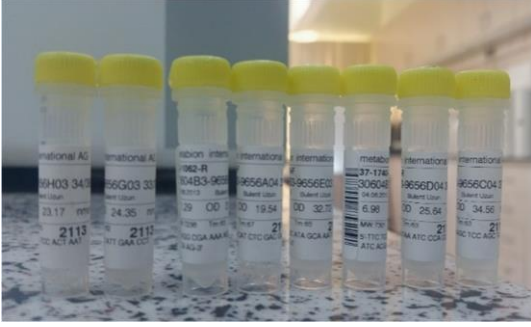
3.2.6. Moleküler işaretleyici analizleri

3.2.6.1. Bitki boyu QTL'i ile ilişkili kullanılan moleküler işaretleyiciler

Bitki boyunun karakterizasyonu için yapılan çalışmalarda Wang vd (2012) tarafından geliştirilen 4 SSR işaretleyici kullanılmıştır (Çizelge 3.4.) (Şekil 3.6). İşaretleyiciler sorgumun 2., 6. ve 9. kromozomlarında yer almaktadır. 2. kromozomda yer alan 23-1062 nolu işaretleyici *Ugt* geninden (UDP-glycosyltransferase/indole-3-acetate betaglycosyltransferase) 0.39 cM uzağında bulunup, bu gen ifadelerinin yonca ve bezelyede boyu kısalttığı belirtilmiştir (Woo 1999). 9. kromozomda yer alan 44-2080 nolu işaretleyici, kavak ağacında boyu düzenleyen GA 2-oksidadı kodlayan gene 0,04 cM mesafededir (Busov vd 2003). 6. kromozomda yer alan 40-1897 nolu işaretleyici bakterilerde hücre bölünmesinde görevli olan proteinden sorumlu olan Ftsz geninden 0.44 cM, *Floricaula/leafy-like 2* geninden 4.89 cM uzaklığındadır. 37-1740 işaretleyici ise Lin vd (1995) tarafından geliştirilmiş bitki boyu ile ilişkili olan işaretleyici 1.78 cM uzağında yer almaktadır.

Çizelge 3.4. Bitki boyu QTL'i ile ilişkili SSR işaretleyicileri ve sekansları

İşaretleyici Adı	Forward Sekans	Reverse Sekans
23-1062	CTCGTACATCTCGACGACG AACAC	AGGCGAAAAAGGAGGGAAAC AAG
37-1740	CCTAGCATAGCAAATCCCA TGACC	TTCTCCATTCGTTGGTGTATC ACG
40-1897	ATTATGCCCATTTGAACCTG CGATA	CGCTCCACATCCACTAATCAA CTG
44-2080	GCCTCAAGCTCCAGCTCCA TT	ACCCTATAAATCCCACCGCCC



Şekil 3.6. Bitki boyu QTL'i ile ilişkili SSR işaretleyicilerine ait görüntü

3.2.6.2. Afıt zararına karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesi için kullanılan moleküler işaretleyici

Sorgum afıtine dayanıklılık dominant bir gen (HN16) tarafından kontrol edilmektedir. Bu gen bölgesinin tespitinin ardından birçok moleküler işaretleyici geliştirilmiştir. Bu moleküler işaretleyicilerden biri olan SCA50, *EcoR ICTG/Mse-CAT-390* AFLP işaretleyicisinin SCAR işaretleyicisine dönüştürülmesi sonucunda elde edilmiş olup genetik uzaklığı 10 cM'dır. 6. kromozom üzerinde olan bu işaretleyici Chang vd (2012) tarafından geliştirilmiş olup, bu çalışmada afıt zararına karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesi için kullanılmıştır (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5. Afıt zararına karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesi için kullanılan SCAR işaretleyicisi ve sekansı

İşaretleyici Adı	Forward Sekans	Reverse Sekans
SCA50	AATTCCTGCAAGACCATT	CACAATGGTTCTAGGCATC

3.2.7. Polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) analizleri

Yapılan tez çalışmasında toplam PCR karışımı 20 µl olacak şekilde hazırlanmış olup optimize edilmiş bileşenler ve oranlar Çizelge 3.6.'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Moleküler analizlerde kullanılan PCR şartı ve oranları

PCR Karışımı	Miktar (µl)	Oran
MgCl ₂	2	2,5 mM
dNTP	0.5	0,2 mM
10xPCR Buffer	2	1/10
Primer Forward	1	10 ng
Primer Reverse	1	10 ng
Taq Polymerase	0.2	1 Ünite
ddH ₂ O	11.3	-
Kalıp DNA	2	20 ng
Toplam	20	

Uzun bitki boyu karakterizasyonuna sahip genotipleri belirlemek amacıyla kullanılan PCR programı Wang vd (2012) tarafından geliştirilmiş olup optimize edilerek kullanılmıştır (Çizelge 3.7).

Çizelge 3.7. Bitki boyuna ilişkin işaretleyici analizlerinin PCR programı

PCR programı:

1.	Sıcaklık: 95 °C	05.00 dakika	
2.	Sıcaklık: 95 °C	00.30 dakika	} 30 döngü
3.	Sıcaklık: 56 °C	00.30 dakika	
4.	Sıcaklık: 72 °C	01.00 dakika	
5.	Sıcaklık: 72 °C	07.00 dakika	

Afit zararlısına karşı dayanıklı/hassas genotipleri belirlemek amacıyla kullanılan PCR programı Chang vd (2012) tarafından geliştirilmiş ve çalışmada optimize edilerek kullanılmıştır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8. Afet zararına karşı dayanıklı genotiplerin belirlenmesi için kullanılan PCR programı

PCR programı:

1.	Sıcaklık: 94 °C	05.00 dakika	
2.	Sıcaklık: 94 °C	00.45 dakika	} 30 döngü
3.	Sıcaklık: 52 °C	00.45 dakika	
4.	Sıcaklık: 72 °C	01.00 dakika	
5.	Sıcaklık: 72 °C	10.00 dakika	

PCR uygulamaları Bioneer MyGenie96 ve Thermo Fisher marka PCR cihazları kullanılarak yapılmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. PCR analizlerinin yapıldığı cihazlara ait görüntüler

Analiz sonucu elde edilen PCR ürünlerinin görsel olarak incelenmesi için agaroz jel elektroforezinden yararlanılmıştır.

Agaroz jel hazırlama ve görüntülenme aşamasında;

- %2.5'lik jel için 2.5 gr (PCR ürünlerinin görüntülenmesi için), %1'lik jel için ise 1 gr (izole edilen DNA görüntülemek için) agaroz ile 100 ml 0.5x (TBE) buffer bir erlen mayerde mikrodalga fırında 2-3 dakika, agaroz tamamen çözülünceye kadar ısıtılmıştır. Agaroz jelde kullanılan TBE (Tris/Borate/EDTA) buffer hazırlanışı aşağıdaki gibidir;

10x TBE Buffer

108 g	Tris
55 g	Borik asit
40 ml	0.5 M EDTA

- Hazırlanan solüsyon gereğince soğutulduktan sonra yaklaşık 4 µl Ethidium Bromide (10 mg/ml) eklenmiş, jel kabına dökülmüştür. Kuyucukların oluşumunu sağlayacak tarak yerleştirilmiş ve tamamen soğutulmaya bırakılmıştır.
- 8 µl PCR ürününe 2 µl yükleme boyası eklenerek (bromophenylblue) toplamda 10 µl'lik PCR ürün+yükleme boyası homojen bir şekilde karıştırılmış ve % 2.5'lik agaroz jele yüklenmiştir. 1 saat boyunca 60 voltta yürütülmüş ve elde edilen bantların molekül ağırlıklarının belirlenmesinde işaretleyici olarak GeneRuler 100 bp kullanılmıştır.
- Oluşan bantlar UV ışık altında DNR-Minilumi cihazıyla görüntülenmiştir (Şekil 3.8).



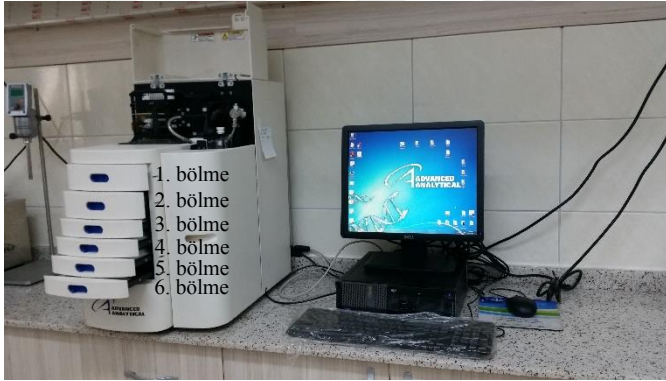
(a)

(b)

Şekil 3.8. PCR analizi sonrası kullanılan elektroforez (a) ve jel görüntüleme cihazına (b) ait görüntüler

3.2.8. Fragment analyzer™ İle PCR sonrası analizlerin yapılması

PCR sonrası afit dayanıklılığı çalışmasına ait analizlerde Fragment Analyzer™ kapiler sistemli elektroforez kullanılmıştır. Dayanıklı genotipler ile hassas genotiplere ait değerlendirme aşamasında yüksek hassasiyet ve çözünürlükte bir ayırım yapılması amacıyla bu cihazdan yararlanılmıştır (Şekil 3.9). Analizlerin yapılması aşamasında, ilgili işaretleyici kullanılarak PCR analizleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.9. Fragment Analyzer™ cihazın ait görüntü

Cihazın kullanımı aşamasında;

- Cihazın birinci bölümünde bulunan 96'lık plakaya her birine 1 ml olmak üzere cihazın bu bölümünde kullanılan tampon çözelti (inlet buffer, 930 dsDNA Inlet Buffer) eklenmiştir.
- İkinci bölümde artık ürün kabı bulunmaktadır. Cihaz çalıştırılmadan önce kullanılmak üzere boşaltılmıştır.

- Cihazın üçüncü bölümüne işaretleyici plaka konulmuştur. Tüm analizlerde S-SMK900-0003 kodlu 35-500 bp işaretleyici kullanılmıştır.
- 96'lık plakalara, 3 µl PCR ürününe ek olarak 25 µl tampon çözelti (dilution buffer) eklenmiş ve santrifüj yapılmıştır. Ürünler cihazda 4. veya 5. bölmelerinden birine yerleştirilmiştir.

Cihazın en alt bölümünde (6. bölme) ise 96'lık plaka ve içerisinde kapiller sistemin kullanımı dışında uygun şartlarda korunmasını sağlayan saklama çözeltisi (storage buffer) bulunmaktadır.



(a)



(b)

Şekil 3.10. Fragment Analyzer™ cihazının yan bölümündeki tüpler (a) ve analizlerde kullanılan kimyasallara (b) ait görüntüler

Cihazın yan bölümünde ise jel (mavi kapaklı tüp), tampon çözelti (conditioning buffer) tüpleri (turuncu kapaklı tüpler) ve atık ürünlerin toplandığı şişe (beyaz tüp) bulunmaktadır (Şekil 3.10). Çalıştırılmaya hazır olan cihaz, bilgisayarda mevcut olan ilgili yazılıma komut verilerek gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Tarla Koşullarında Bitki Boyu Ölçümleri ve Gruplandırılması

2013 yetiştirme yılında Antalya'da yapılmış olan bitki boyu ölçümlerinde genotiplerin boy ortalamalarının 380 (BSS309) cm ile 94 (BSS74) cm arasında değiştiği belirlenmiştir. Burdan alınan gözlemler neticesinde, genotiplerin 353 adeti uzun, 196 adeti ise kısa olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.1). USDA gen bankasından sağlanan 309 adet genotipin 203 adeti uzun, 106 adeti ise kısa olarak tanımlanmış ve USDA materyalinin kendi içindeki boy ortalaması 167 cm olarak belirlenmiştir. ICRISAT gen bankasından sağlanan 242 adet genotipin 150'si uzun, 90'ı ise kısa olarak belirlenmiştir. ICRISAT materyalinin boy ortalaması 166 cm olarak bulunmuştur. Çalışmada kullanılan koleksiyonun genel bitki boyu ortalaması ise 224 cm olarak hesaplanmıştır. 2 genotipte (BSS460 ve BSS480) çıkış sağlanamadığı için boy değerlendirilmesi yapılamamıştır.

2013 yılına ait agro-morfolojik, teknolojik ve moleküler analizlerin sonuçlarına dayanarak 43 genotip seçilmiştir. Bunların 25'i USDA, 28'i ICRISAT kökenli olup, 9 BATEM çeşidi ile birlikte 62 genotiplik yeni bir deneme seti oluşturulmuştur. 2014 yetiştirme yılında Konya arazilerinde gerçekleştirilmiş olan bitki boyu ölçümleri 307 cm (BSS532) ile 113 (Akdarı) cm arasında belirlenmiştir. Koleksiyonda 6 genotip ve 4 BATEM çeşiti kısa olarak tanımlanmış bunlardan 4'ü USDA ve 2'si ICRISAT kökenlidir. 62 genotip arasından 47 genotip ve 5 BATEM çeşidi uzun olarak tanımlanmıştır (Çizelge 4.2). Aynı yıl Antalya'da gerçekleştirilen bitki boyu ölçümleri neticesinde, ortalamalar 381 cm (BSS424) ile 112 cm (Akdarı) arasında değişmiştir. Koleksiyonda yer alan genotiplerden 1 genotip ve 4 BATEM çeşiti kısa olarak; 52 genotip ve 5 BATEM çeşiti ise uzun boylu olarak gruplandırılmıştır (Çizelge 4.3). Her iki lokasyona ait genel bitki ortalaması ise; Antalya için 272 cm, Konya için 245 cm olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4. 1. Koleksiyonda yer alan sorgum genotiplerinin boy bakımından gruplandırılması ve moleküler analiz sonuçları

