



**T.C.  
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SEÇİLMİŞ MISIR HAT VE ÇEŞİTLERİNİN GENETİK  
KARAKTERİZASYONU VE BİYOETANOL ÜRETİM VERİMLİLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ**

**Müge HORUZ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY  
ARALIK-2014**



T.C.

MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SEÇİLMİŞ MISIR HAT VE ÇEŞİTLERİNİN GENETİK  
KARAKTERİZASYONU VE BİYOETANOL ÜRETİM VERİMLİLİKLERİNİN  
BELİRLENMESİ

Müge HORUZ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY

ARALIK-2014

**T.C.**  
**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SEÇİLMİŞ MISIR HAT VE ÇEŞİTLERİNİN GENETİK**  
**KARAKTERİZASYONU VE BİYOETANOL ÜRETİM**  
**VERİMLİLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**MÜGE HORUZ**  
**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Prof. Dr. Mustafa ERAYMAN** danışmanlığında hazırlanan bu tez **25/12/2014** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **OYBİRLİĞİ** ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Mustafa ERAYMAN  
Başkan

Doç. Dr. Ayşe YAVUZ KOCAMAN  
Üye

Yrd. Doç. Dr. Ömer KONUŞKAN  
Üye

**Kod No:775**

**Prof. Dr. İsmail Hakkı KARAHAN**  
**Enstitü Müdürü**

Bu çalışma MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

Proje No:9700

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelgelerin, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

**25.12.2014**

## **TEZ BİLDİRİMİ**

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

**Müge HORUZ**

## ÖZET

### SEÇİLMİŞ MISIR HAT VE ÇEŞİTLERİNİN GENETİK KARAKTERİZASYONU VE BİYOETANOL ÜRETİM VERİMLİLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu çalışmada, 20 farklı mısır bitkisinin hat ve çeşitleri arasında bazı morfolojik karakterleri karşılaştırılmış ve biyoetanol üretim konsantrasyonları hesaplanmıştır. SSR primerleri kullanılarak çeşit ve saf hatların genetik varyasyonları belirlenmiştir. Hasat sonrası mısır bitkilerinin biyomas, koçansız ağırlıkları, yaprak ve sap ağırlıkları ile bitki boyu ölçümleri tarla denemesi sonucunda belirlenmiştir. Hasatı yapılan bitkiler sap ve yaprak oranlarına göre tartılarak öğütülmüş, ön işlem, fermantasyon ve enzimatik hidroliz ile etanol üretimi yapılarak Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometre (GS-MS) cihazı ile verim analizi gerçekleştirilmiştir. Bitkilerin morfolojik verileri ve etanol verimlilikleri arasında korelasyon analizi yapılmıştır. Etanol verimliliğinin bitki boyu ve yaprak ağırlığı arasında pozitif korelasyon bulunmuş ve istatistiksel açıdan önemli olduğu ( $P<0,05$ ) belirlenmiştir. DNA örnekleri ilk yaprak çıkışıyla alınarak lignoselülozik etanol verimini etkileyen hücre duvarı bileşenlerinden glikoz, ksiloz, arabinoz, galaktoz, mannoz yapılarına ait gen bölgesi SSR primerleri ile PZR analizleri yapılmıştır. PZR analizleri sonucunda çeşit ve hatlar arası genetik ve morfolojik benzerlik belirlenmiştir. Populasyonlar arası %10, populasyon içi %90 varyasyon gözlemlenmiş ve istatistiksel olarak önemli olduğu saptanmıştır. Kermess mısır çeşitinin diğer çeşitler ile kıyaslandığında lignoselülozik etanol üretimi bakımından istatistiksel olarak daha fazla üretim elde edildiği bu çalışmanın sonucunda bulunmuştur ve Kermess çeşitinin bu amaçla üretiminin yaygınlaştırılması biyoetanol üretimi açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

2014, sayfa 49

**Anahtar Kelimeler:** Biyoetanol, mısır atıkları, genetik çeşitlilik, SSR

## ABSTRACT

In this study, the morphological characters of 20 different corn species and types were compared and their use in bioethanol production were investigated. After harvesting, biomass, weight without corncob, leaf and stem and height of plants were recorded in the field experiment. The leaves and stem of harvested corn plants were ground and ethanol production was carried out from these ground materials through fermentation and enzymatic hydrolysis which was followed by using Gas chromatography-mass spectrometry. The correlation analysis was performed between the morphological data and ethanol productivity of plants. As a result, a positive correlation between ethanol productivity and plant height and leaf weight were found ( $P < 0,05$ ). The cell wall components (glucose, xylose, arabinose, galactose, mannose) related SSR primers were used to differentiate genotypes. Polymerase chain reaction (PCR) analyzes and within determined genetic and morphological similarity among varieties and lines. The variation was observed 10 % among populations, but the variation was 90% within population, which was found to be statistically significant ( $P < 0,05$ ). Among the 20 corn genotypes Kermess yielded the highest ethanol production; and therefore, could be recommended as the raw material for bioethanol production.

2014, pages 49

**Key words:** Bioethanol, corn stover, genetic diversity, SSR

## TEŞEKKÜR

Tez konumun belirlenmesinde, araştırmalarım ve tezimin yazımı süresince desteğini esirgemeyen danışmanım Sayın Prof. Dr. Mustafa ERAYMAN'a, tarla denemelerime yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Ömer KONUŞKAN'a, laboratuvar çalışmalarıma yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Emre İLHAN'a, Sayın Doç. Dr. Aslı İŐÇİ ve Arş. Gör. Simel BAĞDER'e, laboratuvarının kapılarını açan Sayın Prof. Dr. Őener KURT'a, deneylerimde yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen Zir. Müh. Aylin ILDIR'a, Zir. Müh. Aysun UYSAL' a, bütün imkanlarıyla yanımda olan, tecrübesi ve bilgisiyle bana cesaret veren, yol gösteren Sayın Prof. Dr. Yahya Kemal AVŐAR'a, fermantasyon aşamasında kullanılan Accellerase® 1500 enzimini temin eden Du-Pont firmasına ve maddi destek veren MKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonuna (Proje No:9700) teőekkürlerimi sunarım. Hayatım boyunca doğru olduğuna inandığım yolda ilerlemem gerektiğini öğreterek, maddi, manevi desteğini esirgemedi bu noktaya gelmemi sağlayan annem Fatoő VURAL ve babam Hüseyin Rahmi HORUZ'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım. Desteğini esirgemeyen, bana inanan arkadaşlarım Simge Emel TÜRKMEN ve Zir. Müh. Duygu ERSAN'a, aile büyüklerim babannem Alime HORUZ, dedem Halil İbrahim VURAL ve annanem Habibe VURAL'a teőekkürlerimi sunarım. İdeallerimi gerçekleştirmek için seçtiğim yolda hayatını değiştirmeyi göze alarak her zorlukta yanımda olan, umutsuz her anıma ışık tutarak bakış açımı değiştiren, saygısı ve sevgisiyle bana güç veren, tez aşamam boyunca bana mücadele etmeyi öğreten hayat arkadaşım Aliő ARKADAŐ'a sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

## İÇİNDEKİLER

|  |      |
|--|------|
| ÖZET.....  | I    |
| ABSTRACT .....   | II   |
| TEŞEKKÜR.....  | III  |
| İÇİNDEKİLER.....   | IV   |
| ŞEKİLLER DİZİNİ .....  | VI   |
| ÇİZELGELER DİZİNİ .....  | VII  |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                       | VIII |
| 1. GİRİŞ .....   | 1    |
| 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR .....   | 6    |
| 2.1. Mısır bitkisinin morfolojik özellikleri.....                          | 6    |
| 2.2. Selülozik etanol üretimi.....   | 7    |
| 2.3. Mısır bitkisinde SSR markör tekniği.....                              | 9    |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM .....  | 11   |
| 3.1. Bitki materyali.....  | 11   |
| 3.2. Ekim yöntemi ve incelenen morfolojik özelliklerin belirlenmesi.....   | 11   |
| 3.2.1. Biomass ağırlığı.....   | 12   |
| 3.2.2. Koçansız ağırlık.....   | 12   |
| 3.2.3. Yaprak ağırlığı.....  | 12   |
| 3.2.4. Sap ağırlığı.....   | 12   |
| 3.2.5. Bitki boyu.....   | 12   |
| 3.3. Etanol analizi .....  | 13   |
| 3.4. DNA analizleri .....  | 16   |
| 3.5. Veri analizleri .....   | 20   |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....                                    | 21   |
| 4.1. Çeşit ve saf hat mısırların biyomas ağırlıkları.....                  | 21   |
| 4.2. Çeşit ve saf hat mısırların koçansız ağırlıkları (sap ve yaprak)..... | 23   |
| 4.3.Çeşit ve saf hat mısırların yaprak ağırlıkları.....                    | 26   |
| 4.4. Çeşit ve saf hat mısırların sap ağırlıkları.....                      | 28   |
| 4.5. Çeşit ve saf hat mısırların bitki boyları.....                        | 30   |