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
1	BSS1	180	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
2	BSS2	323	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
3	BSS3	173	kısa	kısa	kısa	kısa	kısa
4	BSS4	313	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
5	BSS5	283	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
6	BSS6	241	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
7	BSS7	236	uzun	kısa	kısa	kısa	uzun
8	BSS8	291	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun
9	BSS9	177	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
10	BSS10	199	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
11	BSS11	236	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
12	BSS12	282	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
13	BSS13	232	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
14	BSS14	241	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
15	BSS15	198	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
16	BSS16	314	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
17	BSS17	203	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
18	BSS18	187	kısa	uzun	uzun	uzun	uzun
19	BSS19	255	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
20	BSS20	264	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
21	BSS21	244	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
22	BSS22	288	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
23	BSS23	300	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
24	BSS24	298	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
25	BSS25	243	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
26	BSS26	232	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
27	BSS27	260	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
28	BSS28	325	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
29	BSS29	270	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
30	BSS30	316	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
31	BSS31	243	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
32	BSS32	160	kısa	uzun	kısa	kısa	uzun
33	BSS33	178	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
34	BSS34	225	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
35	BSS35	261	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
36	BSS36	286	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
37	BSS37	228	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
38	BSS38	226	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
39	BSS39	246	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
40	BSS40	254	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
41	BSS41	246	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
42	BSS42	191	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
43	BSS43	218	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
44	BSS44	184	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
45	BSS45	289	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
46	BSS46	306	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
47	BSS47	314	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
48	BSS48	216	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
49	BSS49	221	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
50	BSS50	226	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
51	BSS52	202	uzun	N/A	uzun	uzun	kısa
52	BSS53	210	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
53	BSS54	151	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
54	BSS55	216	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
55	BSS56	240	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
56	BSS57	270	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
57	BSS58	219	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
58	BSS59	302	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
59	BSS60	249	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
60	BSS61	235	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
61	BSS62	274	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
62	BSS63	245	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
63	BSS64	269	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
64	BSS66	316	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
65	BSS67	254	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
66	BSS68	276	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
67	BSS69	302	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
68	BSS70	378	uzun	kısa	uzun	N/A	uzun
69	BSS71	235	uzun	kısa	uzun	N/A	uzun
70	BSS72	209	uzun	uzun	uzun	N/A	uzun
71	BSS73	150	kısa	kısa	uzun	N/A	uzun
72	BSS74	94	kısa	kısa	uzun	N/A	kısa
73	BSS75	178	kısa	uzun	uzun	N/A	kısa
74	BSS76	181	kısa	uzun	uzun	N/A	kısa
75	BSS77	192	kısa	uzun	uzun	N/A	uzun
76	BSS78	217	uzun	kısa	uzun	N/A	kısa
77	BSS79	256	uzun	kısa	uzun	N/A	kısa
78	BSS80	296	uzun	kısa	kısa	N/A	kısa
79	BSS81	266	uzun	kısa	uzun	N/A	kısa
80	BSS82	228	uzun	uzun	kısa	N/A	kısa
81	BSS83	254	uzun	kısa	kısa	N/A	uzun
82	BSS84	271	uzun	kısa	uzun	N/A	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
83	BSS85	289	uzun	kısa	kısa	N/A	kısa
84	BSS86	283	uzun	kısa	uzun	N/A	kısa
85	BSS87	174	kısa	uzun	uzun	N/A	kısa
86	BSS88	197	kısa	kısa	uzun	N/A	kısa
87	BSS89	183	kısa	uzun	uzun	N/A	kısa
88	BSS90	177	kısa	uzun	uzun	N/A	kısa
89	BSS91	189	kısa	kısa	uzun	kısa	uzun
90	BSS92	228	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun
91	BSS93	179	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
92	BSS94	212	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
93	BSS95	221	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
94	BSS97	209	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
95	BSS98	149	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
96	BSS99	197	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
97	BSS100	194	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
98	BSS101	184	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
99	BSS102	212	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
100	BSS103	266	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
101	BSS104	216	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
102	BSS105	241	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
103	BSS106	132	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
104	BSS107	226	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
105	BSS108	232	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
106	BSS109	260	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
107	BSS110	207	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
108	BSS111	237	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
109	BSS112	191	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
110	BSS113	237	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
111	BSS114	209	uzun	kısa	kısa	uzun	uzun
112	BSS115	157	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
113	BSS116	215	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
114	BSS117	267	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
115	BSS118	235	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
116	BSS119	180	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
117	BSS120	281	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
118	BSS121	223	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
119	BSS122	233	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
120	BSS123	267	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
121	BSS124	277	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
122	BSS125	299	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
123	BSS126	222	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
124	BSS127	241	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
125	BSS128	262	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
126	BSS129	334	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
127	BSS130	302	uzun	uzun	kısa	kısa	kısa
128	BSS131	300	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
129	BSS132	278	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
130	BSS133	286	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
131	BSS134	270	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
132	BSS135	265	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
133	BSS136	259	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
134	BSS137	177	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
135	BSS138	211	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
136	BSS139	246	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
137	BSS140	268	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
138	BSS141	146	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
139	BSS142	181	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
140	BSS143	111	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
141	BSS144	157	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
142	BSS145	187	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
143	BSS146	216	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
144	BSS147	212	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
145	BSS148	122	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
146	BSS149	194	kısa	N/A	uzun	uzun	kısa
147	BSS150	195	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
148	BSS151	224	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
149	BSS152	205	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
150	BSS153	194	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
151	BSS154	170	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
152	BSS155	199	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
153	BSS156	151	kısa	kısa	kısa	uzun	uzun
154	BSS157	167	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
155	BSS158	125	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
156	BSS159	152	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
157	BSS160	148	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
158	BSS161	168	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
159	BSS162	190	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
160	BSS163	139	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
161	BSS164	187	kısa	kısa	uzun	N/A	uzun
162	BSS165	206	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
163	BSS166	142	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
164	BSS167	130	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
165	BSS168	150	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
166	BSS169	117	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
167	BSS170	146	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
168	BSS171	147	kısa	kısa	uzun	uzun	uzun
169	BSS172	152	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
170	BSS173	169	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
171	BSS174	150	kısa	kısa	uzun	uzun	uzun
172	BSS175	161	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
173	BSS176	185	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
174	BSS177	230	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
175	BSS178	272	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
176	BSS179	323	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
177	BSS180	305	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
178	BSS181	306	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
179	BSS182	241	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
180	BSS183	273	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
181	BSS184	291	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
182	BSS185	316	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
183	BSS186	319	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
184	BSS187	283	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
185	BSS188	309	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
186	BSS189	212	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
187	BSS190	192	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
188	BSS191	179	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
189	BSS192	180	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
190	BSS193	174	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
191	BSS194	227	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
192	BSS195	193	kısa	kısa	uzun	N/A	uzun
193	BSS196	203	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
194	BSS197	141	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
195	BSS198	141	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
196	BSS199	226	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
197	BSS200	148	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
198	BSS201	190	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
199	BSS202	183	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
200	BSS203	246	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
201	BSS204	267	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
202	BSS205	176	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
203	BSS206	185	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
204	BSS207	243	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
205	BSS208	261	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
206	BSS209	283	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
207	BSS210	229	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
208	BSS211	263	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
209	BSS212	239	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
210	BSS213	165	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
211	BSS214	172	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
212	BSS215	189	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
213	BSS216	196	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
214	BSS217	140	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
215	BSS218	170	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
216	BSS219	243	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
217	BSS220	289	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
218	BSS221	239	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
219	BSS222	191	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
220	BSS223	143	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
221	BSS224	150	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
222	BSS225	106	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
223	BSS226	219	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
224	BSS227	234	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
225	BSS228	240	uzun	kısa	kısa	N/A	uzun
226	BSS229	268	uzun	kısa	kısa	N/A	kısa
227	BSS230	241	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
228	BSS231	240	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
229	BSS232	251	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
230	BSS233	225	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
231	BSS234	120	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
232	BSS235	148	kısa	kısa	uzun	N/A	kısa
233	BSS236	275	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
234	BSS237	161	kısa	kısa	uzun	uzun	uzun
235	BSS238	177	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
236	BSS239	168	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
237	BSS240	204	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
238	BSS241	225	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
239	BSS242	229	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
240	BSS243	202	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
241	BSS244	254	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
242	BSS245	212	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
243	BSS246	282	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
244	BSS247	296	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
245	BSS248	258	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
246	BSS249	293	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
247	BSS250	259	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
248	BSS251	297	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
249	BSS252	327	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
250	BSS253	320	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
251	BSS254	267	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
252	BSS255	309	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
253	BSS256	287	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
254	BSS257	320	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
255	BSS258	301	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
256	BSS259	288	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
257	BSS260	245	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
258	BSS261	280	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
259	BSS262	269	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
260	BSS263	220	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
261	BSS264	178	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
262	BSS265	290	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
263	BSS266	317	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
264	BSS267	264	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
265	BSS268	174	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
266	BSS269	209	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
267	BSS270	213	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
268	BSS271	198	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
269	BSS272	184	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
270	BSS273	209	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
271	BSS274	221	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
272	BSS275	227	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
273	BSS276	223	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
274	BSS277	247	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
275	BSS278	221	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
276	BSS279	128	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
277	BSS280	190	kısa	uzun	uzun	kısa	uzun
278	BSS281	203	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
279	BSS282	208	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
280	BSS283	156	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
281	BSS284	252	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
282	BSS285	281	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
283	BSS286	213	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
284	BSS287	156	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
285	BSS288	139	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
286	BSS289	294	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
287	BSS290	295	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
288	BSS291	156	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
289	BSS292	222	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorumları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
290	BSS293	216	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
291	BSS294	129	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
292	BSS295	214	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
293	BSS296	213	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
294	BSS297	174	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
295	BSS298	148	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
296	BSS299	201	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
297	BSS300	198	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
298	BSS301	220	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
299	BSS302	225	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
300	BSS303	190	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
301	BSS304	170	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
302	BSS305	212	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
303	BSS306	193	kısa	kısa	uzun	uzun	uzun
304	BSS307	222	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
305	BSS308	271	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
306	BSS309	380	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
307	BSS310	263	uzun	N/A	uzun	uzun	kısa
308	BSS311	302	uzun	N/A	kısa	uzun	uzun
309	BSS312	272	uzun	N/A	kısa	uzun	kısa
310	BSS313	207	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
311	BSS314	231	uzun	kısa	uzun	N/A	kısa
312	BSS315	269	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
313	BSS316	253	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
314	BSS317	283	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
315	BSS318	285	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
316	BSS319	267	uzun	uzun	uzun	N/A	kısa
317	BSS320	285	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
318	BSS321	258	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
319	BSS322	212	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
320	BSS323	259	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
321	BSS324	265	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
322	BSS325	287	uzun	kısa	kısa	N/A	kısa
323	BSS326	195	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
324	BSS327	234	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
325	BSS328	257	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
326	BSS329	127	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
327	BSS330	217	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
328	BSS331	216	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
329	BSS332	278	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
330	BSS333	112	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
331	BSS334	259	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
332	BSS335	242	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
333	BSS336	306	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
334	BSS337	302	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
335	BSS338	287	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
336	BSS339	305	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
337	BSS340	276	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
338	BSS341	229	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
339	BSS342	333	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
340	BSS343	330	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
341	BSS344	180	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
342	BSS345	307	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
343	BSS346	165	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
344	BSS347	275	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
345	BSS348	288	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
346	BSS349	278	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
347	BSS350	263	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
348	BSS351	273	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
349	BSS352	290	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
350	BSS353	292	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
351	BSS354	188	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
352	BSS355	146	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
353	BSS356	211	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
354	BSS357	258	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
355	BSS358	176	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
356	BSS359	182	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
357	BSS360	174	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
358	BSS361	226	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
359	BSS362	232	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
360	BSS363	205	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
361	BSS364	197	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
362	BSS365	224	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
363	BSS366	261	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
364	BSS367	206	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
365	BSS368	191	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
366	BSS369	245	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
367	BSS370	274	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
368	BSS371	216	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
369	BSS372	209	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
370	BSS373	294	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
371	BSS374	256	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
372	BSS375	245	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorumları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
373	BSS376	230	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
374	BSS377	203	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
375	BSS378	262	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
376	BSS379	141	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
377	BSS380	266	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
378	BSS381	183	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
379	BSS382	240	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
380	BSS383	260	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
381	BSS384	293	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
382	BSS385	289	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
383	BSS386	292	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun
384	BSS387	143	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
385	BSS388	175	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
386	BSS389	185	kısa	uzun	uzun	uzun	uzun
387	BSS390	174	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
388	BSS391	275	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
389	BSS392	209	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
390	BSS393	258	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
391	BSS394	183	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
392	BSS395	132	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
393	BSS396	280	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
394	BSS397	258	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
395	BSS398	226	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
396	BSS399	220	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
397	BSS400	199	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
398	BSS401	232	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
399	BSS402	208	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
400	BSS403	170	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
401	BSS404	206	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
402	BSS405	163	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
403	BSS406	154	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
404	BSS407	184	kısa	uzun	uzun	uzun	uzun
405	BSS408	129	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
406	BSS409	202	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
407	BSS410	280	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
408	BSS411	165	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
409	BSS412	102	kısa	kısa	uzun	kısa	uzun
410	BSS413	188	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
411	BSS414	172	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
412	BSS415	232	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
413	BSS416	185	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
414	BSS417	210	uzun	N/A	uzun	uzun	kısa
415	BSS418	218	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
416	BSS419	199	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
417	BSS420	200	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
418	BSS421	245	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
419	BSS422	202	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
420	BSS423	196	kısa	N/A	uzun	N/A	kısa
421	BSS424	148	kısa	N/A	uzun	kısa	uzun
422	BSS425	234	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
423	BSS426	229	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
424	BSS427	245	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
425	BSS428	181	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
426	BSS429	217	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
427	BSS430	294	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
428	BSS431	354	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
429	BSS432	281	uzun	kısa	kısa	N/A	kısa
430	BSS433	251	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
431	BSS434	178	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
432	BSS435	211	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
433	BSS436	343	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun
434	BSS437	233	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
435	BSS438	317	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
436	BSS439	238	uzun	N/A	uzun	uzun	kısa
437	BSS440	280	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
438	BSS441	161	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
439	BSS442	140	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
440	BSS443	174	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
441	BSS444	178	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
442	BSS445	167	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
443	BSS446	206	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
444	BSS447	187	kısa	uzun	uzun	uzun	uzun
445	BSS448	144	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
446	BSS449	144	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
447	BSS450	187	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
448	BSS451	242	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
449	BSS452	163	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
450	BSS453	190	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
451	BSS454	201	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
452	BSS455	152	kısa	uzun	uzun	uzun	uzun
453	BSS456	168	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
454	BSS457	124	kısa	kısa	uzun	kısa	uzun
455	BSS458	255	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
456	BSS459	258	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
457	BSS460	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
458	BSS461	147	kısa	N/A	kısa	uzun	kısa
459	BSS462	152	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
460	BSS463	144	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
461	BSS464	192	kısa	uzun	uzun	uzun	uzun
462	BSS465	216	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
463	BSS466	226	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
464	BSS467	217	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
465	BSS468	236	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
466	BSS469	196	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
467	BSS470	172	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
468	BSS471	188	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
469	BSS472	185	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
470	BSS473	132	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
471	BSS474	147	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
472	BSS475	100	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
473	BSS476	253	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
474	BSS477	230	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
475	BSS478	277	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
476	BSS479	98	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
477	BSS480	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
478	BSS481	171	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
479	BSS482	103	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
480	BSS483	143	kısa	N/A	uzun	uzun	kısa
481	BSS484	230	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
482	BSS485	154	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
483	BSS486	251	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
484	BSS487	264	uzun	kısa	kısa	kısa	uzun
485	BSS488	257	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
486	BSS489	263	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
487	BSS490	241	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
488	BSS491	242	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun
489	BSS492	314	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
490	BSS493	159	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
491	BSS494	279	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
492	BSS495	148	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
493	BSS496	230	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
494	BSS497	155	kısa	kısa	uzun	kısa	uzun
495	BSS498	186	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
496	BSS499	284	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
497	BSS500	230	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
498	BSS501	319	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
499	BSS502	284	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
500	BSS503	255	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
501	BSS504	203	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
502	BSS505	190	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
503	BSS506	232	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
504	BSS507	208	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
505	BSS508	234	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun
506	BSS509	194	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
507	BSS510	261	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
508	BSS511	282	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
509	BSS512	166	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
510	BSS513	340	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
511	BSS514	278	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
512	BSS515	290	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
513	BSS516	304	uzun	kısa	uzun	kısa	uzun
514	BSS517	282	uzun	uzun	uzun	uzun	uzun
515	BSS518	296	uzun	kısa	kısa	kısa	uzun
516	BSS519	241	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
517	BSS520	222	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
518	BSS521	168	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
519	BSS522	277	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
520	BSS523	348	uzun	uzun	uzun	kısa	uzun
521	BSS524	252	uzun	uzun	uzun	kısa	kısa
522	BSS525	258	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
523	BSS526	371	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
524	BSS527	319	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
525	BSS528	320	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
526	BSS529	160	kısa	uzun	kısa	uzun	kısa
527	BSS530	172	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
528	BSS531	172	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
529	BSS532	230	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
530	BSS533	182	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
531	BSS534	294	uzun	uzun	kısa	uzun	uzun
532	BSS535	257	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
533	BSS536	214	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
534	BSS537	177	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
535	BSS538	148	kısa	N/A	uzun	uzun	kısa
536	BSS539	220	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
537	BSS540	198	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
538	BSS541	180	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa

Çizelge 4.1'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-1740	40-1897	44-2080
539	BSS542	179	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
540	BSS543	188	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
541	BSS544	190	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
542	BSS545	197	kısa	kısa	uzun	uzun	uzun
543	BSS546	199	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
544	BSS547	176	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
545	BSS548	206	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
546	BSS549	221	uzun	kısa	uzun	uzun	uzun
547	BSS550	271	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
548	BSS551	238	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
549	BSS552	259	uzun	N/A	uzun	kısa	kısa
550	BSS553	145	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
551	BSS554	142	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa

*N/A: İlgili gözleme dair veri bulunmamaktadır.

Çizelge 4.2. Seleksiyon sonrası Konya'da yetiştirilen sorgum genotiplerinin boy bakımından gruplandırılması ve moleküler analiz sonuçları

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-140	40-1897	44-2080
1	BSS5	248	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
2	BSS27	198	kısa	kısa	kısa	kısa	kısa
3	BSS46	286	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
4	BSS47	286	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
5	BSS55	222	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
6	BSS57	139	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
7	BSS58	289	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
8	BSS59	243	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
9	BSS62	247	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
10	BSS67	270	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
11	BSS69	254	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
12	BSS73	194	kısa	kısa	uzun	uzun	kısa
13	BSS78	292	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
14	BSS79	256	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
15	BSS80	249	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
16	BSS81	264	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
17	BSS82	265	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
18	BSS83	263	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
19	BSS84	271	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
20	BSS85	161	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.2'nin Devamı

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-140	40-1897	44-2080
21	BSS86	211	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
22	BSS91	220	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
23	BSS100	275	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
24	BSS246	254	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
25	BSS312	261	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
26	BSS314	265	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
27	BSS320	279	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
28	BSS325	255	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
29	BSS331	234	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
30	BSS332	232	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
31	BSS336	303	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
32	BSS359	268	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
33	BSS367	282	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
34	BSS376	146	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
35	BSS402	257	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
36	BSS410	204	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
37	BSS422	231	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
38	BSS423	245	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
39	BSS424	272	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
40	BSS429	260	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
41	BSS456	267	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
42	BSS473	255	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
43	BSS474	224	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
44	BSS496	290	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
45	BSS497	237	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
46	BSS505	208	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
47	BSS507	280	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
48	BSS508	295	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
49	BSS510	293	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
50	BSS515	289	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
51	BSS517	226	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
52	BSS518	184	kısa	uzun	uzun	uzun	kısa
53	BSS532	307	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
54	ROX	214	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
55	Aldarı	121	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
56	Akdarı	113	kısa	kısa	kısa	kısa	kısa
57	Beydarı	129	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
58	Ö.	133	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
59	E. S.	230	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
60	G. 80	301	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
61	Leoti	232	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
62	Nes	251	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa

Çizelge 4.3. Seleksiyon sonrası Antalya’da yetiştirilen sorgum genotiplerinin boy bakımından gruplandırılması ve moleküler analiz sonuçları

Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-140	40-1897	44-2080
1	BSS5	291	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
2	BSS27	240	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
3	BSS46	306	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
4	BSS47	314	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
5	BSS55	229	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
6	BSS57	221	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
7	BSS58	317	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
8	BSS59	278	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
9	BSS62	279	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
10	BSS67	364	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
11	BSS69	304	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
12	BSS73	287	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
13	BSS78	299	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
14	BSS79	266	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
15	BSS80	237	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
16	BSS81	260	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
17	BSS82	295	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
18	BSS83	273	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
19	BSS84	267	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
20	BSS85	224	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
21	BSS86	239	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
22	BSS91	361	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
23	BSS100	317	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
24	BSS246	252	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
25	BSS312	283	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
26	BSS314	260	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
27	BSS320	324	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
28	BSS325	268	uzun	uzun	kısa	uzun	kısa
29	BSS331	264	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
30	BSS332	248	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
31	BSS336	322	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
32	BSS359	250	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
33	BSS367	325	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
34	BSS376	169	kısa	kısa	kısa	uzun	kısa
35	BSS402	269	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
36	BSS410	275	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
37	BSS422	356	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
38	BSS423	260	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
39	BSS424	381	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
40	BSS429	325	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa

Devamı Arkada

Çizelge 4.3'ün Devamı

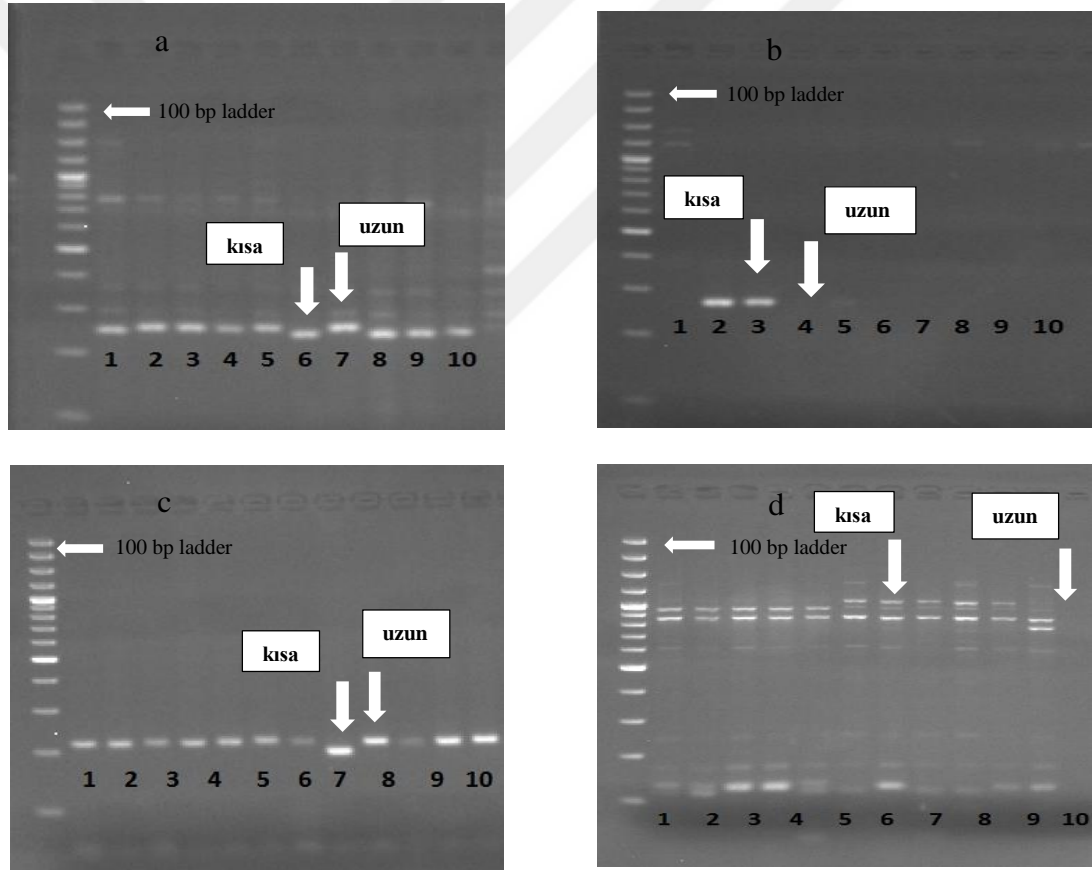
Sıra No	Genotip No	Bitki Boyu (cm)	Bitki Boyu Skorları	23-1062	37-140	40-1897	44-2080
41	BSS456	317	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
42	BSS473	284	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
43	BSS474	258	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
44	BSS496	314	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
45	BSS497	283	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
46	BSS505	265	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
47	BSS507	274	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
48	BSS508	332	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
49	BSS510	312	uzun	uzun	kısa	kısa	kısa
50	BSS515	300	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa
51	BSS517	318	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
52	BSS518	266	uzun	uzun	uzun	uzun	kısa
53	BSS532	363	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
54	ROX	243	uzun	kısa	uzun	kısa	kısa
55	Aldarı	162	kısa	uzun	uzun	kısa	kısa
56	Akdarı	112	kısa	kısa	kısa	kısa	kısa
57	Beydarı	161	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
58	Ö.	144	kısa	kısa	uzun	kısa	kısa
59	E. S.	248	uzun	kısa	kısa	uzun	kısa
60	G. 80	315	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
61	Leoti	267	uzun	kısa	uzun	uzun	kısa
62	Nes	281	uzun	kısa	kısa	kısa	kısa

4.2. Bitki Boyu QTL'lerinin Moleküler İşaretleyiciler Yardımıyla Belirlenmesi

Bu çalışmada yer alan genetik materyal 2013 ve 2014 yıllarında tarla koşullarında yetiştirilmiş ve moleküler analizlerde kullanılmak üzere her bir genotipi temsil edecek şekilde ilgili genotipe ait 3 adet bitkiden yaprak örnekleri alınmıştır. Yaprak örnekleri bulk yapılmış ve Moleküler Bitki Islahı Laboratuvarı'nda DNA izolasyonu için kullanılmıştır. İzolasyonun ardından koleksiyonda bulunan uzun/kısa bitki boyu karakterizasyonuna sahip genotiplerin belirlenmesi için Wang vd (2012) tarafından geliştirilmiş olan 4 adet SSR işaretleyici kullanılmış, oluşturdukları bant ve skorlama şekilleri birbirinden farklılık göstermiştir. İşaretleyici 44-2080 ve 37-1740 için var yok skorlaması yapılmıştır. Bant oluşumu gözlemediğinde 'kısa boylu', bant oluşumu gözlenmediğinde ise 'uzun boylu' olarak gruplandırılmıştır. İşaretleyici 40-1897 değerlendirilmesinde ise, agaroz jel üzerinde 200 bp'de bant veren genotipler kısa boylu, 233 bp'de bant veren genotipler uzun boylu olarak karakterize edilmiştir. İşaretleyici 23-1062 skorlanmasında ise, yaklaşık 240 bp'de bant veren genotipler kısa boylu, 260 bp'de bant verenler ise uzun boylu olarak gruplandırılmıştır (Şekil 4.1).

Moleküler taramalar ilk olarak 2013 yılında yetiştirilen genetik materyalde gerçekleştirilmiştir. 2013 yılında elde edilen moleküler, teknolojik ve agro-morfolojik

verilere dayanarak seçilmiş olan 62 genotip (53 genotip + 9 kontrol çeşit), 2014 yılında Antalya ve Konya lokasyonlarında tekrar ekilmiş, moleküler analizlerde kullanılmak üzere aynı şekilde bitki yaprak örnekleri tekrar alınmıştır. 2013 yılında Antalya'dan alınan örneklerin moleküler analizine ait agaroz jel görüntülerinde; işaretleyici 37-1740 için var/yok skorlaması sonucu koleksiyonumuzda yer alan 104 genotip kısa boylu, 446 genotip ise uzun boylu olarak karakterize edilmiştir (Çizelge 3.3). Geri kalan 1 genotip için ise herhangi bir bant oluşumu gözlenmemiştir. İşaretleyici 40-1897'nin moleküler analiz sonuçları ise, 87 genotip 200 bp'de verdiği bantla kısa boylu, 429 genotip ise 233 bp bant ile uzun boylu olarak belirlenmiştir. 35 genotipte ise herhangi bir bant oluşumu gözlenmemiştir. İşaretleyici 23-1062 analiz sonuçlarına göre, 240 bp'de bant veren 259 genotip kısa, 260 bp'de bant veren 278 genotip ise uzun boylu olarak gruplandırılmıştır. 14 genotipte ise bant oluşumu gözlenmemiştir. İşaretleyici 44-2080 ile yapılan moleküler analiz sonuçları ise, 473 genotipte bant oluşumu gözlenmiş ve kısa, 76 genotip ise bant oluşumu gözlenmediği için uzun olarak değerlendirilmiştir. 2 genotipe ait jel görüntülerinde ise herhangi bir bant oluşumu gözlenmemiştir (Çizelge 4.1).



Şekil 4.1. Bitki boyu karakterizasyonunda kullanılan moleküler işaretleyicilerin (a: 23-1062, b: 37-1740, c: 40-1897, d: 44-2080) kullanılması sonucunda PCR sonrası elde edilen agaroz jel görüntüleri

2014 yılında, Konya ve Antalya'dan temin edilmiş yaprak örnekleri ile gerçekleştirilen PCR analizlerine ait sonuçlar; işaretleyici 44-2080 için hem Konya hem Antalya için bitki materyali olarak kullanılan bütün genotipler kısa olarak skorlanmıştır.

İşaretleyici 40-1897 için, hem Konya'ya hem Antalya'ya ait analiz sonuçlarında 41 adet uzun, 21 adet genotip kısa olarak belirlenmiştir. İşaretleyici 37-1740 için, her iki lokasyona ait analizlerde 32 adet genotip uzun, 30 adet genotip kısa olarak skorlanmıştır. İşaretleyici 23-1062'ye ait sonuçlarda, Konya için yapılan analizlerde 15 genotip uzun, 47 genotip kısa (Çizelge 4.2); Antalya için ise 16 genotip uzun, 45 genotip kısa olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

4.3. Moleküler İşaretleyici Analiz Sonuçları ile Bitki Boyu Ölçüm Verilerinin Karşılaştırılması

Sorgum koleksiyonunda yer alan genotiplerin moleküler analizleri ve bitki boyu ölçümleri daha önce belirtildiği gibi gerçekleştirilmiş ve gruplandırılmıştır. Moleküler analizlerde 'uzun' ve aynı şekilde bitki boyu gruplandırmasında da 'uzun' ya da moleküler analiz sonuçlarında 'kısa' ve bitki boyu gruplandırılmasında 'kısa' olarak belirlenmiş olanlar uyumlu olarak tanımlanmıştır.

2013 yılında BATEM, Antalya'dan alınan yaprak örnekleri ile yapılan analizlerde işaretleyici 23-1062 kullanılarak elde edilen sonuçta 551 genotipten 265'inin işaretleyici skorları ile tarla gözlemleri uyumlu olarak belirlenmiştir. İşaretleyici 37-1740 ile yapılan moleküler analiz sonuçlarına göre tarla gözlemleri ile uyumluluk karşılaştırılmasında 298 genotip, işaretleyici 40-1897 ile gerçekleştirilen karşılaştırmada 314 genotip uyumlu olarak tanımlanmıştır. Boy karakterizasyonu için kullandığımız son işaretleyici olan 44-2080 ile yürütülen PCR analizi sonrasında, moleküler skorların ve tarla gözlemlerinin kıyaslanmasında ise 222 genotip uyumlu olarak belirlenmiştir.

2014 yılında, Antalya'dan alınan yaprak örneklerine ait moleküler analiz sonuçları ile tarla koşullarında boy ölçümleri arasında yapılan değerlendirmede, işaretleyici 23-1062 için 17, 37-1740 için 29, 40-1897 için 41 ve 44-2080 için 10 genotip uyumlu olarak tanımlanmıştır. Aynı yıl Konya'dan temin edilmiş yaprak örnekleri ile gerçekleştirilen moleküler analiz sonuçları ve tarla koşullarında gerçekleştirilen bitki boyu gözlemleri arasında ise 23-1062 için 18, 37-1740 için 30, 40-1897 için 44 ve 44-2080 için 5 genotip uyumlu olarak belirlenmiştir.

4.4. Afit Tür Teşhisi

Antalya ve Konya'dan alınan afit örnekleri Zirai Mücadele Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü laboratuvarında teşhis edilmiştir. Antalya'dan alınan afit örneğinin *Rhopalosiphum maidis*, mısır yaprak afiti olduğu, Konya'dan alınan örneğin ise *Rhopalosiphum padi* olduğu belirlenmiştir.

4.5. Tarla Koşullarında Afit Dayanıklılık Gözlemleri

Tarla koşullarında, afit zararlısına karşı yürütülen dayanıklılık gözlemleri 2015 yetiştirme yılında Antalya ve Konya'da gerçekleştirilmiştir. Seçilen 62 genotipten oluşan deneme setinde yapılan gözlemler sırasında afit yoğunluğunun daha çok bitki tohum oluşturmada önceki dönemde olduğunu özellikle bitki sapında mumsu tabakanın oluşmasından sonra afit yoğunluğunun ciddi oranda azalmış olduğu gözlemlenmiştir. Afıt

yoğunluğunun çok olduğu bitkilerde yapışkan bir madde olan fumajin salgıları ve yaprak kıvrılmaları olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.2).



(a)



(b)

Şekil 4.2. Afit zararlısının fumajin oluşumuna (a) ve yaprak kıvrılmasına (b) neden olduğu görüntüler

Tarla dayanıklılık gözlemlerinin değerlendirilmesi sonucunda Antalya’da 19 adet genotip ve 2 yerel çeşit skalaya göre 1. grupta değerlendirilmiş ve çok dayanıklı olarak tanımlanmıştır. 15 genotip ve 2 yerel çeşit 2. grupta değerlendirilip dayanıklı, 16 genotip ve 4 yerel çeşit 3. grupta değerlendirilip toleranslı olarak tanımlanmıştır. 4 adet genotip 4. grupta değerlendirilip hassas, 1 adet genotip ise 5. grupta değerlendirilip aşırı hassas olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.4).

Çizelge 4.4. Antalya’da gerçekleştirilen tarla koşullarında dayanıklılık gözlemlerine ait 1-5 skalasına göre skorlar

Sıra No	Genotip No	Gözlem
1	BSS5	2
2	BSS27	2
3	BSS46	1
4	BSS47	1
5	BSS55	1
6	BSS57	3
7	BSS58	3
8	BSS59	2
9	BSS62	2
10	BSS67	1
11	BSS69	2
12	BSS73	1
13	BSS78	1
14	BSS79	3
15	BSS80	4
16	BSS81	3
17	BSS82	2
18	BSS83	4
19	BSS84	1
20	BSS85	3
21	BSS86	1
22	BSS91	3
23	BSS100	3
24	BSS246	1
25	BSS312	1
26	BSS314	1
27	BSS320	3
28	BSS325	5
29	BSS331	2
30	BSS332	3
31	BSS336	2
32	BSS359	3
33	BSS367	2
34	BSS376	2
35	BSS402	1
36	BSS410	3
37	BSS422	2
38	BSS423	1
39	BSS424	1
40	BSS429	1
41	BSS456	4
42	BSS473	1
43	BSS474	1

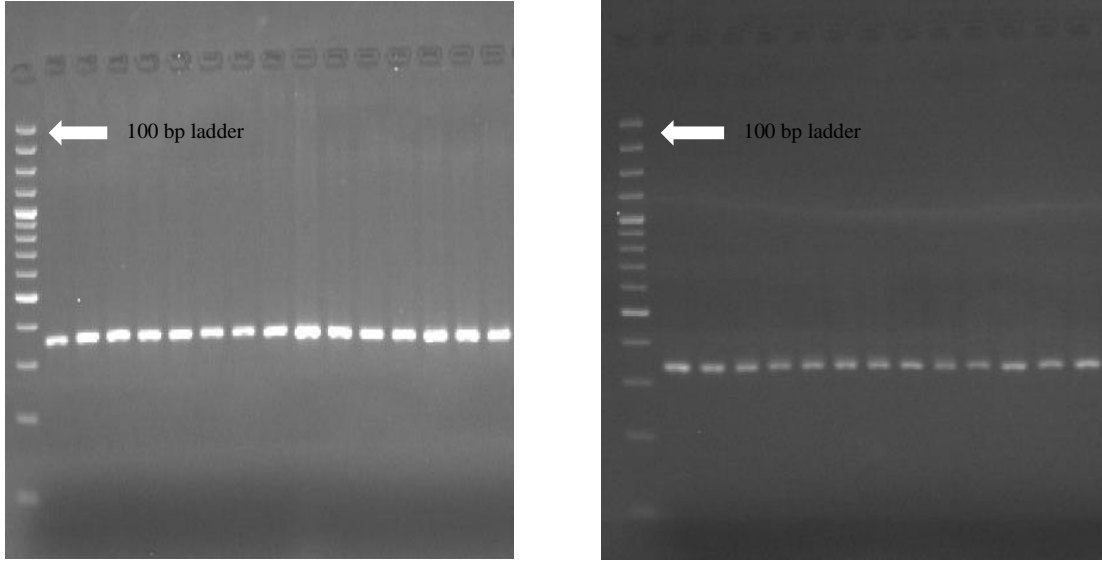
Çizelge 4.4'ün Devamı

Sıra No	Genotip No	Gözlem
44	BSS476	3
45	BSS497	4
46	BSS505	2
47	BSS507	1
48	BSS508	2
49	BSS510	1
50	BSS515	3
51	BSS517	3
52	BSS518	3
53	BSS532	3
54	ROX	2
55	Aldarı	3
56	Akdarı	2
57	Beydarı	1
58	Ö.	3
59	E. S.	3
60	G. 80	1
61	Leoti	3
62	Nes	3

Konya'da gerçekleştirilen dayanıklılık gözleminde ise 2 genotip (BSS58 ve BSS507) dayanıklı olarak belirlenmiştir. Ayrıca BSS507 nolu genotip her iki yerde de dayanıklı olarak tanımlanmıştır.