|  |    |
|--|----|
| 4.6. Çeşit ve saf hat mısırların yaprak ve saplarının etanol verimi..... | 32 |
| 4.7. Korelasyon analizi.....   | 34 |
| 4.8. DNA analizleri.....   | 35 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....  | 39 |
| KAYNAKLAR .....  | 42 |
| ÖZGEÇMİŞ .....   | 47 |
| EKLER.....   | 48 |
| EK 1.....  | 48 |
| EK 2.....  | 49 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| Şekil 1.1.   | Bitki hücre duvarı bileşenleri.....  | 3  |
| Şekil 3.2.1. | Tarla denemesi.....  | 11 |
| Şekil 3.3.1. | Hasat sonrası etüvde kurutulan ve öğütülmüş mısır atıkları.....  | 13 |
| Şekil 3.3.2. | Ön işlem uygulanmış mısır posası ve etüvde nem tayini için kurutulmuş mısır posası örnekleri.....                        | 13 |
| Şekil 3.3.3. | Ön işlem gören mısır posasının vakum pompası ile süzme işlemi....  | 14 |
| Şekil 3.3.4. | İnkübasyona bırakılan mısır posaları.....  | 15 |
| Şekil 3.3.5. | İnkübasyon sonrası santrifüj ile çöktürülen ve santrifüj sonrası süpernatantı alınarak viyallere aktarılan örnekler..... | 16 |
| Şekil 4.8.1. | UPGMA Analizine göre oluşturulmuş dendrogram.....  | 36 |
| Şekil 4.8.2. | Populasyonlar arası ve populasyon içi genetik varyasyonu gösteren grafik.....  | 37 |

## ÇİZELGELER DİZİNİ

|               |   |    |
|---------------|---|----|
| Çizelge 3.3.1 | Maya aktifleştirmek için hazırlanan sıvı besiyeri oranları.....   | 15 |
| Çizelge 3.4.1 | Nanodrop DNA konsantrasyonları.....   | 17 |
| Çizelge 3.4.2 | SSR primerlerine ait sekans bilgileri ve etkiledikleri hücre duvarı bileşeni.....   | 19 |
| Çizelge 4.1.1 | Mısır çeşitlerinin biyomas ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.....                              | 20 |
| Çizelge 4.1.2 | Saf hat mısırların biyomas ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.....                              | 21 |
| Çizelge 4.2.1 | Mısır bitkilerinin farklı çeşitleri arasında koçansız ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.....   | 22 |
| Çizelge 4.2.2 | Mısır bitkilerinin farklı saf hatları arasında koçansız ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri..... | 23 |
| Çizelge 4.2.3 | Çeşit mısırlarda koçansız ağırlıkların dekara verimi.....   | 24 |
| Çizelge 4.2.4 | Saf hat mısırlarda koçansız ağırlıkların dekara verimi.....   | 24 |
| Çizelge 4.3.1 | Mısır çeşitleri arasında yaprak ağırlıklarına ait değerler ve yaprak oranları.....  | 25 |
| Çizelge 4.3.2 | Saf hat mısırların yaprak ağırlıklarına ait değerler.....   | 26 |
| Çizelge 4.4.1 | Mısır çeşitlerine ait sap ağırlıklarına ilişkin değerler.....   | 27 |
| Çizelge 4.4.2 | Saf hat mısırların sap ağırlıklarına ait değerler.....  | 28 |
| Çizelge 4.5.1 | Farklı mısır çeşitlerine ilişkin bitki boyu varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.....                               | 29 |
| Çizelge 4.5.2 | Saf hat farklı mısırlara ilişkin bitki boyu varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.....                               | 30 |
| Çizelge 4.6.1 | Çeşit mısırların etanol verimliliklerine ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.....                              | 31 |
| Çizelge 4.6.2 | Saf hat mısırların etanol verimliliklerine ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.....                            | 32 |
| Çizelge 4.7   | Tarla verileri ve etanol verimi arasındaki korelasyon analiz sonuçları.....   | 33 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

### SİMGELER

|                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| <                              | :Küçüktür          |
| °C                             | :Santigrat derece  |
| µl                             | :Mikrolitre        |
| cm                             | :Santimetre        |
| da                             | :Dekar             |
| DI water                       | :Deiyonize saf su  |
| EtOH                           | :Etil alkol        |
| g                              | :Gram              |
| h                              | :Saat              |
| H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>  | :Hidrojen peroksit |
| H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> | :Sülfirik asit     |
| K <sub>2</sub> OK              | :Potasyum oksit    |
| kg                             | :Kilogram          |
| L                              | :Litre             |
| M                              | :Molar             |
| ml                             | :Mililitre         |
| mm                             | :Milimetre         |
| N                              | :Azot              |
| NaAc                           | :Sodyum asetat     |
| NaBH <sub>4</sub>              | :Sodyum borhidrat  |
| NaOH                           | :Sodyum hidroksit  |
| ng                             | :Nanogram          |
| P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>  | :Fosfor pentoksit  |
| UV                             | :Ultra viyole      |
| V                              | :Volt              |
| v/v                            | :Hacim/hacim       |

## **KISALTMALAR**

|       |  |
|-------|--|
| AMOVA | : Moleküler varyans analizi (Analysis of molecular variance) |
| DNA   | : Deoksiribo nükleik asit                                    |
| dNTP  | : Deoksi-nükleotit trifosfat                                 |
| GC-MS | : Gaz kromatografisi - kütle spektrometresi                  |
| NTSYS | : Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System            |
| PZR   | : Polimeraz Zincir Reaksiyonu                                |
| SAS   | : Statistical Analysis Software - İstatistik Analiz Yazılımı |
| SSR   | : Basit Dizi Tekrarı (Simple Sequence Repeats)               |
| TE    | : Tris-EDTA tamponu  |
| UPGMA | : Unweighted Pair-Group Method With Arithmetical Averages    |

## 1.GİRİŞ

Son yıllarda çoğalan nüfus, gelişen teknoloji ve ülkelerin sanayileşmesiyle harcanan enerji miktarı artmaktadır. Enerji talebinin en büyük kısmı petrolden sağlanmasına rağmen ileriki yıllarda fosil yakıt kaynaklarının tükenebileceği ve artan talebe karşılık veremeyeceği düşünülmektedir. Buna ilaveten kömür, doğalgaz, petrol gibi yakıt kaynaklarının kullanımı atmosferdeki sera gazı oranlarını arttırarak küresel ısınmayı hızlandırmaktadır (Meral ve Kanberoğlu 2012). Petrol kaynaklarının yeryüzüne eşit olmayan dağılımıyla birlikte bulunduğu coğrafi bölgeye ait bir güç haline gelişi ve en önemlisi bu kaynakların tükeneceği gerçeği bilim dünyasını yeni arayışlara yönlendirmiştir. Çevre bilincindeki artış ve teknolojiadaki gelişmeler insanlara, enerji üretimindeki fosil yakıtlara olan bağımlılığın yıkılması gerektiğini öğretmiştir. Enerjiyle ilgili yaşanan sorunların belli coğrafyaların kontrolünde olmadan, temiz çevre anlayışına uygun olarak sürekli yenilenebilir olmasıyla çözülebileceği fikri yaygınlaşmıştır. Bu düşüncelerle yola çıkılarak bilim dünyası güneş, rüzgar, jeotermal ve biyokütle gibi alternatif kaynaklara yönelmiştir (Öner ve Kırdar, 2011). Türkiye ise kendi kaynaklarını kullanma konusunda yetersiz kalmakla beraber gerekli enerji ihtiyacının %70'ini ithal etmektedir. Oysaki sürdürülebilir enerji için gerekli kaynaklar açısından zengin olan ülkemizin jeopolitik konumu, tarımsal altyapısı ve donanımı açısından değerlendirildiğinde biyokütle enerjisinin en uygun alternatif kaynak olduğu tespit edilmiştir (Öner ve Kırdar, 2011).