4.6. Afıt Zararına Karşı Dayanıklı Genotiplerin Moleküler İşaretleyiciler Yardımıyla Belirlenmesi

Sorgumda afıt zararına karşı dayanıklılık gösteren genotiplerin moleküler işaretleyicilerle belirlenebilmesi amacıyla Chang vd (2012) tarafından geliştirilen işaretleyici, bu tez çalışmasında kullanılmıştır. Moleküler taramalar sonucunda, agaroz jelin bant profillerini ayırma gücü yeterli olmamış ve ilgili işaretleyici bölgesinde (350 bp) sadece tek bir bant gözlemlenmiştir (Şekil 4.2). İyi bir ayırma sağlanması için PCR ürünleri *Fragment Analyzer*TM cihazında da tekrar görüntülenmiştir. Cihazdan elde edilen sonuçlarda, afıt (*Melanaphis sacchari* (Zehntner)) zararına karşı dayanıklı genotiplerde 350 bp'lik bölgede ilave bir bant daha olduğu gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre koleksiyonda ekstra banta sahip 91 adet genotip, afıt zararına karşı dayanıklı olarak belirlenmiştir. Bu genotiplerin 27 tanesi USDA gen bankasından temin edilmiş olup çoğunlukla Etiyopya, 61 adet genotip ise ICRISAT gen bankasından sağlanmış ve çoğunluğu Güney Afrika, Svaziland ve Lesoto orjinlidir. Dayanıklı olarak belirlediğimiz 3 genotip ise yerel çeşitlerimiz arasında yer almaktadır (Çizelge 4.5) (Şekil 4.3). 470 genotipte ise ekstra bant gözlemlenmemiş ve afıt zararlısına karşı hassas olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.3. PCR analizi sonrası agaroz jel görüntüsü

Çizelge 4.5. Koleksiyonun afit zararına dayanıklılık bakımından moleküler analiz sonuçları

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
1	BSS1	USDA	H
2	BSS2	USDA	H
3	BSS3	USDA	D
4	BSS4	USDA	H
5	BSS5	USDA	D
6	BSS6	USDA	H
7	BSS7	USDA	H
8	BSS8	USDA	D
9	BSS9	USDA	H
10	BSS10	USDA	H
11	BSS11	USDA	H
12	BSS12	USDA	H
13	BSS13	USDA	H
14	BSS14	USDA	H
15	BSS15	USDA	H
16	BSS16	USDA	H
17	BSS17	USDA	H
18	BSS18	USDA	H
19	BSS19	USDA	H
20	BSS20	USDA	H
21	BSS21	USDA	H
22	BSS22	USDA	H
23	BSS23	USDA	H
24	BSS24	USDA	H

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
25	BSS25	USDA	H
26	BSS26	USDA	H
27	BSS27	USDA	D
28	BSS28	USDA	H
29	BSS29	USDA	H
30	BSS30	USDA	H
31	BSS31	USDA	H
32	BSS32	USDA	H
33	BSS33	USDA	H
34	BSS34	USDA	H
35	BSS35	USDA	H
36	BSS36	USDA	H
37	BSS37	USDA	H
38	BSS38	USDA	H
39	BSS39	USDA	D
40	BSS40	USDA	H
41	BSS41	USDA	D
42	BSS42	USDA	H
43	BSS43	USDA	H
44	BSS44	USDA	H
45	BSS45	USDA	H
46	BSS46	USDA	H
47	BSS47	USDA	H
48	BSS48	USDA	H
49	BSS49	USDA	H
50	BSS50	USDA	H
51	BSS52	USDA	H
52	BSS53	USDA	H
53	BSS54	USDA	H
54	BSS55	USDA	D
55	BSS56	USDA	H
56	BSS57	USDA	H
57	BSS58	USDA	H
58	BSS59	USDA	D
59	BSS60	USDA	H
60	BSS61	USDA	H
61	BSS62	USDA	H
62	BSS63	USDA	H
63	BSS64	USDA	H
64	BSS66	USDA	H
65	BSS67	USDA	H
66	BSS68	USDA	D

Devamı Arkada

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
67	BSS69	USDA	H
68	BSS70	USDA	H
69	BSS71	USDA	D
70	BSS72	USDA	D
71	BSS73	USDA	H
72	BSS74	USDA	H
73	BSS75	USDA	H
74	BSS76	USDA	H
75	BSS77	USDA	H
76	BSS78	USDA	H
77	BSS79	USDA	D
78	BSS80	USDA	D
79	BSS81	USDA	H
80	BSS82	USDA	D
81	BSS83	USDA	D
82	BSS84	USDA	H
83	BSS85	USDA	H
84	BSS86	USDA	H
85	BSS87	USDA	H
86	BSS88	USDA	H
87	BSS89	USDA	H
88	BSS90	USDA	H
89	BSS91	USDA	H
90	BSS92	USDA	H
91	BSS93	USDA	D
92	BSS94	USDA	H
93	BSS95	USDA	H
94	BSS97	USDA	H
95	BSS98	USDA	H
96	BSS99	USDA	D
97	BSS100	USDA	D
98	BSS101	USDA	H
99	BSS102	USDA	H
100	BSS103	USDA	H
101	BSS104	USDA	H
102	BSS105	USDA	H
103	BSS106	USDA	H
104	BSS107	USDA	H
105	BSS108	USDA	H
106	BSS109	USDA	H
107	BSS110	USDA	H
108	BSS111	USDA	H
109	BSS112	USDA	H

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
110	BSS113	USDA	H
111	BSS114	USDA	H
112	BSS115	USDA	H
113	BSS116	USDA	H
114	BSS117	USDA	H
115	BSS118	USDA	D
116	BSS119	USDA	H
117	BSS120	USDA	D
118	BSS121	USDA	H
119	BSS122	USDA	H
120	BSS123	USDA	H
121	BSS124	USDA	H
122	BSS125	USDA	H
123	BSS126	USDA	H
124	BSS127	USDA	H
125	BSS128	USDA	H
126	BSS129	USDA	H
127	BSS130	USDA	H
128	BSS131	USDA	H
129	BSS132	USDA	H
130	BSS133	USDA	H
131	BSS134	USDA	H
132	BSS135	USDA	H
133	BSS136	USDA	H
134	BSS137	USDA	H
135	BSS138	USDA	H
136	BSS139	USDA	H
137	BSS140	USDA	H
138	BSS141	USDA	H
139	BSS142	USDA	H
140	BSS143	USDA	H
141	BSS144	USDA	H
142	BSS145	USDA	H
143	BSS146	USDA	H
144	BSS147	USDA	H
145	BSS148	USDA	H
146	BSS149	USDA	H
147	BSS150	USDA	H
148	BSS151	USDA	H
149	BSS152	USDA	H
150	BSS153	USDA	H
151	BSS154	USDA	H

Devamı Arkada

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
152	BSS155	USDA	H
153	BSS156	USDA	H
154	BSS157	USDA	H
155	BSS158	USDA	H
156	BSS159	USDA	H
157	BSS160	USDA	H
158	BSS161	USDA	H
159	BSS162	USDA	H
160	BSS163	USDA	H
161	BSS164	USDA	H
162	BSS165	USDA	H
163	BSS166	USDA	H
164	BSS167	USDA	H
165	BSS168	USDA	H
166	BSS169	USDA	H
167	BSS170	USDA	H
168	BSS171	USDA	H
169	BSS172	USDA	H
170	BSS173	USDA	H
171	BSS174	USDA	H
172	BSS175	USDA	H
173	BSS176	USDA	H
174	BSS177	USDA	H
175	BSS178	USDA	H
176	BSS179	USDA	H
177	BSS180	USDA	H
178	BSS181	USDA	H
179	BSS182	USDA	H
180	BSS183	USDA	H
181	BSS184	USDA	H
182	BSS185	USDA	H
183	BSS186	USDA	H
184	BSS187	USDA	H
185	BSS188	USDA	H
186	BSS189	USDA	H
187	BSS190	USDA	H
188	BSS191	USDA	H
189	BSS192	USDA	H
190	BSS193	USDA	H
191	BSS194	USDA	H
192	BSS195	USDA	H
193	BSS196	USDA	H
194	BSS197	USDA	H

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
195	BSS198	USDA	H
196	BSS199	USDA	H
197	BSS200	USDA	D
198	BSS201	USDA	H
199	BSS202	USDA	H
200	BSS203	USDA	H
201	BSS204	USDA	H
202	BSS205	USDA	H
203	BSS206	USDA	H
204	BSS207	USDA	H
205	BSS208	USDA	H
206	BSS209	USDA	H
207	BSS210	USDA	H
208	BSS211	USDA	H
209	BSS212	USDA	H
210	BSS213	USDA	H
211	BSS214	USDA	H
212	BSS215	USDA	H
213	BSS216	USDA	H
214	BSS217	USDA	H
215	BSS218	USDA	H
216	BSS219	USDA	H
217	BSS220	USDA	H
218	BSS221	USDA	H
219	BSS222	USDA	H
220	BSS223	USDA	D
221	BSS224	USDA	H
222	BSS225	USDA	H
223	BSS226	USDA	H
224	BSS227	USDA	H
225	BSS228	USDA	H
226	BSS229	USDA	H
227	BSS230	USDA	H
228	BSS231	USDA	H
229	BSS232	USDA	H
230	BSS233	USDA	H
231	BSS234	USDA	H
232	BSS235	USDA	H
233	BSS236	USDA	H
234	BSS237	USDA	H
235	BSS238	USDA	H
236	BSS239	USDA	H

Devamı Arkada

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
237	BSS240	USDA	H
238	BSS241	USDA	H
239	BSS242	USDA	D
240	BSS243	USDA	H
241	BSS244	USDA	H
242	BSS245	USDA	H
243	BSS246	USDA	D
244	BSS247	USDA	H
245	BSS248	USDA	H
246	BSS249	USDA	H
247	BSS250	USDA	H
248	BSS251	USDA	H
249	BSS252	USDA	H
250	BSS253	USDA	H
251	BSS254	USDA	H
252	BSS255	USDA	H
253	BSS256	USDA	H
254	BSS257	USDA	H
255	BSS258	USDA	H
256	BSS259	USDA	H
257	BSS260	USDA	H
258	BSS261	USDA	H
259	BSS262	USDA	H
260	BSS263	USDA	H
261	BSS264	USDA	H
262	BSS265	USDA	D
263	BSS266	USDA	H
264	BSS267	USDA	H
265	BSS268	USDA	H
266	BSS269	USDA	H
267	BSS270	USDA	H
268	BSS271	USDA	H
269	BSS272	USDA	H
270	BSS273	USDA	H
271	BSS274	USDA	H
272	BSS275	USDA	D
273	BSS276	USDA	H
274	BSS277	USDA	H
275	BSS278	USDA	H
276	BSS279	USDA	H
277	BSS280	USDA	H
278	BSS281	USDA	H
279	BSS282	USDA	H

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
280	BSS283	USDA	H
281	BSS284	USDA	H
282	BSS285	USDA	H
283	BSS286	USDA	H
284	BSS287	USDA	H
285	BSS288	USDA	H
286	BSS289	USDA	H
287	BSS290	USDA	H
288	BSS291	USDA	H
289	BSS292	USDA	H
290	BSS293	USDA	H
291	BSS294	USDA	H
292	BSS295	USDA	H
293	BSS296	USDA	H
294	BSS297	USDA	H
295	BSS298	USDA	H
296	BSS299	USDA	H
297	BSS300	USDA	H
298	BSS301	USDA	H
299	BSS302	USDA	H
300	BSS303	USDA	H
301	BSS304	USDA	H
302	BSS305	USDA	H
303	BSS306	USDA	H
304	BSS307	USDA	H
305	BSS308	USDA	H
306	BSS309	USDA	H
307	BSS310	USDA	H
308	BSS311	USDA	D
309	BSS312	USDA	H
310	BSS313	ICRISAT	H
311	BSS314	ICRISAT	D
312	BSS315	ICRISAT	H
313	BSS316	ICRISAT	H
314	BSS317	ICRISAT	H
315	BSS318	ICRISAT	H
316	BSS319	ICRISAT	H
317	BSS320	ICRISAT	H
318	BSS321	ICRISAT	D
319	BSS322	ICRISAT	D
320	BSS323	ICRISAT	H
321	BSS324	ICRISAT	H

Devamı Arkada

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
322	BSS325	ICRISAT	D
323	BSS326	ICRISAT	H
324	BSS327	ICRISAT	H
325	BSS328	ICRISAT	H
326	BSS329	ICRISAT	H
327	BSS330	ICRISAT	H
328	BSS331	ICRISAT	H
329	BSS332	ICRISAT	H
330	BSS333	ICRISAT	H
331	BSS334	ICRISAT	H
332	BSS335	ICRISAT	H
333	BSS336	ICRISAT	H
334	BSS337	ICRISAT	H
335	BSS338	ICRISAT	H
336	BSS339	ICRISAT	H
337	BSS340	ICRISAT	H
338	BSS341	ICRISAT	H
339	BSS342	ICRISAT	H
340	BSS343	ICRISAT	H
341	BSS344	ICRISAT	H
342	BSS345	ICRISAT	H
343	BSS346	ICRISAT	H
344	BSS347	ICRISAT	H
345	BSS348	ICRISAT	H
346	BSS349	ICRISAT	H
347	BSS350	ICRISAT	H
348	BSS351	ICRISAT	H
349	BSS352	ICRISAT	H
350	BSS353	ICRISAT	H
351	BSS354	ICRISAT	H
352	BSS355	ICRISAT	H
353	BSS356	ICRISAT	H
354	BSS357	ICRISAT	H
355	BSS358	ICRISAT	H
356	BSS359	ICRISAT	H
357	BSS360	ICRISAT	D
358	BSS361	ICRISAT	H
359	BSS362	ICRISAT	H
360	BSS363	ICRISAT	D
361	BSS364	ICRISAT	D
362	BSS365	ICRISAT	H
363	BSS366	ICRISAT	H
364	BSS367	ICRISAT	H

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
365	BSS368	ICRISAT	H
366	BSS369	ICRISAT	H
367	BSS370	ICRISAT	H
368	BSS371	ICRISAT	H
369	BSS372	ICRISAT	H
370	BSS373	ICRISAT	H
371	BSS374	ICRISAT	H
372	BSS375	ICRISAT	H
373	BSS376	ICRISAT	H
374	BSS377	ICRISAT	H
375	BSS378	ICRISAT	H
376	BSS379	ICRISAT	H
377	BSS380	ICRISAT	H
378	BSS381	ICRISAT	H
379	BSS382	ICRISAT	H
380	BSS383	ICRISAT	H
381	BSS384	ICRISAT	H
382	BSS385	ICRISAT	H
383	BSS386	ICRISAT	H
384	BSS387	ICRISAT	D
385	BSS388	ICRISAT	D
386	BSS389	ICRISAT	H
387	BSS390	ICRISAT	D
388	BSS391	ICRISAT	D
389	BSS392	ICRISAT	H
390	BSS393	ICRISAT	D
391	BSS394	ICRISAT	H
392	BSS395	ICRISAT	H
393	BSS396	ICRISAT	H
394	BSS397	ICRISAT	H
395	BSS398	ICRISAT	H
396	BSS399	ICRISAT	H
397	BSS400	ICRISAT	H
398	BSS401	ICRISAT	H
399	BSS402	ICRISAT	D
400	BSS403	ICRISAT	H
401	BSS404	ICRISAT	H
402	BSS405	ICRISAT	H
403	BSS406	ICRISAT	H
404	BSS407	ICRISAT	H
405	BSS408	ICRISAT	H
406	BSS409	ICRISAT	D

Devamı Arkada

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
407	BSS410	ICRISAT	D
408	BSS411	ICRISAT	D
409	BSS412	ICRISAT	D
410	BSS413	ICRISAT	D
411	BSS414	ICRISAT	H
412	BSS415	ICRISAT	H
413	BSS416	ICRISAT	H
414	BSS417	ICRISAT	H
415	BSS418	ICRISAT	H
416	BSS419	ICRISAT	H
417	BSS420	ICRISAT	H
418	BSS421	ICRISAT	H
419	BSS422	ICRISAT	H
420	BSS423	ICRISAT	D
421	BSS424	ICRISAT	H
422	BSS425	ICRISAT	D
423	BSS426	ICRISAT	H
424	BSS427	ICRISAT	H
425	BSS428	ICRISAT	H
426	BSS429	ICRISAT	H
427	BSS430	ICRISAT	H
428	BSS431	ICRISAT	H
429	BSS432	ICRISAT	D
430	BSS433	ICRISAT	D
431	BSS434	ICRISAT	D
432	BSS435	ICRISAT	H
433	BSS436	ICRISAT	H
434	BSS437	ICRISAT	H
435	BSS438	ICRISAT	H
436	BSS439	ICRISAT	D
437	BSS440	ICRISAT	H
438	BSS441	ICRISAT	H
439	BSS442	ICRISAT	H
440	BSS443	ICRISAT	H
441	BSS444	ICRISAT	H
442	BSS445	ICRISAT	D
443	BSS446	ICRISAT	H
444	BSS447	ICRISAT	H
445	BSS448	ICRISAT	H
446	BSS449	ICRISAT	H
447	BSS450	ICRISAT	H
448	BSS451	ICRISAT	H
449	BSS452	ICRISAT	H