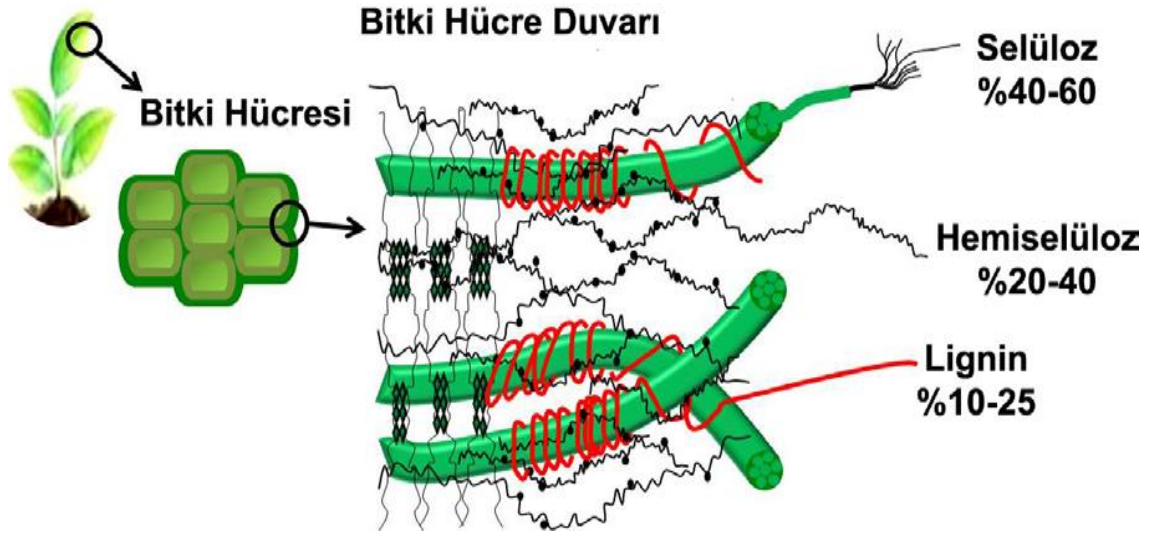
Biyokütle; enerjisini güneşten alan bitki kökenli yakıt kaynağı olması açısından devamlılığı sağlayan ve tarımsal alanlarda yöreye uygun bitki seçimi ile birçok seçenek sunabilen alternatif bir enerji kaynağıdır. Kırsal bölgeler için sosyo-ekonomik kalkınmayı desteklemesi alternatif yakıt kaynakları arasında sıyrılmasını sağlamıştır (TÜGİAD, 2004). Temelinde karbonhidrat bulunduran bitkisel ve hayvansal kökenli canlı organizmalar biyokütle, biyokütleden üretilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak adlandırılır (Karaosmanoğlu, 2002).

Biyokütleden biyohidrojen, biyodizel, biyometanol, biyogaz gibi birçok yakıt elde edilmesine rağmen en yaygın kullanıma sahip olanı biyoetanoldür (Öner ve Kırdar, 2011). Bitkilerin güneş ışınlarını kimyasal enerjiye çevirerek oluşturdukları depo ürünlerinden elde edilen biyoetanol, şeffaf, yanıcı özelliği olan, oksijenlenmiş bir

hidrokarbondur. Tıpta, kozmetik sektöründe, ilaç sanayisinde, temizlik malzemelerinde, organik kimyasal üretiminde ve taşımacılıkta çok yaygın bir kullanıma sahiptir (Kaplan ve ark., 2009).

Biyoetanol üretimi için kullanılan biyokütle kaynakları farklılık göstermekle beraber verimine ve tarımsal potansiyeline göre seçenek sunabilecek özelliğe sahip olması ülkelerin yenilenebilir enerji stratejileri açısından önemli hale gelmiştir. Biyokütle sukroz, nişasta ve lignoselülozik hammaddeler olmak üzere 3 ana grupta toplanır (Adıgüzel, 2011). Biyoyakıtlar arasında kullanım oranı %90 olan biyoetanol, mısır, şeker kamışı, şeker pancarı, patates, sorgum gibi her türlü bitki atığından elde edilebilir. Selüloz içerikli tarım atıklarının biyoetanole dönüştürülme basamakları ise geliştirilme sürecindedir (Balat ve ark., 2009). Araştırmalara göre, en ekonomik biyoetanolün şeker kamışı, mısır ve buğdaydan elde edildiği belirtilmektedir (Kavruk ve Atalay, 2007). Dünyada 184.192.053 hektar ekim alanına sahip mısır bitkisi tahıl üretiminde ikinci sırada gelmektedir (FAO, 2013). Ülkemizde ise 6.599 hektar ekim alanı ve 5.900 milyon ton üretim ve 894 kg/dekar verim kapasitesiyle üçüncü sırada yer alır (TÜİK, 2013).

Lignoselüloz içeriğinde selüloz, lignin ve hemiselüloz bulunduran kompleks bir yapıdır. Selüloz ve hemiselülozun, hidrojen ve kovalent bağlar ile lignine bağlanması lignoselülozik yapıları meydana getirir. Biyokütlenin yapısında değişik oranlarda hemiselüloz (%20-%40), selüloz (%40-%60) ve lignin (%10-%25) bulunabilmektedir (Yang ve ark., 2007).



**Şekil 1.1.** Bitki hücre duvarı bileşenleri (Adıgüzel, 2011)

Dünyada yılda 442 milyar litre etanol tarımsal atıklardan oluşan lignoselülozik hammaddeden elde edilmektedir. Mısır atıklarında yer aldığı bu hammadde grubundaki selüloz ve hemiselülozdan etanol eldesi için en önemli aşama 6 ya da 5 karbonlu monomerik şekerlere dönüştürülmesidir ve bu işlem nişastalı hammaddeye göre daha karmaşıktır (Adıgüzel, 2013).

Hücre duvarı bileşenleri etanol üretimini etkileyen bir faktördür. Selüloz hücre duvarının temelini oluşturmakla birlikte hücreye direnç sağlamaktadır. Yüzlerce glikoz alt birimlerinin birleşmesiyle selüloz zincirleri oluşur (Granstorm ve ark., 2001). Bitkinin selüloz oranı bitki türleri ve çeşitleri arasında farklılık göstermektedir (Çöpür ve ark., 2011). Hemiselülozlar pentoz, heksoz ve üronik asit birimlerinden oluşmakla beraber pentoz, ksiloz ve arabinoz, heksoz ise mannoz, glikoz ve galaktoz alt birimlerine sahip karmaşık bir yapı gösterir (Saulnier ve Thibault, 1999). Hemiselülozların biyolojik yıkımları etanol üretim verimini etkilediği için degradasyona yardımcı enzimlerle ilgili çalışmalar hala devam etmektedir. Lignin ise hücre duvarındaki diğer yapılarla birleşerek genel çeperin ağ örgüsünü tamamlar bu nedenle bağların bireyselleştirilerek etanol üretiminde kullanımlarını zorlaştırmaktadır (Çöpür ve ark., 2011).



Lignoselülozik biyokütlenin etanole dönüştürülmesi ön işlem, hidroliz ve fermantasyon aşamalarından oluşur. Ön işlemden selülozik materyalin yapısı enzimin kullanabileceği hale getirilir ve böylece diğer aşamalara ortam hazırlanmış olur. Ön muamele fiziksel veya kimyasal olabilir, verimi arttırmak için ikisinin birlikte kullanımında yaygındır (Adıgüzel, 2011). Fiziksel işlemden bitki materyali mekanik olarak parçalanırken kimyasal işlemden ise asitle muamele edilerek ligninin hücre duvarı içinde ördüğü ağ yıkılır. Hidroliz aşaması fermantasyon için gerekli şeker oluşumunu sağlayan bölümdür (Balat ve ark., 2008). Son olarak fermantasyon aşamasında ise şekerlerin etanol dönüşümü sağlanır. Hidroliz aşamasında yaygın bir yöntem olan enzimatik hidroliz, fermantasyon aşaması ile eş zamanlı gerçekleştirilebilir. Böylece hücre duvarı yapısının alt birimlere ayrışmasını sağlayan enzimatik hidrolizle çıkan ürünlerin aynı zamanda mikroorganizmalar tarafından etanole dönüştürülmesi sağlanır.

Mısır bitkisi gıda ürünü, hayvan yemi olarak kullanımı ve atıklarından etanol üretimi gibi her kısmının değerlendirilebildiği bir tarım bitkisi olması açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle bitkinin genetik karakterizasyonunu belirlemek kullanım alanlarını iyileştirmeye yönelik araştırılması gereken bir konudur.