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
450	BSS453	ICRISAT	H
451	BSS454	ICRISAT	D
452	BSS455	ICRISAT	H
453	BSS456	ICRISAT	D
454	BSS457	ICRISAT	D
455	BSS458	ICRISAT	H
456	BSS459	ICRISAT	H
457	BSS460	ICRISAT	H
458	BSS461	ICRISAT	H
459	BSS462	ICRISAT	H
460	BSS463	ICRISAT	H
461	BSS464	ICRISAT	H
462	BSS465	ICRISAT	H
463	BSS466	ICRISAT	D
464	BSS467	ICRISAT	H
465	BSS468	ICRISAT	H
466	BSS469	ICRISAT	H
467	BSS470	ICRISAT	H
468	BSS471	ICRISAT	H
469	BSS472	ICRISAT	H
470	BSS473	ICRISAT	D
471	BSS474	ICRISAT	D
472	BSS475	ICRISAT	D
473	BSS476	ICRISAT	D
474	BSS477	ICRISAT	H
475	BSS478	ICRISAT	H
476	BSS479	ICRISAT	D
477	BSS480	ICRISAT	H
478	BSS481	ICRISAT	D
479	BSS482	ICRISAT	D
480	BSS483	ICRISAT	H
481	BSS484	ICRISAT	H
482	BSS485	ICRISAT	H
483	BSS486	ICRISAT	H
484	BSS487	ICRISAT	H
485	BSS488	ICRISAT	H
486	BSS489	ICRISAT	H
487	BSS490	ICRISAT	H
488	BSS491	ICRISAT	H
489	BSS492	ICRISAT	H
490	BSS493	ICRISAT	H
491	BSS494	ICRISAT	D

Devamı Arkada

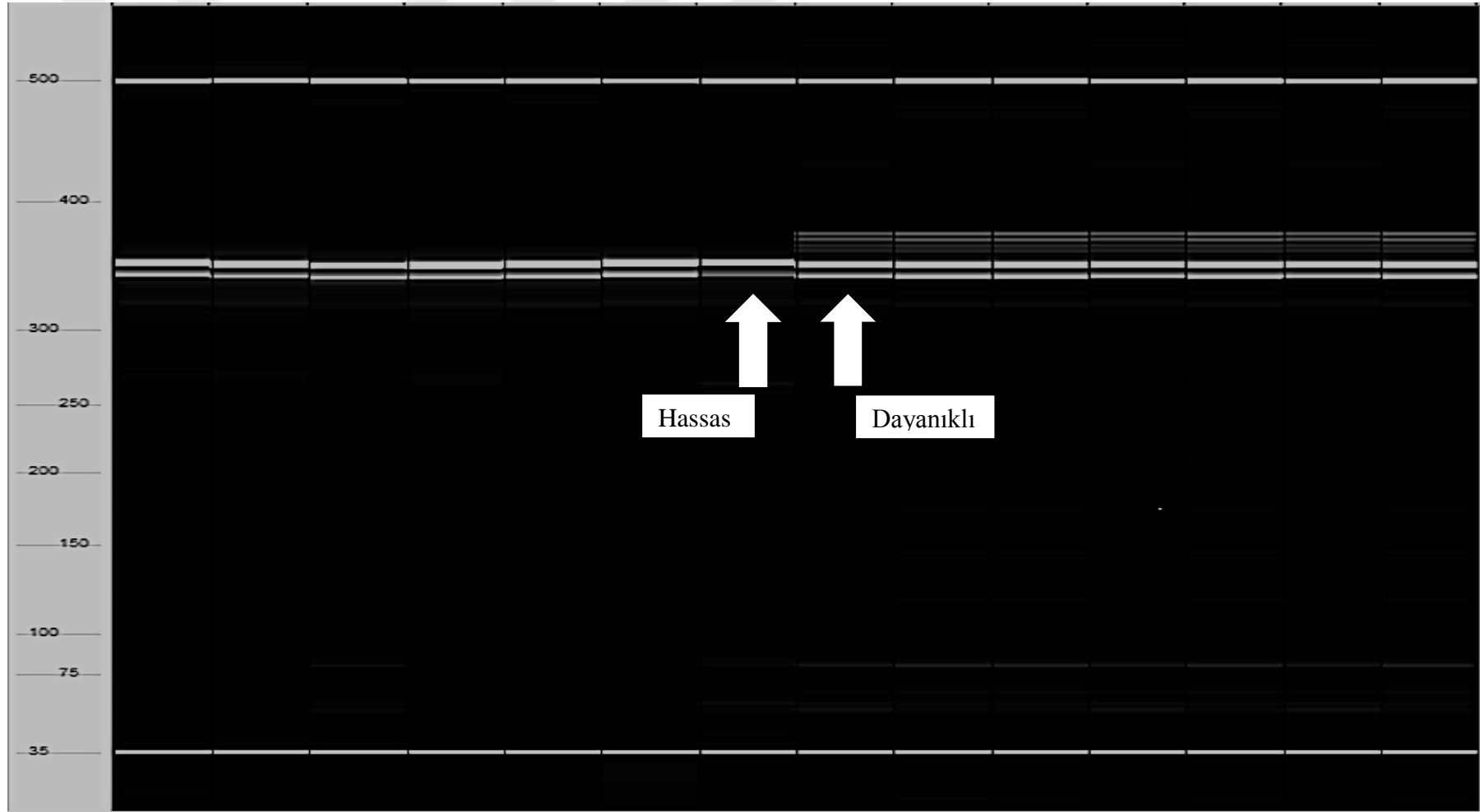
Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
492	BSS495	ICRISAT	D
493	BSS496	ICRISAT	D
494	BSS497	ICRISAT	D
495	BSS498	ICRISAT	D
496	BSS499	ICRISAT	D
497	BSS500	ICRISAT	D
498	BSS501	ICRISAT	D
499	BSS502	ICRISAT	D
500	BSS503	ICRISAT	D
501	BSS504	ICRISAT	D
502	BSS505	ICRISAT	D
503	BSS506	ICRISAT	D
504	BSS507	ICRISAT	D
505	BSS508	ICRISAT	D
506	BSS509	ICRISAT	D
507	BSS510	ICRISAT	D
508	BSS511	ICRISAT	D
509	BSS512	ICRISAT	D
510	BSS513	ICRISAT	D
511	BSS514	ICRISAT	D
512	BSS515	ICRISAT	H
513	BSS516	ICRISAT	H
514	BSS517	ICRISAT	H
515	BSS518	ICRISAT	H
516	BSS519	ICRISAT	H
517	BSS520	ICRISAT	D
518	BSS521	ICRISAT	D
519	BSS522	ICRISAT	H
520	BSS523	ICRISAT	H
521	BSS524	ICRISAT	H
522	BSS525	ICRISAT	H
523	BSS526	ICRISAT	H
524	BSS527	ICRISAT	H
525	BSS528	ICRISAT	H
526	BSS529	ICRISAT	H
527	BSS530	ICRISAT	H
528	BSS531	ICRISAT	H
529	BSS532	ICRISAT	H
530	BSS533	ICRISAT	H
531	BSS534	ICRISAT	H
532	BSS535	ICRISAT	H
533	BSS536	ICRISAT	H
534	BSS537	ICRISAT	H

Çizelge 4.5'in Devamı

Sıra No	Genotip No	Gen Bankası	İşaretleyici Skoru
535	BSS538	ICRISAT	H
536	BSS539	ICRISAT	H
537	BSS540	ICRISAT	H
538	BSS541	ICRISAT	H
539	BSS542	ICRISAT	H
540	BSS543	ICRISAT	H
541	BSS544	ICRISAT	H
542	BSS545	ICRISAT	H
543	BSS546	ICRISAT	H
544	BSS547	ICRISAT	H
545	BSS548	ICRISAT	H
546	BSS549	ICRISAT	D
547	BSS550	ICRISAT	H
548	BSS551	ICRISAT	D
549	BSS552	ICRISAT	H
550	BSS553	ICRISAT	H
551	BSS554	ICRISAT	H
552	ROX	BATEM	H
553	Early Sumac	BATEM	D
554	Leoti	BATEM	H
555	Nes	BATEM	D
556	Gözde-80	BATEM	H
557	Aldarı	BATEM	H
558	Akdarı	BATEM	D
559	Beydarı	BATEM	H
560	Öğretmenoğlu	BATEM	H
561	Gülşeker	Uludağ Ü.	H

H: Afıt zararlısına karşı hassas
D: Afıt zararlısına karşı dayanıklı



Şekil 4.4. Fragment Analyzer™ ile yapılan analiz sonrasında afit zararlısına karşı belirlenen dayanıklı ve hassas genotiplere ait kapilari elektroferiz görüntüsü

5. TARTIŞMA

2013 yetiştirme yılında Antalya koşullarında yapılmış olan bitki boyu ölçümlerinde genotiplerin %64'ü uzun (ortalama 224 cm) bitki boyuna sahip olarak belirlenmiştir. 2014 yılında Konya'da yapılmış ölçümlerde genotiplerin %84'ü (ortalama bitki boyu 245 cm), Antalya'da ise %92'si uzun (ortalama bitki boyu 272 cm) boylu olarak gruplandırılmıştır. Bitki boyu karakterinin kantitatif olması ve çevre şartlarından önemli düzeyde etkilenmesi Antalya ve Konya gibi iki farklı çevrede beklenildiği gibi farklı sonuçların elde edilmesine yol açmıştır. Buna benzer bir çalışma Wang vd (2012) tarafından yürütülmüş olup ICRISAT gen bankasından temin ettikleri 216 sorgum genotipinin %10'unu kullanarak oluşturdukları mini koleksiyonunun Louisiana Üniversitesinin seralarında ve ICRISAT gen bankasının arazilerinde olmak üzere 2 farklı yerde bitki boyu ölçümlerini gerçekleştirmişlerdir. Yürütülen tez çalışmasında ki uzun genotiplere ait ortalama bitki boyu verilerinin daha yüksek değerlere (Louisiana, 440 cm; ICRISAT, 305 cm) sahip olduğu görülmektedir. Upadhyaya vd (2009) 242 sorgum genotipini kullanmışlar ve bitki boyu ortalamasını 234 cm olarak belirlemişlerdir. Kaplan vd (2014) bu çalışmada yer alan genotipler arasından 3 genotipi ortak olarak kullanmışlar (3 genotipin bitki boyuna ait 2 yıl ortalaması: NES için 209 cm, ROX için 182 ve GÖZDE-80 için 260 cm) ve elde edilen sonuçlar kıyaslandığında, çalışmamızda yer alan Antalya ile Konya'ya ve genotiplere ait boy değerlerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Keskin vd (2004) 4 adet sorgum x sudan otu melezine ait genotipleri kullanarak Van koşullarında yürüttükleri ve çalışmamız ile ortak 1 adet genotip bulunan çalışmada 2 yıla ait bitki boyu ortalaması verilerinin (GÖZDE-80; 194.0 cm, P-988; 214.7 cm, Grazer; 207.1 cm, Grass II; 214.0 cm) daha düşük değerde olduğu görülmektedir. Balabanlı ve Türk (2005) Isparta koşullarında, bu çalışmada kullanılan Rox, Early Sumac, Gözde-80'nin de dahil olduğu 4 çeşiti genetik materyal olarak kullanmışlar; bitki boyu ölçümlerinde 2 yetiştirme yılına ait ortalamaları Rox için 178 cm, Early Sumac için 190 cm, Gözde-80 için 222 cm ve Sugar Leaf için 222 cm olarak belirlemişlerdir. Görüldüğü gibi, bu çalışmada bitki boyu özelliğine ait bulgular bazı çalışmaların verilerine göre düşük iken bazı araştırmaların verilerinden daha yüksektir. Genotipler arasında bitki boyu bakımından ortaya çıkan bu farklılıklar, çeşitlerin genetik yapılarından ve yetiştirildikleri çevre koşullarının farklı olması, genotip x çevre etkileşim ile açıklanabilir (Tosun ve Özbilen 1991, Balabanlı 2000).

Çalışmamızda bitki boyu karakteri ile ilişkili yapılan moleküler analizlerde 4 farklı SSR işaretleyici kullanılmıştır (Wang 2012). Analiz sonuçları ile tarla koşullarında gerçekleştirilen bitki boyu ölçümleri karşılaştırmasında 2013 yılı verilerinde yaklaşık %50, 2014 Antalya ve Konya'da yaklaşık %39 oranında uyumluluk belirlenmiştir. Benzer bir çalışmada, Wang vd (2012) ICRISAT gen bankasından temin ettikleri farklı genotiplerin bulunduğu koleksiyonu 2 farklı yerde yetiştirilmiş, benzer 4 SSR işaretleyici kullanmışlardır. ICRISAT'da moleküler analizler ile fenotipik gözlemler arasındaki uyum oranını; işaretleyici 37-1740 için %19.4, işaretleyici 40-1897 için %26.5, işaretleyici 23-1062 için %34.6, işaretleyici 44-2080 için %14.8 olarak belirlediklerini ifade etmişlerdir. Louisiana Üniversitesi'nde yapılan analizler için elde ettikleri sonuç; işaretleyici 37-1740 için %1.5, işaretleyici 40-1897 için %13.9, işaretleyici 23-1062 için %10.7, işaretleyici 44-2080 için %4.3 olarak belirlemişlerdir. Genel itibarıyla Wang vd (2012) tarafından yürütülen çalışmada işaretleyicilerin etkinlik oranları (ICRISAT için %28.8, Louisiana Üniversitesi için %7.6) daha düşük değerlerde olduğu gözlenmiştir.

Oluşan bu farklılıklar sorgum bitkisinde bitki boyu genetiğinin kantitatif kalıtımı olduğunu doğrulamaktadır.

Sorgum, yüksek miktarda biyokütle üretimi ile biyoyakıt için uygun bir bitki olarak görülmektedir (Rooney vd 2007, Saballos 2008). Murray (2008) ve Zhao (2009) yapmış oldukları çalışmalarında sorgumun enerji bitkisi olarak kullanılması aşamasında ilk olarak biyokütle miktarının artırılması gerektiğini, bitki boyu ile pozitif ilişki içerisinde olan bu özelliğin, uzun bitki boyu özelliğine sahip genotipler ile istenilen amaca ulaşmayı sağlayacağını bildirmişlerdir. Mullis ve Faloon (1987) tarafından PCR'ın keşfinden sonra işaretleyici destekli seleksiyon (MAS) çalışmaları kolaylaşmış (Joshi 2000) ve MAS'ın bitki materyallerinin seleksiyonu için en iyi araç olduğu sonucuna varılmıştır (Ovesna vd 2002). Bitki boyu gibi kantitatif karakterlerin birden fazla lokustaki genler tarafından idare edilmeleri, her bir lokusun etki derecesinin farklı olması ve çevre şartlarından fazla etkilenmeleri nedeniyle; geleneksel yöntemlerle ıslah çalışmalarında belirlenmeleri ve aktarılması oldukça zor ve uzun yıllar gerektiren bir olaydır (İşçi 2008). Paterson vd (1988) ile Lander ve Botstein (1989) yapmış oldukları çalışmalarında homozigot hatları farklı çevre şartlarında yetiştirmeleri sonucunda her bir lokusun etki derecesini belirlemişler ve bu lokusların 10-30 cM aralık düzeyinde tahmini yerlerini kromozomlar üzerinde tespit etmişlerdir. Bu sayede, çok gen tarafından idare edilen karmaşık karakterler olan bitki boyu, biyokütle üretimi, verim gibi kantitatif özelliklerin değerlendirilmesi QTL analizleri ile mümkün hale gelmiştir. Sorgumda bitki boyu karakterinin 4 lokus tarafından (*Dw1*, *Dw2*, *Dw3*, *Dw4*) etkilenildiği Quinby ve Karper (1954) tarafından belirtilmiş olup, Brown (2006) ve Murray (2008) tarafından *Dw3*, kromozom 7 üzerinde bitki boyu QTL'i ile birlikte yer almakta olduğunu; Feltus (2006) ve Klein (2008) *Dw2* ise kromozom 6 üzerinde bir QTL ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Brown (2008) ilişki harıtalaması tekniğini ile kromozom 9 üzerinde 377 sorgum genotipi ve 49 SSR işaretleyici kullanarak bitki boyu QTL'ini harıtalamıştır. Başka bir çalışmada, %41 oranında bitki boyu varyasyonunu açıklayan SBI-06 ve SBI-07 kromozomları üzerinde olan 2 ana QTL belirlenmiştir (Madhusudhana ve Patil 2013). Murray vd (2009) ise daha önce gerçekleştirilmiş QTL çalışmalarıyla desteklenen (Lin vd 1995, Pereira ve Lee 1995, Brown vd 2006, Feltus vd 2006) kromozom 6 ve 9 üzerinde, 125 sorgum genotipi kullanılarak, 47 SSR ve 322 SNP işaretleyicileri ile bitki boyu karakteri için 3 önemli ilişki belirlemiştir. Ayrıca, bitki boyu karakteri ile önemli derecede ilişkili ve GA 2 0xidase ile arasında 382 kb olan, RFLP işaretleyici Murray vd (2009); 255 kb mesafede olan pSB416 RFLP işaretleyici Feltus vd (2006) tarafındangeliştirilmiştir. Bitki boyu karakteri diğer birçok karakterle etkileşim içinde olup, Murray vd (2009) çiçeklenme özelliği karakterinin boy karakteriyle önemli oranda ilişkili olduğunu belirtmiştir. Bitki boyu karakteri ile ilişkili olan *Dw3* kısa boyluluk geninin pleotropik etkisi kardeşlenme sayısını ve tane büyüklüğünü etkilemektedir (Casady 1965, Hadley vd 1965). Ayrıca bitki boyu ve tane verimi arasındaki pozitif ilişkinin varlığını açıklayan birçok çalışma yürütülmüş (Graham ve Lessman 1966, Campbell ve Casady 1969, Jordan vd 2003) ve sorgumda bitki boyunun genel olarak verimi etkilediği sonucunu desteklemiştir (Campbell vd 1975).