Bitki DNA'sındaki farklılıkları araştırmak için çeşitli yöntemler kullanılarak yapılan polimorfizm analizleri, iyileştirme çalışmalarına temel olabilecek önemli bir güç kaynağıdır (Powell ve ark., 1996). Polimorfizm analizleri için kullanılan moleküler işaretleyiciler; çevre koşullarından etkilenmedikleri için kalıtım belirlemede güvenilir olan DNA değişkenidir (Jones ve ark., 1997). Moleküler markörler genetik haritalama, tarımsal alanda önemli spesifik gen belirleme, çeşitlilik saptama ve markör destekli seleksiyon çalışmalarını kolaylaştıran bir yöntemdir (Joshi ve ark., 2000). Basit dizi tekrarı olarak bilinen SSR (Simple Sequence Repeats) işaretleyicilerin kullanımı DNA dizisinde tekrar edilen en küçük birimlerin primer dizaynı ile Polimeraz Zincir Reaksiyonu (PZR) sayesinde çoğaltılması sistemine dayanır (Filiz ve Koç, 2011). PZR ile çoğaltılan DNA ürünlerinin ise jel elektroforezi yardımıyla görüntülenmesi polimorfizmin varlığını ortaya çıkarmamızı sağlar. SSR markörler tekrarlanabilir, uygulanması kolay, kodominant ve kararlı olması açısından genetik karakterizasyon belirleme çalışmalarında yaygın olarak tercih edilmektedir (Powell ve ark., 1996). Mısır bitkisinde ise verim ve hücre duvarı bileşenleri tek bir gen ile değil kantitatif özellik

lokusu (QTL) olarak adlandırılan bir çok genin bulunduğu bölgeler tarafından kontrol edilmektedir (Cömertpay, 2008).

Dünyadaki enerji açığının öz kaynaklara yönelimi ve tarımsal biyoetanol kaynakları açısından zengin olan ülkemizde her hasat döneminde milyon tondan fazla mısır atığının değerlendirilmesi gerekliliği bu çalışma konusunun belirlenmesinde önemli bir etkidir. Türkiye’de tarımsal atıkların biyoetanol verimliliğine gen kaynaklı olarak bakılan bir çalışma yapılmamıştır. Biyoetanol üretiminde hücre duvarı bileşenlerinin yıkımı etanol verimine yansımaktadır. Bileşenleri etkileyen gen bölgelerinin varlığı ise üretim sürecini iyileştirmek adına önemli olan fakat sayılı çalışmanın bulunduğu bir alandır. Bu çalışmanın amacı mısır çeşit ve hatlarında hücre duvarı bileşenlerini etkileyen gen bölgeleri markörlerini kullanarak, ortaya çıkan genetik polimorfizmi belirlemektir. Ortaya çıkan genetik farklılıkları ise hasat sonrası atıklardan üretilen etanol verimlilikleriyle karşılaştırarak verimli, verimsiz hat ve çeşitlerin gen kaynaklarını tespit etmektir. Bu çalışmada yöreye uygun biyoetanol verimi yüksek mısır çeşitlerinin belirlenmesi ile mısır ıslah çalışmalarına ve moleküler çalışmalara temel oluşturulabileceği düşünülmektedir.

## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

### 2.1. Mısır bitkisinin morfolojik özellikleri

Gürel (2007), Kastamonu ilinde yetiştirilebilecek uygun silajlık mısırları belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada RX-9292, Tex, Cadız, Premier, RX-893, LG-60, C-955, Bolson, Diamond Seeds, Goldeclat, Korduna, TTM-815, Trebbia, Tektor, Karadeniz Yıldızı, Isidora ve PegaSo çeşitlerini kullanmıştır. Çesitlerin tepe püskülü çıkarma süresini 64 - 73 gün, koçan püskülü çıkarma süresini 67 - 78 gün olarak bulmuştur. Bitki boylarını 227,8 - 273,9 cm, bitki başına yaprak sayılarını 12,5 - 15,3 adet, bitki başına koçan sayılarını 1,0 - 1,8 adet, ilk koçan yüksekliklerini ise 94,2 - 138,9 cm olarak gözlemlemiştir. Mısır çeşitlerinin sap oranlarını %22,2 - 43,3, koçan oranlarını %42,9 - 63,2, yaprak oranlarını %12,1 - 16,7, yeşil ot verimlerini 6618 - 9525 kg/da, kuru madde oranlarını %30,8 - 37,9 ve kuru madde verimlerini 2211 - 3459 kg/da aralığında değişim gösterdiğini bildirmiştir. Araştırmasında yaprak oranı, yeşil ot verimi ve kuru madde oranı hariç incelenen diğer özelliklerin çeşitler arasında önemli farklar olduğunu belirlemiştir. Yaptığı çalışmanın sonucunda, yeşil ve kuru madde verimi yüksek olan Trebbia, Tex ve Cadız çeşitlerinin bölgede silaj amacıyla yetiştirilebileceğini bildirmiştir.

Taş (2010), Harran ovası-Şanlıurfa koşullarında ikinci ürün silajlık mısır olan Samada-07 çeşidi kullanarak 10 farklı hasat zamanı ve 5 farklı sıra üzeri mesafe uygulamasıyla en yüksek verim koşullarını araştırmıştır. Hasat zamanları çıkış sonrası 30-40-50-60-70-80-90-100-110 ve 120. gün ve sıra üzeri mesafesi 10-14-18-22-26 cm olarak deneme kurulmuştur. Bitki yoğunluğu arttıkça silaj verimi, kuru ot verimi, ilk koçan yüksekliği, bitki boyu ve yaprak sayısının arttığı, sap kalınlığı, yaprak alanı, kök kuru madde ağırlığı, koçan boyu, koçan kalınlığı, koçan sayısı, koçanda tane ağırlığı, bin tane ağırlığı, sömek oranının azaldığı gözlemlenmiştir. En uygun dane veriminin 18 cm sıra üzeri mesafede 1099 kg/da olduğu belirtilmiştir. Hasat zamanı arttıkça sap kalınlığı, yaprak alanı ve koçan sayısının arttığı bir noktadan sonra sabit kaldığı tespit edilmiştir. Silajlık mısır üretiminde silaj ve kuru ot verimi için en yüksek değer 10 cm sıra üzeri mesafede, 90. gün hasat zamanında 14.000 bitki/da sayısı ile 7244 kg/da ve 3254 kg/da olduğu hesaplanmıştır. Araştırma sonuçlarına göre tane verimi ve tohum tasarrufu açısından en uygun sıra üzeri mesafenin 18 cm olduğu belirtilmiştir.

Özata ve ark., (2013), bazı aday atdışı hibrit mısırların ana ürün şartlarında performanslarının belirlenmesi amacıyla yaptıkları çalışmada Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından geliştirilen 9 tek melez ve 2 standart (Bora ve Ada 523) çeşit kullanılarak 2009 ve 2010 yıllarında ekim yapılmıştır. Tepe püskülü çıkış süresi, bitki boyu, ilk koçan yüksekliği, tane nemi, tane/koçan oranı ve tane verimi gibi morfolojik özellikler incelenmiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda incelenen özellikler açısından genotipler arasındaki farkın istatistiksel olarak önemli ( $P < 0,01$ ) olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kullanılan mısırlar arasından TTM. 2007-134, TTM. 2007-145 ve TTM. 2007-106 melezlerinin, standart çeşitlerden yüksek tane verimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu melezlerin Ülkesel Mısır Islahı Programı çerçevesinde değerlendirilebileceğini ve bölge verim denemelerinde kullanılabileceğini öngörmüşlerdir.

## 2.2. Selülozik etanol üretimi

Mangat ve ark. (2010), iki yerel hibrit mısır olan PMH-1 ve PMH-2 çeşitlerinin Novozyme® ticari enzimi ile etanol üretimini karşılaştırmıştır. Mısır örnekleri 65°C kurutulduktan sonra değirmende öğütme yapılmış ve 2,0 mm'lik elekten geçirilmiştir. Örneklerin PMH-1 için kuru ağırlık %69, ham protein %11, ham yağ %5 ve nem %12 ve PMH-2 için kuru ağırlık %70, ham protein %9, ham yağ %5,5, nem içeriği ise %11,8 olarak hesaplanmıştır. PMH-1 ve PMH-2 mısır çeşitlerinin içerisine 750 Amyloglucosidase biriminde (AGU/g) 3 AGU/g, 5 AGU/g, 7AGU/g ve 9AGU/g oranlarında glucoamylace (Spirizym) ve 240 kilo novo biriminde  $\alpha$ -amilaz (Liquozyme) içeren Novozyme® ticari enzimi eklenerek 30, 60, 90 ve 120 dk inkübasyona bırakılmıştır. Fermantasyon aşamasında ise *Saccharomyces cerevisiae* ortama bırakılarak 30°C' de pH: 5,0'de 60 saat beklenmiştir. Enzimin maksimum fermantasyon sonuçları PMH-1 için 3 AGU/g ve 7 AGU/g değerlerinde, PMH-2 için ise 5 AGU/g değerinde gözlemlenmiştir. PMH-1 ve PMH-2 için sırayla fermantasyon etkinliği %88,5 - 91,7 etanol verimi ise 0,46 - 0,52 g/g olarak bulunmuştur. Her iki çeşit mısırdaki da etanol üretimi açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir. Bu sonuç enzimin ticari biyoyakıt üretimi için olumlu potansiyeli olduğunu ortaya çıkarmıştır. Böylece yapılan çalışma tarımsal tabanlı biyoyakıtları çeşitlendirmenin uygun olacağı, bölgelere ait mısır çeşitlerinde de aynı enzimin kullanılabileceği sonucunu öngörmüştür.