Abiyotik ve biyotik stres etmenlerine dayanıklılık önemli bir tarımsal özelliktir. Biyotik stres faktörlerinden biri olan zararlı dayanımı, sorgum bitkisinde afit zararı olarak önemli bir sorun teşkil etmektedir. Dünyada sorgum verimliliğine negatif etki yapan 150 den fazla böcek çeşidi bulunmakta olup 3 türü (*Melanaphis sacchari*, *Schizaphis*

graminum ve *Rhopalosiphum maidis*) ciddi zarar niteliği taşımaktadır (Young ve Teetes 1977, Sharma 1993). Bu çalışmada, moleküler analizler sonrası kullanılan Fragment analyzer™ cihazından elde edilmiş görüntülerde, koleksiyonumuzda 91 adet genotipin *Melanaphis sacchari* türündeki afit zararlısına karşı dayanıklı olduğu belirlenmiştir. 470 adet genotip ise hassas olarak tanımlanmıştır. Benzer bir çalışmada Chang vd (2012) 192 adet AFLP işaretleyicisi kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında, *EcoR* I-CTG/*Mse* I-CAT-390 olan işaretleyici afit (*Melanaphis sacchari*) zararına karşı ilişkili olarak belirlemişler ve SCAR işaretleyicisine dönüştürmüşlerdir. Aynı moleküler işaretleyici farklı bir koleksiyonda kullanarak, işaretleyici seçim etkinliğini %88.2 olarak belirlemişlerdir. *M. sacchari*'ye karşı dayanıklılığı ifade eden ve dominant bir gen olan RMES1 (*Melanaphis sacchari*'ye dayanıklı), Çin'de bulunan tane sorgumu olan Henong 16 (HN16)'da belirlenmiş (Chang vd 2006), bu sorgum kullanılarak *M. sacchari*'ye karşı hassas olan Qianshan elde edilmiştir. *M. sacchari*'ye karşı dayanıklılık çalışmalarına yol gösteren bu dayanıklılık geni 6. kromozom üzerinde haritalanmıştır (Chang vd 2006, 2012). Bu çalışma ışığında Wang vd (2013) *M. sacchari*'ye karşı dayanıklılık ile ilişkili 3 tanesi daha önce belirlenmiş olan (Li vd 2009), 5'i mikrostalit ve 2'si RJ (Repeat Junction), olan 11 adet işaretleyici belirlemişlerdir. Bu işaretleyicilerin özellikle ikisinin seçim etkinliği oldukça yüksektir (Sb6m2650 için %99.1, Sb6rj2776 için %99.4). İlgili gen bölgesine oldukça yakın (2 ve 1 cM) olan bu işaretleyiciler RMES1 lokusunun fiziksel ve genetik özelliklerinin anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Wang vd 2013).

Bu çalışmada, dayanıklılık gözlemleri sırasında böcek örnekleri alınmış ve tür tespiti yapılmıştır. Sorgum bitkisinin önemli afit zararlılarından biri olan *Rhopalosiphum maidis* Antalya'ya ait olan örnekte belirlenen türdür. Mısır yaprak afiti olarak bilinen bu zararlı genelde etkin zararını mısırdaki göstermektedir. Bu bitki için birçok dayanıklılık çalışması yapılmış (Gernert 1917, Lu vd 1999, Carena ve Glogoza 2004), çoğu çalışmada aynı zamanda sorgum içinde önemli bir zararlı olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, sorgumda zararlının görülme durumu bitkinin büyüme evrelerinde farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Fisk 1978). Asya ve Amerika'da önemli ve yaygın bir zararlı olan *Rhopalosiphum maidis* aynı zamanda mısır mozaik virüsünde taşıyıcısıdır (Fisk 1978). Konya'dan alınan örneklerde belirlenen tür ise *Rhopalosiphum padi'dir*. Genelde dayanıklılık çalışmaları buğday bitkisinde yapılmıştır (Papp ve Mesterhazy 1993).

1968 yılından bu yana sorgum bitkisine etkin zarar veren afit türlerinden bir diğeri *Schizaphis graminum* (Rondani)'dur. Özellikle ABD'de sorgum bitkisinde ciddi zararlara sebebiyet vermektedir (Teetes 1980). Çok fazla biyotipi gelişmiş olan bu zararlının biyotip I'ya karşı dayanıklı olan PI550610 hattı belirlenmiş (Andrews vd 1993) ve dayanıklılık çalışmalarına kaynak oluşturmuştur. Bununla birlikte dayanıklılık mekanizmasında birden fazla gen etkisinin mevcut olduğu bilinmektedir (Peterson 1985). Bu doğrultuda yapılan çalışmalarda *Schizaphis graminum* dayanıklılığı ile ilişkili Agrama vd (2002) biyotip I ve K afit zararına karşı fenotipik varyans %5.6 ile %38.4 olan dayanıklılık ve hassaslık QTL'i; Punnuri vd (2013) %34-82 fenotipik varyansı olan 4 major QTL ve %1 oranında fenotipik varyansı açıklayan 1 minör QTL; Wu vd (2008) fenotipik varyansı yaklaşık %55-80 ve %1-6 olan 2 major ve 1 minor QTL; Huang (2011) 2 adet QTL belirlemişlerdir. Ayrıca Li vd (2003) geliştirmiş oldukları 2 adet RAPD işaretleyicilerini SCAR işaretleyicilerine dönüştürmüşlerdir. Agrama vd (2002) 4 SSR ve 1 adet RAPD işaretleyici belirlediklerini bildirmişlerdir. Nagaraj vd (2005) dayanıklılık

içeren farklı sorgum kaynakları kullanarak, biyotip I ve K her ikisinde dayanıklılık gösteren 2 ilişki grubu üzerinde 8 QTL belirlemiştir.

Bu çalışmada tarla koşullarında ki dayanıklılık gözlemlerinde, Antalya’da 21, Konya’da ise 2 genotipin olası toleranslı olduğu değerlendirilmiştir. BSS510 genotipi ise her iki lokasyonda da skalaya göre 1 skoru almış tek genotip olmuştur. Ayrıca BSS510 moleküler analizler neticesinde *M. sacchari*’ye karşı *RMES1* dayanıklılık genini içerdiği tespit edilmiştir. Bu bilgi veriler ışığı altında BSS510 kodlu genotipin afit zararına karşı yüksek derecede toleranslı olduğu tespit edilmiştir. Sharma vd (2013) afit (*M. sacchari*) zararlısının doğal ve yapay şartlarda sorgum bitkisine bulaştırılmasını sağlayarak yaptıkları dayanıklılık gözlemlerinde farklı dayanıklılık düzeylerinde genotiplerin olduğunu ve bunlar arasından 9’unun afit zararına karşı daha az duyarlı olduklarını bildirmişlerdir. Ghuguskar vd (1999) Hindistan’da tarla koşullarında 26 adet sorgum hibritini afit zararına karşı dayanıklılığını test etmiş ve yine bu çalışmada da farklı düzeylerde dayanıklılık gösteren genotipler belirlemiştir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada, farklı kökenli 561 genotipten oluşan sorgum koleksiyonu kullanılarak afit zararına dayanıklılık bakımından moleküler analizler ve tarla koşullarında gözlemler yapılmıştır. Ayrıca farklı lokasyonlarda bitki boyu ölçümleri gerçekleştirilmiş ve boy bakımından moleküler taramalar yapılmıştır. Bu çalışma, ülkemizde enerji bitkisi olarak gelecek vaad eden sorgum için biyokütle miktarı ile pozitif ilişki içerisinde bulunan bitki boyuna ait moleküler karakterizasyonun yapılması, tarla koşullarındaki ölçümleri ile desteklenmesi adına ilktir. Dünyada önemli biyotik stres faktörlerinden biri olan afit zararına dayanıklılık çalışmalarının moleküler analizleri ile tarla gözlemlerinin yapılması ve afit tür tespitinin gerçekleştirilmesi ile de oldukça kapsamlı ve özgündür. Ayrıca afit dayanıklılık çalışmalarında kullanılmış olduğumuz Fragment Analyzer™ cihazı ile etkin bir değerlendirme yapılmış ve agaroz jelde gözlemlenemeyen dayanıklı genotipler bu cihazın sahip olduğu yüksek hassasiyetteki çözünürlük sayesinde belirlenebilmiştir.

Moleküler analizlerin sonucuna göre; 91 adet; tarla koşullarında ise Antalya'da 21 (2'si yerel çeşit), Konya'da ise 2 genotip afit zararına karşı toleranslı olarak belirlenmiştir. Tür teşhisi sonuçlarına göre Antalya'da yaşanan yoğun afit zararının *Rhopalosiphum maidis*, ve Konya'da ise *Rhopalosiphum padi* kökenli olduğu belirlenmiştir. Sadece bir genotip (BSS507) hem iki yerde de tarla gözlemlerinde hem de moleküler analizlerde dayanıklı olarak tespit edilmiştir.

Tarla koşullarında gerçekleştirilen bitki boyu ölçümlerinde ise 2013 yılında (551 genotipten) 353, 2014 yılı Antalya'da (62 genotipten) 57, Konya'da ise 52 genotip uzun olarak belirlenmiştir. Moleküler analizler ise 4 farklı işaretleyici ve farklı lokasyon ve yıllara ait yaprak örnekleri ile gerçekleştirilmiştir. Bitki boyu ölçümleri ve moleküler analiz sonuçları arasındaki uyum; 2013 yılında %53, 2014 yılında Antalya'da %39, Konya'da ise %33 olarak hesaplanmıştır.

7. KAYNAKLAR

- ACAR, R. ve YILDIRIM, A. İ. 2001. Farklı bitki sıklıklarının süpürge darısında ot verimi ve verim unsurları üzerine etkileri. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 15 (27): 128-133.
- AÇIKGÖZ, E. 1991. Yembitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları: 633-2, Ders Kitabı, Bursa, 456 s.
- AÇIKGÖZ, E. 2001. Yembitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları: 182, Ders Kitabı, Bursa, 583s.
- AGRAMA, H.A., WIDLE, G.E., REESE, J.C., CAMPBELL, L.R. and TUINSTRAN, M.R. 2002. Genetic mapping of QTLs associated with greenbug resistance and tolerance in *Sorghum bicolor*. *Theoretical and Applied Genetics*, 104: 1373-1378.
- AKHTAR, I. and KHALIQ, A. 2003. Impact of plant phenology and coccinellid predators on the population dynamic of rose Aphid *Macrosiphum rosaeiformis* Das (Aphididae: Homoptera) on Rose. *Asian Journal of Plant Sciences*, 2 (1): 119-122.
- ALMODARES, A. and SHARIF, M.E. 2007. Effects of irrigation water qualities on biomass and sugar contents of sugar beet and sweet sorghum cultivars. *Journal of Environmental Biology*, 28 (2): 213-218.
- ANDREWS, D.J., BRAMEL-COX P.J. and WILDE, G.E. 1993. New sources of resistance to greenbug, biotype I, in sorghum. *Crop Science*, 33: 198-199.
- ARSLANGİRAY, C. 1998. Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilen bazı tane sorgum (*Sorghum bicolor* L.) ve sorgum-sudanotu (*Sorghum sudanense* L.) melez çeşitlerinde azot gübrelemesinin dane ve hasıl verimine etkisi üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 69s.
- BALABANLI, C. 2000. Farklı hasat zamanlarının sorgum'un (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) hasıl verimi ile bazı agronomik özelliklerine etkisi. International Animal Nutrition Congress, 2000. 4-6 September, 404-412, Isparta.
- BALABANLI, C. ve TÜRK, M. 2005. Sorgum, sudanotu melez ve çeşitlerinin Isparta koşullarında verim ve kalite özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Dergisi*, 9 (3): 32-36.
- BALIKAI, R. 2001. Bio ecology and management of the sorghum aphid, *Melanaphis sacchari*. Ph.D. Thesis, University of Agricultural Sciences, India, 203 p.
- BALIKAI, R.A. 2003. Evaluation of new insecticides for the management of shootfly, *Atherigona soccata* (Rondani) on rabi sorghum. Institute of Agricultural Sciences, Banaras Hindu University, Varanasi, UP (India), 128-129

- BAYTEKİN, H. 1990. Çukurova koşullarında 2. ürün olarak yetiştirilen tane ve silaj sorgum çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal karakterler ile karakterler arasındaki ilişkilerin saptanması. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, 266s.
- BEAN, B., MCCOLLUM, T., PIETSCH, D., ROWLAND, M., PORTER, B. and VANMETER, R. 2002. Texas Panhandle Forage Sorghum Silage Trial. The Agriculture Program of Texas A&M University System.
- BENNETT, F.W. 1990. Modern grain sorghum production. *University of Iowa Press*, Iowa City, 178 p.
- BENNETT, A. S. and ANEX, N. P. 2009. Production, transportation and milling cost of sweet sorghum as a feedstock for centralized bioethanol production in the upper Midwest. *Bioreseource Tecnology*, 100: 1595-1607.
- BIEMELT, S., TSCHIERSCHE, H. and SONNEWALD, U. 2004. Impact of altered gibberellin metabolism on biomass accumulation, lignin biosynthesis, and photosynthesis in transgenic tobacco plants. *Plant Physiology*, 135: 254-265.
- BLACKMAN, R.L. and EASTOP, V.F. 2000. Aphids on the world crop pests: an identification and information guide. Department of Entomology, British Museum (Natural History), London, United Kingdom, 476 p.
- BORRELL, A.K., HAMMER, G.L. and HENZELL, R.G. 2000. Does maintaining green leaf area in sorghum improve yield under drought? II. Dry matter production and yield. *Crop Science*, 40: 1037-1048.
- BOWLING, R., WILDE, G.E., HARVEY, T.L., SLODERBECK, P., BELL, K.O., MORRISON, W.P. and BROOKS, H.L. 1994. Occurrence of greenbug (Homoptera: Aphididae) biotypes E and I in Kansas, Texas, Nebraska, Colorado, and Oklahoma. *Journal of Economic Entomology*, 87: 1696-1700.
- BROWN, P.J., KLEIN, P.E., BORTIRI, E., ACHARYA, C.B., ROONEY, W.L. and KRESOVICH, S. 2006. Inheritance of inflorescence architecture in sorghum. *Theoretical and Applied Genetics*, 113: 931-942.
- BROWN, P.J., ROONEY, W.L., FRANKS, C. and KRESOVICH, S. 2008. Efficient mapping of plant height quantitative trait loci in a sorghum association population with introgressed dwarfing genes. *Genetics Society of America*, 180: 629-637.
- BUSOV, V.B., MEILAN, R., PEARCE, D.W., MA, C., ROOD, S.B. and STRAUSS, S.H. 2003. Activation tagging of a dominant gibberellin catabolism gene (GA 2-oxidase) from poplar that regulates tree stature. *Plant Physiology*, 132: 1283-1291.

- CAMPBELL, L.G. and CASADY, A.J. 1969. Effects of a single height gene (*Dw3*) of *Sorghum bicolor* (L.) Moench at 1-dwarf and 2-dwarf height levels. *Crop Science*, 9: 828-830.
- CAMPBELL, L.G., CASADY, A.J. and CROOK, W.J. 1975. Effects of a single height gene (*Dw3*) of sorghum on certain agronomic characters. *Crop Science*, 15: 595-599.
- CARENA, M.J. and GLOGOZA, P. 2004. Resistance of maize to the corn leaf aphid: A review. *Maydica*, 49: 241-254.
- CASA, A.M., PRESSOIR, G., BROWN, P.J., MITCHELL, S.E., ROONEY, W.L., TUINSTRA, M.R., FRANKSD, C.D. and KRESOVICH, S. 2008. Community resources and strategies for association mapping in sorghum. *Crop Science*, 48: 30-40.
- CASADY, A.J. 1965. Effect of a single height (*Dw*) gene of sorghum on grain yield, grain yield components, and test weight. *Crop Science*, 5: 385-388.
- CASADY, A.J. 1967. Effects of a single height gene (*Dw3*) of *Sorghum vulgare* Pers. on certain culm and leaf blade characteristics. *Crop Science*, 7: 595-598.
- CELARIER, R.P. 1959. Cytotaxonomy of the andropogoneae III subtribe Sorceae genus Sorghum. *Cytologia*, 23: 395-418.
- CHANG, J.H., XIA, X.Y., ZHANG, L., LI, R.G., LIU, G.Q. and LUO, Y.W. 2006. Analysis of the resistance gene to the sorghum aphid, *Melanaphis sacchari*, with SSR marker in *Sorghum bicolor*. *Acta Prataculturae Sinica*, 15 (2): 113-118.
- CHANG, J.H., CUI, J.H., XUE, W. and ZHANG, Q.W. 2012. Identification of molecular markers for aphid resistance gene in sorghum and selective efficiency using these markers. *Journal of Integrative Agriculture*, 11: 1086-1092.
- CHAUDHARI, S., KARANJKAR, R.R. and CHUNDURWAR, R.D. 1994. Efficacy of some insecticides to control shoot fly, delphacid, aphids, and leaf sugary diseases in sorghum. *Entomon*, 19: 63-66.
- CHEN, T.J. 1999. Occurance and integrate management of sugarcane aphid. Sugarcane sin, 6: 36-38.
- CHOPRA, R.K. 1982. Technical guideline for sorghum and millet seed production. Food and Agriculture Organization of United Nations. Rome, 110 p.
- COTHREN, J.T., MATOCHA, J.E. and CLARK, L.E. 2000. Integrated crop management for sorghum. 409-441 p. In C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.) Sorghum: origin, history, technology, and production. Wiley Series in Crop Science, New York.

- CRAUFURD, P.Q. and PEACOCK, J.M. 1993. Effect of heat and drought stress on sorghum (*Sorghum bicolor*). II. grain yield. *Experimental Agriculture*, 29: 77-86.
- ÇEÇEN, S., ÖTEN M. ve ERDURMUŞ, C. 2005. Batı Akdeniz sahil kuşağında sorgum (*Sorghum bicolor* L.), sudanotu (*Sorghum sudanense* Staph.) ve mısırın (*Zea mays* L.) ikinci ürün olarak değerlendirilmesi. *Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 18 (3): 337-341.
- DAHLBERG, J. 2000. Classification and characterization of the world collection of sorghum. 99-130 p. In C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.) *Sorghum: origin, history, technology, and production*. Wiley Series in Crop Science, New York.
- DATAHONDE, B.N. and MOGHE, P.G. 1993. Performance of sorghum genotypes at varied sowing dates in eastern Vidarpha zone. *Field Crop Abstracts*, 46: 4167.
- DE WET, J.M.J. and HUCKABAY, J.R. 1967. The origin of *Sorghum bicolor*. 2. Distribution and domestication. *Evolution*, 21: 787-801.
- DE WET, J.M.J. and HARLAN, J.R. 1971. The origin and domestication of *Sorghum bicolor*. *Economic Botany*, 25: 128-135.
- DOGGETT, H. 1965. The development of cultivated sorghum. Essays on crop plant evolutions (Hutchinson JB, et al., eds.). London, UK: Cambridge University Press. 50-69.
- DOGGETT, H. 1988. *Sorghum*. International Development Research, Canada.
- DOYLE, J.J. and DOYLE, J.L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus*, 12: 13.
- DIXON, A.G.O., BRAMEL-COX, P.J., and HARVEY, T.L. 1991. Complementarity of genes for resistance to greenbug [*Schizaphis graminum* (Rondani)], biotype E, in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Theoretical and Applied Genetics*, 81 (1): 105-110.
- EDDLEMAN, B.R., CHANG, C.C. and MCCARL, B.A. 1999. Economic benefits from grain sorghum variety improvement in the United States. In: WISEMAN B.R., WEBSTAR, J.A. (eds). *Economic, environmental, and social benefits of resistance in field crops*. *Thomas Say Publications*, 35-37.
- EMEKLİER, H.Y. 1993. Sıcak İklim Tahılları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 1297, Ders Kitabı, Ankara, 397 s.
- ESECHIE, H. 1994. Interaction of salinity and temperature on the germination of sorghum. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 172: 194-199.

- FANG, M.N. 1990. Population fluctuation and timing for control of sorghum aphid on variety, Taichung 5. *Bull. Bulletin of Taichung District Agricultural Improvement Station*, 28: 59-71.
- FAO, 2013. FAO statistics. <http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx>. (Son erişim tarihi: 05.11.2015).
- FELTUS, F.A., HART, G.E., SCHERTZ, K.F., CASA, A.M., KRESOVICH, S., KLEIN, P.E., BROWN, P.J. and PATERSON, A.H. 2006. Alignment of genetic maps and QTLs between inter and intra specific sorghum populations. *Theoretical and Applied Genetics*, 112: 1295-305.
- FERNANDEZ-SALAS, M.G., BECRAFT, P.W., YIN, Y. and LUBBERSTEDT, T. 2009. From dwarves to giants? Plant height manipulation for biomass yield. *Plant Science Conferences*, 14 (8): 454-461.
- FISK, J. 1978. Resistance of sorghum bicolor to *Rhopalosiphum maidis* and *Pregrinus maidis* as affected by differences in the growth stage of the host. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 23 (3): 227-236.
- FRIBOURG, H. A. and REICH, V. H. 1982. Soils differ in yield potential. *Crops Soils Magazine*, 12-14.
- GENÇKAN, M.S. 1983. Yem Bitkileri Tarımı. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 467, Ders Kitabı, İzmir.
- GERNERT, W. B. 1917. Aphid immunity of Teosinte-corn hybrids. *Science*, 46: 390-392.
- GEORGE-JAEGGLI, B., JORDAN, D.R., VAN OOSTEROM, E.J. and HAMMER, G.L. 2011. Decrease in sorghum grain yield due to the *dw3* dwarfing gene is caused by reduction in shoot biomass. *Field Crops Research*, 124: 231-239.
- GIRMA, M., KOFOID, K.D. and REESE, J.C. 1998. Sorghum germplasm tolerant to greenbug (Homoptera: Aphididae) feeding damage as measured by reduced chlorophyll loss. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 71: 108-115.
- GÜL, İ., BAŞBAĞ, M. 2004. Diyarbakır koşullarında silaj sorgum çeşitlerinde verim ve bazı tarımsal karakterlerin belirlenmesi. *Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9 (1): 15-21.
- GHUGUSKAR, H.T., CHAUDHARI, R.V. and SORTE, N.V. 1999. Evaluation of sorghum hybrids for tolerance to aphids *Melanaphis Sacchari* (Zehntner) in field conditions. *PKV Research Journal*, 23 (1): 55-56.

- GUIYING, L., WEIBIN, G., HICKS, A. and CHAPMAN, K.R. 2003. A training manual for sweet sorghum. Development of sweet sorghum for grain, sugar, feed, fiber, and value-added by-products, in the arid, saline- alkaline regions of China. FAO - TCP/CPR/0066.
- GRAHAM, D. and LESSMAN, K.J. 1966. Effect of height on yield and yield components of two isogenic lines of *Sorghum vulgare* Pers. *Crop Science*, 6: 372-374.
- GRASSI, G. 2001. Sweet sorghum: one of the best world food-feed-energy crop. www.etaflorence.it/Pdfs/Brochure/LAMNET_sweet_sorghum.pdf.
- HACKEROTT, H.L., HARVEY T.L. and ROSS, W.M. 1969. Greenbug resistance in sorghum. *Crop Science*, 9: 656-658.
- HADLEY, H.H., FREEMAN, J.E. and JAVIER, E.Q. 1965. Effects of height mutations on grain yield in sorghum. *Crop Science*, 5: 11-14.
- HAFID, R.E., SMITH, D.H., KARROU, M. and SAMIR, K. 1998. Morphological attributes associated with early-season drought tolerance in spring durum with in a mediterranean enviromental. *Euphytica*, 101: 273-282.
- HAMMER, G.L. and BROAD, I.J. 2003. Genotype and environment effects on dynamics of harvest index during grain filling in sorghum. *Agronomy Journal*, 95: 199-206.
- HANNA. W.W., MONSON, W.G. and GAINES, T.P. 1981. IVDMD, total sugars and lignin measurement of normal and brown midrib (bmr) sorghums at various stages of development. *Agronomy Journal*, 73: 1050-152.
- HANCOCK, J.D. 2000. Value of sorghum and sorghum co products in diets for livestock, Pp. 731-749. In C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.) Sorghum: origin, history, technology, and production. Wiley Series in Crop Science, New York.
- HARLEN, J.R. and DE WET, J.M.J. 1972. A simplified classification of cultivated sorghum. *Crop Science*, 12: 172-176.
- HARRIS, K.M. 1976. The sorghum midge. *Annals of Applied Biology*, 64: 114-118.
- HARVEY, T.L., KOFOID, K.D., MARTIN, T.J. and SLODERBECK, P.E. 1991. A new greenbug virulent to E-biotype resistant sorghum. *Crop Science*, 31: 1689-1691.
- HARVEY, T.L. and HACKEROTT, H.L. 1969. Recognition of a greenbug biotype injurious to sorghum. *Journal of Economic Entomology*, 62: 776-779.
- HE, F.G., XIN, W.M., YAN, F.Y., WANG, Y.Q. and LI, X.P. 1991. Sorghum aphid resistance identification method of sorghum. *Liaoning Agricultural Science*, 3: 6-9.

- HIGGINS, R.H., THURBER, C.S., ASSARANURAK, I., and BROWN, P. J. 2014. Multiparental mapping of plant height and flowering time QTL in partially isogenic sorghum families. *Bethesda*, 4 (9): 1593-602.
- HOUSE, R.L. 1985. A guide to sorghum breeding. ICRISAT.
- HUANG, Y. 2011. Improvement of crop protection against greenbug using the world wide sorghum germplasm collection and genomics-based approaches. *Plant Genetic Resources*, 9 (2): 317-320.
- HUNTER, E.L. and ANDERSON, I.C. 1997. Sweet sorghum. *Hortuculturel Reviews*, 21: 73-104.
- İŞÇİ, B. 2008. Asmada QTL (kantitatif karakter lokus) analizi. *Anadolu: Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 18: 11-37.
- JORDAN, D.R., TAO, Y., GODWIN, I.D., HENZELL, R.G., COOPER, M. and MCINTYRE, C.L. 2003. Prediction of hybrid performance in grain sorghum using RFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, 106: 559-567.
- JOSHI, S.P., GUPTA, V.S., AGGARWAL, R.K., RANJEKAR, P.K. and BRAR, D.S. 2000. Genetic diversity and phylogenetic relationship as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism in the genus *Oryza*. *Theoretical and Applied Genetics*, 100: 1311-1320.
- KAPLAN, M., AYDIN, S. ve FIDAN, M. S. 2009. Geleceğin alternatif enerji kaynağı biyoetanolün önemi ve sorgum bitkisi. *Kahramanmaraş Sütçüimam Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12: 1.
- KAPLAN, M., KOKTEN, K. and AKCURA, M. 2014. Determination of silage characteristics and nutritional values of some triticale genotypes. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1 (2): 102- 107.
- KESKIN, M., AVSAR, Y.K., BICER, O. and GULER, M.B. 2004. A Comparative study on the milk yield and milk composition of two different goat genotypes under the climate of the eastern Mediterranean. *Turkish Journal of Veterinary and Animal*, 28: 531-536.
- KIM, J.S., ISLAM-FARIDI, M.N., KLEIN, P.E., STELLY, D.M., PRICE, H.J., KLEIN, R.R. and MULLET, J.E. 2005. Comprehensive molecular cytogenetic analysis of sorghum genome architecture: distribution of euchromatin, heterochromatin, genes, and recombination in comparison to rice. *Genetics Society of America*, 171: 1963-1976.
- KIMBER, C.T. 2000. Origins of domesticated sorghum and its early diffusion to India and China, pp. 3-96. *In* C. W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.) *Sorghum: origin, history, technology, and production*. Wiley Series in Crop Science, New York.

- KINDLER, S.D., ELLIOTT, N.C., ROYER, T.A., GILES, K.L., TAO, F. and FUENTES, R. 2002. Effect of greenbugs on winter wheat yield. *Journal of Economic Entomology*, 95: 89-9.
- KIRTOK, Y. 1987. Serin ve sıcak iklim tahılları-Sorghum (Kocadarı). Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Adana.
- KLEIN, R. R., MULLET, J. E., JORDAN, D. R., MILLER, F. R., ROONEY, W. L., MONICA, A. M., CLEVE, D. F. and PATRICIA E. K. 2008. The effect of tropical sorghum conversion and inbred development on genome diversity as revealed by high-resolution genotyping. *Crop Science*. 48 (S1): 12-26.
- KLINGAUF, F. 1987. Biological plant protection as an environmentally sound principle in agriculture. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie*, 5 (1-4): 69-76.
- KOPPEN, S., REINHARDT, G., GARTNER, S. 2009. Assessment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol. Environment and Natural Resources Management Series, 30, FAO, Rome.
- KUMUK, T. ve AVCIOĞLU, R. 1986. Sorgum yetiştiriciliği ve hayvan beslemedeki yeri ve önemi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 485, İzmir.
- LANDER, E. S. and BOTSTEIN, D. 1989. Mapping Mendelian factors underlying quantitative traits using RFLP linkage maps. *Genetics*, 121: 185-199.
- LEDER, I. 2004. 'Sorghum and Millets' In: Cultivated Plants Primarily as Food Sources, in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, U.K.
- LEVITT, J. 1972. Responses of plants to environmental Stresses. Academic Press New York, London, 697 p.
- LI, W.H. 1997. Rates and patterns of nucleotide substitution in molecular evolution. *Sinauer Associates*, 177-213.
- LI, Y., ZHAO M., YANG, L. and LIU, S. 2003. Study on the molecular markers linked to aphid resistance gene of sorghum. *Acta Agronomica Sinica*, 29 (4): 534-540.
- LI, M., YUYAMA, N., LUO, L., HIRATA, M. and CAI, H. 2009. In silico mapping of 1758 new SSR markers developed from public genomic sequences for sorghum. *Molecular Breeding*, 24: 41-47.
- LIN, Y.R., SCHERTZ, K.F. and PATERSON, A.H. 1995. Comparative analysis of QTLs affecting plant height and maturity across the poaceae, in reference to an interspecific sorghum population. *Genetics*, 141: 391-411.

- LICHTENHALER H.K. 1996. Vegetation stress: An introduction to the stress concept in plants. *Journal of Plant Physiology*, 148: 4-14.
- LOPEZ- CASTANEDA, C., RICHARDS, R.A. and FARQUHAR, G.D. 1995. Variation in early vigor between wheat and barley. *Crop Science*. 35: 472-479.
- LU, Z.-X., SOSSEY-ALAOUI, K., REIGHARD, G.L., BAIRD, W.V. and ABBOTT, A.G. 1999. Development and characterization of a codominant marker linked to root-knot nematode resistance, and its application to peach rootstock breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, 99: 115-122.
- MADHUSUDHANA, R. and PATIL, J.V. 2013. A major QTL for plant height is linked with bloom locus in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Euphytica*, 191: 259-268.
- MANGA, İ., ACAR, Z. ve ERDEN, İ. 1994. Buğdaygil Yem Bitkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ders Notu, No: 6. Samsun.
- MARTIN, P.M. and KELLEHER, F.M. 1976. Effects of row spacing and plant population on sweet sorghum yield. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*, 24: 126, 386-390.
- MEKSONGSEE, B. and CHAWANAPONG, M. 1985. Sorghum insect pests in South East Asia. P. 57–65 in Proceedings of the International Sorghum Entomology Workshop, 15–21 July 1984, Texas A&M University, College Station, Texas, USA. Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- MURRAY, S.C., ROONEY, W.L., MITCHELL, S.E., SHARMA, A., KLEIN, P.E., MULLET, J.E. and KRESOVICH, S. 2008. Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock: II. QTL for stem and leaf structural carbohydrates. *Crop Science*, 48: 2180-2193.
- MURRAY, S.C., ROONEY, W.L., MITCHELL, S.E., and KRESOVICH, S. 2009. Sweet sorghum diversity and association mapping for brix and height. *Plant Genome*, 2: 48-62.
- MULLIS, K.B. and FALOONA, F. 1987. Specific synthesis of DNA in vitro via polymerase chain reaction. *Methods in Enzymology*, 155: 350-355.
- MUNSON, R.E., SCHAFFER, J.A. and PALM, E.N. 1993. G4349, Sorghum Aphid Pest Management. University of Missouri-Extension.
- MOTE, U.N. 1983. Epidemic of delphacids and aphids on winter sorghum. *Sorghum Newsletter*, 26: 76.