Çöpür ve ark. (2012), yaptıkları çalışmada mısır, fındık zurufu ve ekin sapları kullanarak farklı selülozik materyallerden etanol üretim olanaklarını araştırmışlardır. Ön işlem aşamasında  $H_2SO_4$ , NaOH,  $H_2O_2$  ve  $NaBH_4$  kimyasalları kullanmışlar. Ekin sapında en yüksek etanol oranını ön işlem sırasında %4  $NaBH_4$  kullanarak 60 dakika muamele sonrasında 115 g/kg olarak bulmuşlar. Mısır sapında en yüksek verimi %4  $NaBH_4$  ile 90 dakika muamele sonrasında 97,4 g/kg olarak tespit etmişler. Son olarak fındık zurufunda ise en yüksek verimi %2 NaOH ve 90 dakika ön işlem uygulaması ile en yüksek verimi 52,6 g/kg olarak tespit etmişler. Kullanılan materyaller arasından en uygun olanını ekin sapı ve ön muamele için kullanılan kimyasalların ise NaOH ve  $NaBH_4$ 'ün diğerlerinden daha etkin olduğunu belirlemişlerdir.

Salve ve ark. (2012), mısır koçanı substrat konsantrasyonunun etanol üretimine etkisini araştırmıştır. PMH-19, Surya ve tatlı mısır çeşitlerini parçacık boyutu 0,5, 1,0 ve 1,5 mm olacak şekilde öğütme işlemi yapıp elekten geçirildikten sonra 100 g'da 2,5 N sülfirik asit eklenerek 4 saat 90 - 95°C kaynatılmış sonrasında 5000 rpm'de santrifüj edilmiştir. Santrifüjden çıkan örneklerin süpernatantı alınmış asit nötralizasyonu için 2N sodyum hidroksit eklenerek pH:6 olarak ayarlanmış ve fermantasyon aşamasına geçilmiştir. Örnekler ön işlem için 1:6 (V/V) oranında 0,5 N NaOH ile muamele edilerek 60 - 90 dakika atmosferik koşullarda oda sıcaklığında bekletilmiş sonrasında ise fırında 50 - 52°C de kurutularak alkali kalıntılarından arındırılmıştır. Hidroliz için pH: 5 olarak ayarlanan citrat buffer ve aktivite değeri 20 FPU olan selülaz enzimi eklenerek 52°C'de çalkalayıcı su banyosu içerisinde 6-48 saat boyunca bekletilmiştir. Son aşama olarak fermantasyonda *Saccharomyces cerevisiae* eklenerek 78 saat boyunca serbest şekerlerin etanole dönüşümü sağlanmıştır. Partikül boyutu 0,5 mm, 60 saat hidroliz ve 78 saat fermantasyon sürelerinde aktivitesi 20 FPU olan selülaz enzimi ile yüksek etanol üretimi sağlanmıştır. Protein içeriği en yüksek olanın Surya, selüloz ve hemiselüloz oranının ise en yüksek tatlı mısırdaki olduğu bulunmuştur. Parçacık boyutu düşük olduğunda etanol veriminin en yüksek olduğu aralarında ters orantı olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada *Saccharomyces cerevisiae* ile mısır koçanlarından alternatif enerji kaynağı olarak etanol elde edilebileceği öngörülmüştür.

Bondesson ve ark. (2013), sülfirik asit muamelesi yapılan ve yapılmayan mısır atıklarında buhar ön işlemiyle etanol ve biyogaz üretimini araştırmıştır. Enzimatik hidroliz için atıklardaki selüloz ve hemiselülozun monomerik şekerlere dönüştürülmesini hızlandırmak amacıyla ön işlem uygulamasının avantajları karşılaştırılmıştır. Enzimatik hidroliz öncesi 190°C, 200°C ve 210°C' de 5'er ve 10'ar dakika süreyle %2' lik, %5' lik sülfirik asit ön işlemine tabi tutulan ve sülfirik asit uygulaması olmayan mısır atıklarından etanol üretimi yapılmıştır. En iyi verim sülfirik asit uygulanan gruptan elde edilmiş ve bu grup içerisinde optimum koşullar ise 10 dakika boyunca 200°C'de sülfirik asit uygulanan mısırlar olduğu tespit edilmiştir.

Nazari Chamaki (2013), portakal atığının selülozik kısmından etanol üretimi çalışmış, glikoz ve etanol verimi üzerine etkilerini farklı açılardan tanımlamıştır. Atığın selülozik bileşenlerini ayrıştırmak için ön işlem uygulaması yaparak en yüksek verimi %10 (g/hacim) substrat konsantrasyonu, %1 (hacim/hacim) selüloz konsantrasyonu ve 24 saatlik enzimatik hidroliz koşullarında %91 glikoz verimi olarak bulmuştur. İkinci uygulamasında pektin ve çözünebilen şekerleri ön işlem uygulamadan gerçekleştirmiştir. En yüksek glikoz verimini %20 (g/hacim) substrat konsantrasyonu, %1 (hacim/hacim) selüloz konsantrasyonu, %4 pektinaz konsantrasyonu ve 24 saatlik enzimatik hidroliz ile %88 olarak hesaplamıştır. Son aşamada ise pektin ve diğer çözünebilen bileşenleri ayırmak için basit ön işlem uygulaması yaparak glikoz verimini %91 olarak bulmuştur. Çalışmasında şekerlerin fermantasyonu için maya olarak *Saccharomyces cerevisiae* NRRL Y-132 kullanmıştır. Uygulanan üç işlem sonrasında etanol verimleri sırasıyla 0,72, 2,7 ve 0,78 (g etanol/100 ml fermantasyon ortamı) olarak tespit etmiştir. Başlangıç glikoz konsantrasyonları 12, 55 ve 16 g/L olarak başladığından 7, 27 ve 8 (g etanol/L fermantasyon ortamı) değerleri elde edildiği bulunmuştur. Sonuç olarak başlangıç glikoz konsantrasyonunun artırılmasıyla etanol konsantrasyonunun artırılacağı öngörülmüştür.

### **2.3. Mısır bitkisinde SSR markör tekniği**

Waburton ve ark., (2002), Uluslararası Mısır ve Buğday Geliştirme Merkezi'nde bulunan örneklerden seçtikleri 7 populasyon ve 57 saf hat mısır üzerinde SSR (basit dizi tekrarı) markör tekniği kullanarak genetik karakterizasyon yapmışlardır. Çalışmalarında kullandıkları 85 SSR markörden saf mısır hatlarda ortalama 4,9 ve toplam 416 band, populasyonlarda ise ortalama 6,3 ve toplam 531 band oluştuğunu

tespit etmişlerdir. Kümeleme analizi sonucunda kullandıkları populasyonların 3 ana gruba ayrıldığını, populasyon içi genetik varyasyonun populasyonlar arasındaki genetik varyasyondan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmada kullandıkları 85 SSR markörü mısır bitkisinin genetik haritalamasında kullanımı açısından tekrarlanabilirlik, allel tarama, otomasyon kolaylığı açısından test etmişlerdir. 85 SSR markörden 53 tanesini bu özellikleri için uygun olduğunu, mısır genotiplerinin rutin parmak izi çalışmalarında kullanılabileceğini rapor etmişlerdir.

Cömertpay (2008), yerel mısır populasyonlarının morfolojik ve moleküler karakterizasyonu üzerine yaptığı çalışmada 13 SSR (basit dizi tekrarı) DNA markörü ile 13 morfolojik özellik incelemiştir. Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsünden temin edilen 20 farklı ile ait mısır populasyonunda morfolojik özelliklere ait varyans analizinde koçan yüksekliği, koçan tane ağırlığı, bitki verimi ve koçan tane sayısının yüksek varyasyon sergilediğini, tane oranı, tepe püskülü çıkış süresi ve koçan kalınlığını ise düşük varyasyon sergilediğini tespit etmiştir. Genetik çeşitliliği (*He*) ise en yüksek 0,25 ile Uşak populasyonundan, en düşük *He* değeri ise 0,12 ile Bursa populasyonundan elde etmiştir. Mısırlar arasındaki genetik benzerliğin 0,79 ile 0,95 arasında değiştiğini bulmuştur. Moleküler deneyler sonucu oluşturulan dendogramdaki dağılım ile morfolojik özellikleri arasında bir bağlantı bulunmamıştır. Araştırma sonucunda mısır ıslah çalışmalarında kullanılabilecek zengin genetik çeşitliliğe sahip olduğu belirtilmiştir.

Lorenzana ve ark., (2010), mısır koçanlarında selülozik etanol için hücre duvarı bileşenleri ve serbest glikozun ilişkisine bakmış ve kantitatif özellik lokus (QTL) analizi yapmışlardır. Glikoz, ksiloz ve klason ligninin koçandaki kuru madde oranının büyük bir kısmını (%72) oluşturduğunu ve hücre duvarı bileşenlerini etkileyen 152 QTL olduğunu tespit etmişlerdir. Glikozun fermante edilebilir serbest şekerlere dönüşümünü klason lignin (KL) oranı ile bağlantılı olarak klason lignin oranı serbest şekerlere dönüşümü zorlaştırdığını bulmuşlardır. Selülozik etanol üretiminde, koçandaki fermante edilebilir şekerlere dönüştürme veriminin kısmen hücre duvarı yapısına bağlı olduğunu ve selülozik etanol için geliştirilecek koçan ıslah çalışmalarında moleküler markör kullanımının oldukça yararlı olabileceğini ve yaptıkları çalışmada buldukları 152 kantitatif özellik lokusunun kullanılabileceğini bildirmişlerdir.

### 3.MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1.Bitki Materyali

Bu çalışmada bitki materyali Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümünden temin edilmiştir. Araştırmamızda kullanılmak üzere saf hat mısırlar daha önce değişik populasyonlardan kendileme ile oluşturulmuş saf hatlardan MKU1, MKU2, MKU3, MKU4, MKU5 ve Sakarya Tarımsal Araştırma İstasyonundan temin edilen N192, Frm017, NS633, K150, Fr43 seçilmiştir. Yöreğe uygun çeşitlerden ise Monsanto firmasına ait DKC 6876, DKC 6589, Pioneer firmasından P 31A34, Mayagro firmasından 70 May 82, 72 May 80, Syngenta firmasından Karma ve Kalipso, Limagrain firmasından Helen, Kermess ve Aveline bu çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir.

#### 3.2. Ekim Yöntemi ve İncelenen Morfolojik Özelliklerin Belirlenmesi

Bitki materyali için 2 Mayıs 2013 tarihinde Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Telgaliş Araştırma ve Uygulama Tarlasına havalı mibzerle her çeşitten 4'er sıra, sıra arası 70 cm ve sıra üzeri 18 cm olmak üzere 2 blok ekim yapılmıştır. Bitki materyallerinin ekimi tesadüf blokları deneme desenine göre iki tekerrürlü olarak düzenlenmiştir. Ekim öncesi 15-15-15 kompoze gübre uygulanmıştır. Dekara 6 kg N, 6 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve 6 kg K<sub>2</sub>O g/da olacak şekilde verilmiştir. Bitkiler diz boyu yüksekliğe gelince 18,4 kg/da saf azot gübresi ise üre formunda verilmiştir.



Şekil 3.2.1. Tarla denemesi



### **3.2.1 Koçanlı bitki ağırlığı**

Her parselden orta sıralarda yer alan bitkilerden tesadüfen seçilen 5 bitki ayrı ayrı kuru olarak tartılmış ve ortalaması alınarak bulunmuştur.

### **3.2.2 Koçansız bitki ağırlığı**

Her parselden orta sıralarda yer alan bitkilerden rastgele seçilen 5 bitkinin koçanları tek tek kopartılarak ayrı ayrı tartılmış ve ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

### **3.2.3 Yaprak ağırlığı**

Her parselden orta sıralarda yer alan bitkilerden rastgele seçilen 5 bitki yaprakları tek tek saptan ayrılarak tartılmış ortalaması alınarak bulunmuştur.

### **3.2.4 Sap ağırlığı**

Her parselden orta sıralarda yer alan bitkilerden tesadüfen seçilen 5 bitki koçan ve yaprakları ayrıldıktan sonra tek tek tartılarak ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

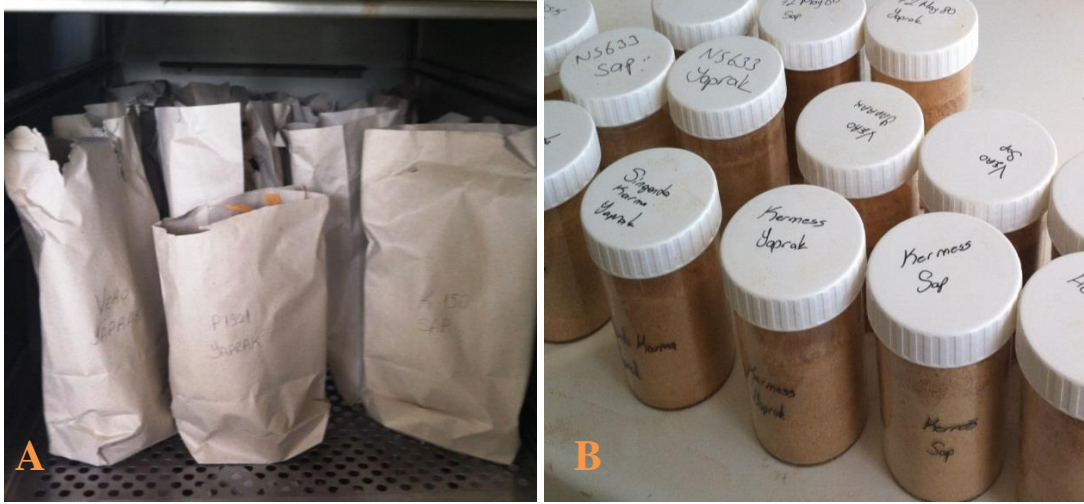
### **3.2.5 Bitki boyu**

Her parselden orta sıralarda yer alan bitkilerden tesadüfen seçilen 5 bitkiden toprak yüzeyi ile tepe püskülünün çıktığı ilk yan dalcığın ilk boğumu arasındaki mesafe cm cinsinden ölçülüp, elde edilen değerlerin ortalaması alınarak bulunmuştur.

## **3.3 Etanol Analizleri**

Etanol analizleri için hasat zamanı bitkiler koçanlı, koçansız, yaprak ve sap ağırlıkları tartılıp boyları ölçülerek toplanmıştır. Hasatı yapılan mısır çeşit ve hatlarına ait ağırlıklar ve boy ölçüleri alınmıştır (EK 1).

Hasatta toplanan mısırlar etüvde sap ve yaprakları ayrı ayrı 105°C'de 96 saat kurumaya bırakılmıştır. Kurutma sonrası tartılan mısırların sapları ve yaprakları ayrı ayrı öğütülmüş ve ağırlık oranlarına göre karıştırılarak etanol analizlerine hazırlanmıştır (Şekil 3.3.1). Öğütülen mısırların sap ve yaprak ağırlıklarına göre tartım sonuçları EK 2'de verilmiştir.



**Şekil 3.3.1.** A; Hasat sonrası etüvde kurutulan mısır atıkları. B; Öğütülmüş mısır atıkları

Ön işlem aşaması için sap ve yaprak oranlarına göre karıştırılan öğütülmüş mısır örneklerinin her birinden 10 g tartılarak üzerlerine %2' lik sülfirik asit solüsyonu eklenip 120° C'de 43 dk otoklavlanmıştır. Otoklavdan çıkan örnekler süzme kâğıdı yardımıyla vakum pompasında saf su eklenerek süzölmüş ve süzme kâğıdı üzerinde kalan posa ayrılmıştır. Böylece elde edilen mısır posaları asitten arındırılmıştır. Her mısır örneğinden ayrı ayrı elde edilen posanın nem oranı etüvde 105°C'de 4 saat bekletildikten sonra ön tartım ve son tartım yapılarak hesaplanmıştır.



**Şekil 3.3.2.** A: Ön işlem uygulanmış mısır posası. B: Posadan nem tayini için etüvde kurutulan mısır örnekleri



**Şekil 3.3.3.** Ön işlem gören mısır posasının vakum pompası ile süzme işlemi

Ön işlem yapıldıktan sonrasüzme işlemi yapılan posalardan nem oranlarına göre kuru madde ağırlıkları 2,5 g olacak şekilde tartım yapılmıştır.

$$2,5=X(1-\text{nem oranı})$$

$$X=\text{Fermantasyon için tartılması gereken posa ağırlığı}$$

Tartım işlemi yapılan mısır posalarına nem oranı hesaplanmıştır. Enzimatik hidroliz ve fermantasyon aşamaları için tartılması gereken posa ağırlıkları bulunmuştur. Hazırlanan örneklere yeast extract, pepton, 1M Sodyum sitrat buffer ve saf su eklenerek 121°C’ de 15 dk otoklavlanmıştır. Otoklavdan çıkan örneklere aktifleştirmek için fermantasyondan önce sıvı besiyerine ekimi yapılan ve 28-30°C’ de 1-2 gün inkübasyona bırakılan maya solüsyonu ve Accellerase® 1500 enziminden koyularak örnekler 30°C’de 150 rpm’de çalkalamalı inkübatörde 96 saat bekletilmiştir. Maya aktifleştirmek için hazırlanan sıvı besiyeri oranları Çizelge 3.3.1’de verilmiştir.