- MYERS, R.J.K., FOALE, M.A., KEEFER, G.D. 1989. Growth and development of a range of grain-sorghum cultivars in three tropical and sus-tropical environments. *Field Crops Research*, 22: 267-287.
- NAGARAJ, N., REESE, J.C., TUINSTRAN, M.R., SMITH, C.M., AMAND P.S., KIRKHAM, M.B., KOFOID, K.D., CAMPBELL, L.R. and WILDE, G.E. 2005. Molecular mapping of sorghum genes expressing tolerance to damage by greenbug (Homoptera: Aphididae). *Ecological Entomology*, 98: 595-602.
- NARAYANA, D. 1975. Screening for aphids and sooty molds in sorghum. *Sorghum Newsletter*, 18: 21-22.
- OLIVER, A.L., GRANT, R.J., PEDERSEN, J. F. and O'REAR, J. 2004. Comparison of brown midrib-6 and -18 forage sorghum with conventional sorghum and corn silage in diets of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 87: 637-644.
- OSCAR H. 1884. Sorghum sugar. *American Journal of Pharmacy*, 56: 1-5.
- OTTMAN, M.J., KIMBALL, B.A., PINTER, P.J., WALL, G.W., VANDERLIP, R.L., LEAVITT, S.W., LAMORTE, R.L., MATTHIAS, A.D. and BROOKS, T.J. 2001. Elevated CO₂ increases sorghum biomass under drought conditions. *New Phytologist*. 150: 261-273.
- OVESNA, J., POLAKOVA, K. and LEISOVA, L. 2002. DNA analyses and their applications in plant breeding. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 38 (1): 29-40.
- PANDA, N. and KHUSH, G.S. 1995. Host plant resistance to insects. CAB International, Wallingford. 431 p.
- PAPP, M. and MESTERHAZY, A. 1993. Resistance to bird cherry-oat aphid (*Rhopalosiphum padi* L.) in winter wheat varieties. *Euphytica*, 67 (1): 49-57.
- PARK, S-J., HUANG, Y. and AYOUBI, P. 2006. Identification of expression profiles of sorghum genes in response to greenbug phloemfeeding using cDNA subtraction and microarray analysis. *Planta*, 223: 932-947.
- PATERSON, A.H., LANDER, E.S., HEWITT, J.D., PATERSON, S., LINCOLN, S.E., and TANKSLEY, S. D. 1988. Resolution of quantitative traits into Mendelian factors by using a complete map of restriction fragment length polymorphisms. *Nature*, 335: 721-726.
- PATERSON, A.H., et al. 2009. The sorghum bicolor genome and the diversification of grasses. *Nature*, 457: 551-556.
- PAINTER, R.H. 1951. Insect resistance in crop plants. Macmillan press. New York, USA.

- PEDERSON, N.W., HURST, R.L., LEVIN, M.B. and STOKER, G.L. 1969. Computer analysis of genetic contamination of alfalfa seed. *Crop Science*, 20: 787-789.
- PEREIRA, M.G. and LEE, M. 1995. Identification of genomic regions affecting plant height in sorghum and maize. *Theoretical and Applied Genetics*, 90: 380-388.
- PETERSON, G.C., JOHNSON, J.W., TEETES, G.L. and ROSENOW, D.T. 1985. Registration of midge resistant sorghum germplasm. *Crop Science*, 25: 372.
- PINNURI, S., HUANG, Y., STEETS, J. and WU, Y. 2012. Developing new markers and QTL mapping for greenbug resistance in sorghum [*sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Euphytica*, 191: 191-203.
- PORTER, K.B., PETERSON, G.L. and VISE, O. 1982. A new greenbug biotype. *Crop Science*, 22: 847-850.
- PORTER, D.R., BURD, J.D., SHUFRAN, K.A., WEBSTER, J.A. and TEETES, G.L. 1997. Greenbug (Homoptera: Aphididae) biotypes: selected by resistant cultivars or preadapted opportunists? *Journal of Economic Entomology*, 90: 1055-1065.
- POWELL, G. 2005. Intracellular salivation is the aphid activity associated with inoculation of non-persistently transmitted viruses. *Journal of General Virology*, 86: 469-472.
- QUINBY, J.R. and KARPER, R.E. 1954. Inheritance of height in Sorghum. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 46: 211-216.
- QUINBY, J.R. 1974. Sorghum improvement and the genetics of growth. Texas Agricultural Experiment Station.
- RAJVANSHI, A.K. and NIMBKAR, N. 2001. Sweet sorghum research and development at the Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), India.
- REDDY, B., RAMESH, S., REDDY, S., RAMAIAH, B., SALIMATH, P. and KACHAPUR, R. 2005. Sweet sorghum potential alternate raw material for bio-ethanol and bio-energy. *International Sorghum and Millets Newsletter*, 46: 79-86.
- RITTER, K.B., MCLNTYR, C.L., DODWIN, I.D., JORDAN, D. R. and CHAPMAN, S.C. 2007. An assesment of the genetic relationship between sweet and grain sorghum, within *Sorghum bicolor* ssp. *bicolor* (L.) Moench, using AFLP markers. *Euphytica*, 157: 161-176.
- RITTER, K.B., JORDAN, D.R., CHAPMAN, S.C., GODWIN, I.D., MACE, E.S. and MCINTYRE, C.L. 2008. Identification of QTL for sugarrelated traits in a sweet x grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) recombinant inbred population. *Molecular Breeding*, 22: 367-384.

- RILEY, J.G. 1985. Comparative feedlot performance of corn, wheat, sorghum, barley. Kansas Industrial Extension Service.
- ROMAN, G.V. 1995. Bioethanol production from sweet sorghum: Interchange of research experience between EC and two east european countries (Romania and Hungary): Romania Report, EU DGXII PECO Project Reports, Brussels.
- ROONEY, L.W. and AWIKA, J.M. 2004. Specialty sorghums for healthful foods: in specialty grains for food and feed (Abdel-Aal E and Wood P, eds.). *American Association of Cereal Chemists*, 283-312.
- ROONEY, W.L., BLUMENTHAL, J., BEAN, B. and MULLET, J.E. 2007. Designing sorghum as a dedicated bioenergy feedstock. *Biofuels Bioproducts and Biorefining*, 1: 147-157.
- SABALLOS, A. 2008. Development and utilization of sorghum as a bioenergy crop. In W Vermerris (ed.): *Genetic Improvement of Bioenergy Crops*, 09-248.
- SAĞLAMTİMUR, T., TANSI V. And BAYTEKİN, H. 1988. Çukurova koşullarında ikinci ürün olarak yetiştirilebilecek silaj sorgum çeşitlerinin bazı tarımsal karakterlerinin saptanması üzerine bir araştırma. *Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3 (3): 40.
- SHARMA, H.C. 1993. Host-Plant resistance to insects in sorghum and its role in integrated pest management. *Crop Protection*, 12: 11-34.
- SHARMA, H.C., SINGH, F. and NWANZE, K.F. 1997. Plant resistance to insects in sorghum. India: International Crops Research Institute for the semi-arid Tropics, 216 pp.
- SHARMA, H.C., FRANZMANN, B.A. and HENZELL, R.G. 2002. Mechanisms and diversity of resistance to sorghum midge, *Stenodiplosis sorghicola* in *Sorghum bicolor*. *Euphytica*, 124 (1): 1-12.
- SHARMA, H.C., SHARMA, P.S. and MUNGHATE, R.S. 2013. Phenotyping for resistance to the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae) in *Sorghum bicolor* (Poaceae). *International Journal of Tropical Insect Science*, 33 (4): 227-238.
- SHARMA, H.C. et al. 2014. Identification of sorghum genotypes with resistance to the sugarcane aphid *Melanaphis sacchari* under natural and artificial infestation. *Plant Breeding*, 133 (1): 34-44
- SHEHZAD, T., OKUIZUMI, H., KAWASE, M. and OKUNO, K. 2009. Development of SSR-based sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) diversity research set of germplasm and its evaluation by morphological traits. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56: 809-827.

- SHEHZAD, T. and OKUNO, K. 2015. QTL mapping for yield and yield-contributing traits in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) with genome-based SSR markers. *Euphytica*, 203 (1): 17-31.
- SINGH, B.U., PADMAJA, P.G. and SEETHARAMA, N. 2004. Biology and management of the sugarcane aphid, *Melanaphis sacchari* (Zehntner) (Homoptera: Aphididae), in sorghum: a review. *Crop Protection*, 23: 739-755.
- SKERMAN, P.J. and RIVEROS, F. 1990. Tropical grasses. FAO Plant Production And Protection Series No:23, pp. 695-697. Rome.
- SNOWDEN, J.D. 1936. The cultivated races of sorghum. Adlard and Son Ltd London. 280 p.
- SNOWDEN, J.D. 1955. The wild fodder sorghums of the section Eu-sorghum. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 55 :191-260.
- SMITH, C.M. 2005. Plant resistance to arthropods: molecular and conventional approaches. Springer.
- STEMLER, A.B.L., HARLAN, J.R., DE WET, J.M.J. 1975. Evolutionary history of cultivated sorghums (*Sorghum bicolor* [Linn.] Moench) of Ethiopia. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 102: 325-333.
- STOSKOPF, N.C. 1985. Cereal grain crops. A Prentice-Hall Comp.
- TANEJA, K. D., BISHNOI, O. P. and RAO, V. U. 1994. Phenological behaviour and variation in sorghum (*Sorghum bicolor* (L.)) yield under different environments. *Sorghum and Millets Abstracts*, 19: 17.
- TANSI, V., ÜLGER, A.C., SAĞLAMTİMUR, T., BAYTEKİN, H., OKANT, M. ve KILINÇ, M. 1991. Güneydoğu Anadolu bölgesinde I. ve II. ürün olarak yetiştirilebilecek sorgum tür ve çeşitlerinin saptanması üzerinde araştırmalar. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Genel Yayın No:39, 44s.
- TEETES, G.L. 1980. Breeding sorghums resistant to insect. In: Maxwell FG, Jennings PR (eds). *Breeding Plants Resistant to Insect*, 457-485.
- TEKELİ, A.S. ve TURHAN, H. 1991. Sıra arası uzaklığının kimi sudan otu melez çeşitlerinde bazı morfolojik ve tarımsal özellikler üzerine etkisi. Türkiye 2. Çayır Mera Ve Yem Bitkileri Kongresi, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 28- 31 Mayıs, ss. 311- 321, İzmir.
- TIRYAKI, I. 1998. Genetic studies on sorghum germination and seedling tolerance to low temperatures. University of Nebraska, Lincoln, 174 p.

- TİRYAKI, İ. 2005. Sorgum: Genetik kökeni, kullanımı, yetiştirme teknikleri ve biyoteknolojik gelişmeler. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 8 (1): 84-90.
- TIWARI, R.B. and BHAMARE, V.K. 2006. Bioefficacy of different insecticides against sorghum aphid (*Melanaphis sacchari* Zehnter). *International Research Journal of Plant Science*, 1: 113-115.
- TOSUN, F. ve ÖZBİLEN, C. 1991. Samsun ekolojik şartlarında yetiştirilen bazı silajlık sorgum çeşitlerinde değişik dozlarda azotlu gübrelemenin verim ve verim unsurlarına etkileri. Türkiye II. Çayır Mera Yem Bitkileri Kongresi Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, ss. 341-351, İzmir.
- TUINSTRAN, M.R., GROTE, E.M., GOLDSBROUGH, P.B. and EJETA, G. 1997. Genetic analysis of post-flowering drought tolerance and components of grain development in sorghum. *Molecular Breeding*, 3: 439-448.
- TUINSTRAN, M.R., WILDE, G.E. and KRIEGSHAUSER, T. 2001. Genetic analysis of biotype I greenbug resistance in sorghum. *Euphytica*, 121 (1): 87-91.
- THAKUR, R.P., FREDERIKSEN, R.A., MURTY, D.S., REDDY, B.V.S., BANDYOPADHYAY, R., GIORDA, L.M., OVODY, G.N. and CLAFLIN, L.E. 1997. Breeding for disease resistance in sorghum. Proceedings of International Conference on Genetic Improvement of Sorghum and Pearl Millet (22-27 September), Lubbock, pp. 303-336, Texas.
- UNAL, F., TURGAY, E.B. and A.F. YILDIRIM. 2010. First detection of *Bipolaris spicifera* on sorghum in Turkey and pathogenicity on important gramineous plants. *Yuzuncu Yil Univeristy Journal of Agriculture Science*, 20: 153-158.
- UNGER, P.W. and BAUMHARDT, L. 1999. Factors related to dryland grain sorghum yield increases: 1939 through 1997. *Agronomy Journal*, 91: 870-875.
- UPADHYAYA, H.D., PUNDIR, R.P.S., DWIVERDI, S.L., GOWDA, C.L., REDDY, V.G.S. and SINGH, S. 2009. Developing a mini core collection of sorghum for diversified utilization of germplasm. *Crop Science*, 49: 1769-1780.
- VAN DEN BERG, J. 2000. Evaluation of SMIP-developed sorghum cultivars for resistance to stem borer (*Chilo partellus*) and the aphid (*Melanaphis sacchari*). Proceedings of the Workshop on Managment of Sorghum and Pearl Millet in the SADC Region (10-13 February), Blulawayo, Zimbabwe.
- VAN DEN BERG, R.J. 2002. Toward a further understanding of an improvement in measurement invariance methods and procedures. *Organizational Research Methods*, 5 (2): 139-158.

- VAN RENSBURG, N.J. 1973. Notes on the occurrence and biology of the sorghum aphid in South Africa. *Journal of the Entomological Society of Southern Africa*, 36: 293-298.
- VAVILOV, N.I. 1951. The origin, variation, immunity, and breeding of cultivated plants. In selected writings of N. I. Vavilov. Translation by K. Starr Chester. *Chronica Botanica* 13 (1/16).
- WALLING, L.L. 2000. The myriad plant responses to herbivores. *Journal of Plant Growth Regulation*, 19: 195-216.
- WANG, B. and LIU, J.Q. 1999. Sorghum aphids controlled by Gaoqiao. *Pesticides Sin.* 38: 30-32.
- WANG, L.J., XU, X.D., JIANG, Y., DONG, H.Y., LI, L.K. and LUAN, S.Y. 2009. Control technology for major sorghum pests. *Bull. Agr. Sci. Technol. Sin.*, 12: 159-160.
- WANG, Y., BIBLE, P., LOGANANTHARAJ, R. and UPADHYAYA, H.D. 2012. Identification of SSR markers associated with height using pool-based genome-wide association mapping in sorghum. *Molecular Breeding*, 30: 281-292.
- WANG, F., ZHAO, S., HAN, Y., SHAO, Y., DONG, Z., GAO, Y., ZHANG, K., LIU, X., LI, D., CHANG, J. and WANG, D. 2013. Efficient and fine mapping of *RMES1* conferring resistance to sorghum aphid *Melanaphis sacchari*. *Molecular Breeding*, 31: 777-784.
- WEIBEL, D.E., STARKS, K.J., WOOD E.A. and MORRISON, R.D. 1972. Sorghum cultivars and progenies rated for resistance to greenbugs. *Crop Science*, 12: 334-336.
- WOO, H.H., ORBACH, M.J., HIRSCH, A.M. and HAWES, M.C. 1999. Meristem localized inducible expression of a UDP-glycosyltransferase gene is essential for growth and development in pea and alfalfa. *Plant Cell*, 11: 2303-2315.
- WOODS, J. 2001. The potential for energy production using sweet sorghum in the Southern Africa. *Energy for Sustainable Development*, 5: 31-8.
- WRIGHT, G. C., SMITH, R. C. G., and MCWILLIAM, J. R. 1983. Differences between two grain sorghum genotypes in adaptation to drought stress. I crop growth and yield responses. *Australian Journal of Agricultural Research*, 34: 615-626.
- WU, Y.Q., HUANG, Y., PORTER, D.R., TAUER, C.G. and HOLLAWAY, L. 2007. Identification of a major quantitative trait locus conditioning resistance to greenbug biotype E in sorghum PI 550610 using simple sequence repeat markers. *Ecological Entomology*, 100 (5): 1672-8.

- WU, Y. and HUANG, Y. 2008. Molecular mapping of QTLs for resistance to the greenbug *Schizaphis graminum* (Rondani) in *Sorghum bicolor* (Moench). *Theoretical and Applied Genetics*, 117: 117-124.
- YUN-LONG, B., YAZAKI, S., INOUE, M. and HONG-WEI, C. 2006. QTLs for sugar content of stalk in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench). *Agricultural Sciences in China*, 5: 736-744.
- YOUNG, W.R. and TEETES, G.L. 1977. Sorghum entomology. *Annual Review of Entomology*, 22: 193-218.
- ZHAO, Y.L., DOLAT, A., STEINBERGER, Y., WANG, X., OSMAN, A. and XIE, G.H. 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. *Field Crops Research*, 111: 55-64.
- ZHU-SALZMAN, K., SALZMAN, R.A., AHN J.E. and KOIWA, H. 2004. Transcriptional regulation of sorghum defense determinants against a phloem-feeding aphid. *Plant Physiology*, 134: 420-431.
- XIAO, S. 2006. Current perspectives on molecular mechanisms of plant disease resistance. In: Teixeira da Silva JA (ed) Floriculture, ornamental and plant biotechnology: advances and topical issues, vol 3. Global Science Books, London, pp 317-333.
- XU, W., ROSENOW, D. T. and NGUYEN, H.T. 2000. Stay green trait in grain sorghum: relationship between visual rating and leaf chlorophyll concentration. *Plant Breeding*, 119: 365-367.

ÖZGEÇMİŞ



Birgül GÜDEN, 1988 yılında Bursa'da doğdu. İlköğrenimini İnegöl, Sinanbey İlköğretim okulu'nda, orta öğrenimini Denizli, Sevil Kaynak İlköğretim Okulu'nda ve lise öğrenimini Bursa, Nuri Erbak Lisesi'nde tamamladı. 2007 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nde lisans eğitimine başladı ve 2012 yılında mezun oldu. Aynı yıl Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde yüksek lisans eğitimine başladı. 2013 yılında yüksek lisans eğitimine

Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'nde devam etti. ÖYP programı kapsamında 2013 yılında Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü'ne araştırma görevlisi olarak atanmış olup çalışmalarını aynı