**Çizelge 3.3.1** Maya aktifleştirmek için hazırlanan sıvı besiyeri oranları

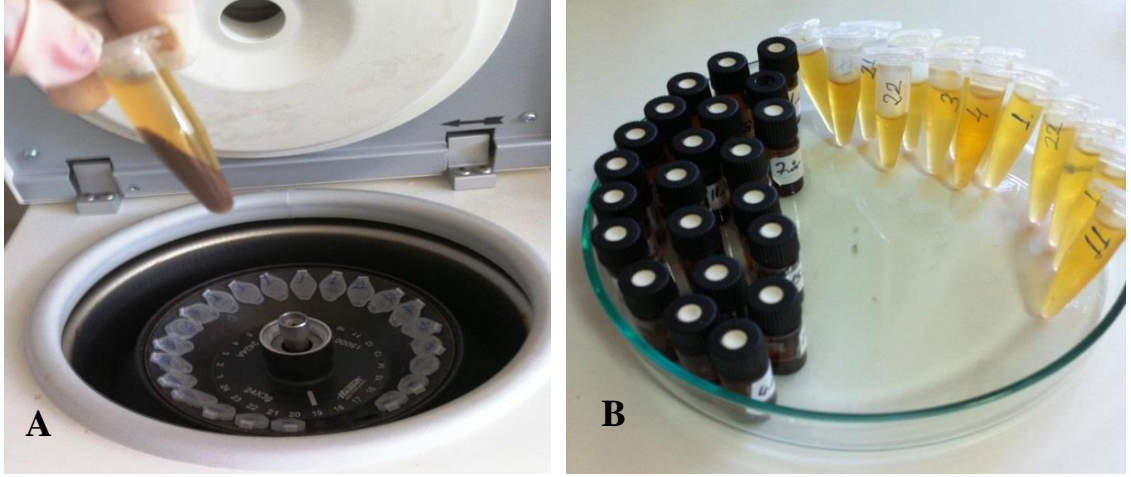
| <b>KULLANILAN KİMYASAL</b> | <b>MİKTAR</b> |
|----------------------------|---------------|
| Yeast extract              | 3gr           |
| Malt extract               | 3gr           |
| Dextrose                   | 10gr          |
| Peptone                    | 5gr           |
| DI water                   | 1000ml        |



**Şekil 3.3.4.** İnkübasyona bırakılan mısır posaları

Femantasyon süresi tamamlanan örnekler çalkalamalı inkübatörden çıkarılmış ve steril kabinde ependorf tüplere alınarak 10 000 rpm' de 10 dk santrifüj cihazında çöktürme işlemi görmüştür. Santrifüjden çıkarılan örneklerden süpernatant dikkatlice yeni ependorf tüplere aktarılmıştır. GC-MS etanol ölçüm analizleri için ependorf tüplerden 0,45 mikronluk şırınga filtrelerinden geçirilerek viyallere koyulmuştur.





**Şekil 3.3.5.** A: İnkübasyon sonrası ependorf tüplere alınan örneklerin santrifüj ile çöktürülmesi. B: Santrifüj sonrası süpernatantı alınarak viyallere aktarılan örnekler

### 3.4.DNA Analizleri

Ekimi sonrası ilk yaprak çıkışıyla birlikte toplanan genç yapraklardan CTAB DNA ekstraksiyon protokolüne göre DNA izolasyonu yapılmıştır.

1. Havana koyulan genç yaprakların üzerine 100 ml marcoptoethanol eklenerek hazırlanan DNA Ekstraksiyon Bufferından 2 ml koyularak öğütme işlemi yapılmıştır.
2. Öğütülen örnekler ependorf tüplere koyularak su banyosunda 65°C’de her 15 dakikada bir 3000 rpm’de vortekslenerek 1 saat 15 dakika inkübasyona tabi tutulmuştur.
3. Su banyosundan çıkarılan örneklerin üzerine 600 µl kloroform: isoamylalchol (24:1) eklenerek hafifce alt üst edilmiştir.
4. 5700 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiştir.
5. Santrifüj sonrası ependorf tüplerde 3 katman oluşur ve en üstteki katman pipet yardımıyla alınarak yeni bir ependorf tüpe koyulmuştur.
6. Buz içerisine alınan yeni ependorf tüplerdeki süpernatanta 600 ml isopropanol ilave edilerek hafifce alt üst yapılır ve DNA peletinin oluşumu gözlenmiştir.
7. 10 000 rpm’de 10 dakika santrifüj edilmiştir.
8. Süpernatant derhal uzaklaştırılır ve kağıt havlu üzerinde hava kurutmasına bırakılmıştır.

9. Hava kurutması yapılan örneklere 600 µl %70'lik EtOH eklenmiştir.
10. 5700 rpm'de 8 dakika santrifüj edilerek temizlenen DNA çökeltiştir.
11. %70'lik EtOH ependorftan uzaklaştırılmış ve tamamen uzaklaştırıldığından emin olmak için temiz bir kağıt havlu üzerine tüpler ters çevrilerek kurutma yapılmış böylece DNA'nın EtOH'dan kurtulması sağlanmıştır. Sonra üzerine 200 µl TE buffer eklenmiş +4°C'de 1 gece beklenmiştir.
12. Buzdolabında bekletilen tüpler çıkarılmış üzerlerine 300 µl fenol:kloroform (1:1) eklenmiştir.
13. 10 dakika 14 000 rpm'de santrifüj edilmiştir.
14. Üst faz yeni bir ependorf tüpe alınarak üzerine 300 µl izopropanol ve 50 µl NaAc 3 M pH:5.5 eklenerek hafifçe karıştırılmıştır.
15. 10 dakika 14 000 rpm'de tekrar santrifüj edilerek süpernatant uzaklaştırılmıştır. Sonra üzerine 500 µl % 70'lik EtOH eklenerek 30 dakika -20°C'de bekletilmiştir.
16. 30 dakika sonunda çıkarılan örnekler tekrar 14 000 rpm'de 10 dakika santrifüj edilmiş süpernatant uzaklaştırılmış ve 15 dakika hava kurutmasına bırakılmıştır.
17. Hava kurutmasına bırakılan ependorf tüplere 100 µl ultra steril saf su eklenerek +4°C'de 1 gün bekletilmiştir.
18. Peletler saf su içerisinde tamamen eridikten sonra -20°C' de stok DNA eldesi olarak depolanmıştır.

İzolasyonu yapılan örneklerin nanodrop cihazı ile DNA konsantrasyonları ölçülmüştür. 1,5 µl stok DNA'dan alınarak 260-280 UV aralığında konsantrasyonu okunan DNA' lar nanodrop spektrofotometre değerinden 10 ng konsantrasyona göre 500 µl' ye seyreltme yapılmıştır.

**Çizelge 3.4.1** Nanodrop DNA konsantrasyonları

| Bitki adı | Abs 260 | 260/280 | Konsantrasyon<br>(ng/µl) | 10 ng/µl | Dilüsyon<br>değeri |
|-----------|---------|---------|--------------------------|----------|--------------------|
| DKC 6876  | 14,90   | 1,94    | 744,8                    | 6,7      | 493,3              |
| Kermess   | 15,88   | 2,04    | 794,0                    | 6,3      | 493,7              |
| DKC 6589  | 18,04   | 1,90    | 902,2                    | 5,5      | 494,5              |
| Kalipso   | 27,16   | 2,04    | 1358                     | 3,7      | 496,3              |
| P 31A34   | 14,72   | 1,96    | 736,2                    | 6,8      | 493,2              |
| 70 May 82 | 11,09   | 2,01    | 554,6                    | 9,0      | 491,0              |
| Karma     | 21,83   | 2,01    | 1091,8                   | 4,6      | 495,4              |
| 72 May 80 | 12,19   | 1,94    | 609,7                    | 8,2      | 491,8              |
| Helen     | 17,42   | 1,96    | 871,4                    | 5,7      | 494,3              |
| Aveline   | 18,57   | 1,99    | 928,7                    | 5,4      | 494,6              |
| MKU1      | 17,32   | 1,98    | 866,4                    | 5,8      | 494,2              |
| MKU2      | 23,36   | 2,02    | 1168,4                   | 4,3      | 495,7              |
| MKU3      | 11,20   | 1,94    | 560,1                    | 8,9      | 491,1              |
| MKU4      | 11,50   | 2,02    | 575,1                    | 8,7      | 491,3              |
| MKU5      | 26,84   | 1,99    | 1342,3                   | 3,7      | 496,3              |
| N192      | 28,62   | 2,01    | 1431,2                   | 3,5      | 496,5              |
| FrM 017   | 8,53    | 1,85    | 426,7                    | 11,7     | 488,3              |
| NS633     | 19,04   | 1,9     | 952,3                    | 5,3      | 494,7              |
| K150      | 23,76   | 2,01    | 1188,4                   | 4,2      | 495,8              |
| Fr 43     | 8,99    | 1,89    | 449,7                    | 11,1     | 488,9              |

Son Konsantrasyon=500-Dilüsyon Değeri

Dilüsyon Değeri=10ng×500 / Konsantrasyon

Seyreltme işlemi tamamlanan DNA örneklerine % 0,8'lik agaroz jelde 100 dakika 90V'da yürütülerek ayrıca bakılmıştır. Hücre duvarı bileşenlerini etkileyen gen bölgelerine ait primerlerin bağlanma sıcaklıkları bilinmediği için gradient pqr yapılmış ve sıcaklık 62°C den 50°C'ye düşürülmüştür. Master mix için 3 µl DNA, 2 µL dNTP, 2,5 µl PZR buffer, 1,5 µl MgCl, 1 µl Taq polimeraz enzimi ve 11 µl ultra steril saf su ile toplam karışım 23 µl hazırlanmış ve DNA çoğaltma işlemi yapılmıştır. PZR ürünleri %3'lük metafor jele 3 µl loading dye eklenerek, ilk ve son kuyucuklara ise 7 µl DNA ladder koyularak yüklenmiştir. Metafor jel 120 dk boyunca 130 V'da yürütülmüş ve görüntüleme yapılmıştır. Primerlere optimizasyon amacıyla gradient pqr uygulanmıştır. Gradient PZR sonucunda primerlerin spesifik bağlanma sıcaklıkları belirlenerek her bir primere kendi bağlanma sıcaklığında normal pqr yapılmıştır.

DNA analizleri için markör olarak SSR (Simple Sequence Repeat) primerleri kullanılmıştır. Primer bilgileri <http://www.maizegdb.org/> (Mısır Genom Data Bankası) internet sayfasından mısır genomunda hücre duvarı bileşenlerini etkileyen gen bölgelerine ait 10 adet SSR primeri olarak seçilmiştir.

Araştırmamızda kullanılan umc1027, umc2018, umc1261, umc1458, bnlg1823, umc1976, umc1231, phi453121, umc1393, bnlg1025, bnlg1823 SSR primerlerine ait sekans bilgileri ve etkiledikleri hücre duvarı bileşeni çizelge 3.4.2’de verilmiştir.

**Çizelge 3.4.2** SSR primerlerine ait sekans bilgileri ve etkiledikleri hücre duvarı bileşeni

| <b>Primer adı:</b> | <b>Forward primer</b>        | <b>Reverse primer</b>        | <b>Etkilenen bileşeni</b> |
|--------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Umc2018            | TAGCCAAGCTTCT<br>CCCTAGCTTTT | GCAGTTGGAGGAG<br>GAGCAGAC    | Glikoz                    |
| Umc1027            | AACTCTGTCTCCG<br>TCACCGTGT   | GACCTCATCTCCG<br>TGGAAATTG   | Glikoz                    |
| Umc1261            | AGAAGTGCGTATG<br>CTACAGTGGTG | CCTAGTGGTGGAG<br>TTCTAGGCAA  | Ksiloz                    |
| Umc1458            | CCAATAAACAAAT<br>CATCTCCCCCT | TGCTATGCTATGT<br>ACAGGGACAGG | Ksiloz                    |
| Umc1976            | TGCCGAGGCTTCT<br>AGTAGACCAA  | CGCTATATCTATC<br>CCGCAGCAAC  | Arabinoz                  |
| Umc1231            | CTGTAGGGCTGAG<br>AAAAGAGAGGG | CGACAACCTAGGA<br>GAACCATGGAG | Arabinoz                  |
| Umc1393            | CCTTCTTCTTATTG<br>TCACCGAACG | GCCGATGAGATCT<br>TTAACAACCTG | Galaktoz                  |
| Bnlg1823           | TGTGACTCCATAC<br>CGCACAT     | CTCATCATGTTGT<br>ACATGGCG    | Ksiloz                    |
| Bnlg1025           | TGGTGAAGGGGA<br>AGATGAAG     | CCGAGACGTGACT<br>CCTAAGC     | Mannoz                    |
| Phi453121          | ACCTTGCCTGTCC<br>TTCTTTCT    | CAAGCAAGACTTT<br>TGATCAGCC   | Galaktoz                  |



### 3.5. Veri Analizleri

Özelliklere ilişkin verilerin analizi SAS (SAS Ins. Inc. Cary, NC) istatistik programı kullanılarak yapılmıştır. Varyans analizinde önemli çıkan etkiler Duncan çoklu karşılaştırma testi ile karşılaştırılmıştır. Tarla verileri ile etanol verileri arasındaki değişken analizi ise Pearson Korelasyon analizi ile karşılaştırılmıştır. Elde edilen moleküler veriler Rohlf (1993) tarafından belirtilen NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System, NTSYS-pc version 2.1, Exeter Software, Setauket, N.Y., USA) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Benzerlik indeksinden yararlanılarak, UPGMA (Unweighted Paired Group Method With Arithmetic Average) metodu ile dendrogram oluşturulmuştur. Morfolojik verilerin moleküler verilerle karşılaştırılması yine aynı paket programındaki MXCOMP seçeneği kullanılarak 10000 permütasyon üzerinden yapılmıştır. Saf hat ve çeşitlerin oluşturduğu populasyonların kendi içinde ve birbiri aralarındaki varyasyonun tespiti içinde AMOVA (Analysis of molecular variance = moleküler varyans analizi) Genalex software programı kullanılarak yapılmıştır (Peakall, 2005).

## 4.ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Çeşit ve Saf Hat Mısırların Biyomas Ağırlıkları

Mısır çeşitlerinin biyomas ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1.1’de varyans analiz sonuçlarında görüldüğü gibi, mısır çeşitlerinin biyomas ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ( $P<0,01$ ). Mısır çeşitlerinin biyomas ağırlıkları 2275 - 1105 g/bitki arasında olduğu belirlenmiştir. Ekimi yapılan mısırlar arasında bitki ağırlık değeri en yüksek olan çeşit DKC 6876, 2275 g/bitki olarak görülmektedir. En düşük biyomas ağırlık değeri ise Helen çeşitinde 1150 g/bitki olarak hesaplanmıştır. En yüksek biyomas ağırlığı en düşük biyomas ağırlığının yaklaşık iki katı kadar olmuştur. Farklı harf grubuna sahip mısır çeşitleri arasında varyans analiz sonuçlarına göre istatistiksel olarak  $P<0,01$  düzeyinde fark ve çeşitler arasında önemli varyasyon olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.1.1** Mısır çeşitlerinin biyomas ağırlıklara ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri.

| <b>ÇEŞİT</b> | <b>ORTALAMA (g/bitki)*</b> |
|--------------|----------------------------|
| DKC 6876     | 2275 A                     |
| Aveline      | 1950 B                     |
| DKC 6589     | 1787 C                     |
| 70 May 82    | 1495 D                     |
| Kermess      | 1465 ED                    |
| 72 May 80    | 1435 E                     |
| Kalipso      | 1305 F                     |
| P 31A34      | 1300 F                     |
| Karma        | 1265 F                     |
| Helen        | 1105 G                     |
| <b>GENEL</b> | <b>1538</b>                |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P<0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Saf hat mısırların biyomas ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.1.2’de verilmiştir. Çizelge 4.1.2’de görüldüğü gibi, saf hat mısırların biyomas ağırlık yönünden yapılan varyans analizlerine göre en yüksek değer Fr43 1565 g/bitki ve en düşük değer Frm017 690 g/bitki olarak bulunmuştur. Duncan testi sonuçlarına göre

farklı harf grubuna sahip Fr43, K150, MKU3, MKU4, MKU5, MKU2, N192, Frm017 saf hat mısırların biyomas ağırlıkları arasındaki fark istatistiksel olarak  $P < 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur.

**Çizelge 4.1.2** Saf hat mısırların biyomas ağırlıklara ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri

| <b>SAF HAT</b> | <b>ORTALAMA (g/bitki)*</b> |
|----------------|----------------------------|
| Fr43           | 1565 A                     |
| K150           | 1525 B                     |
| MKU3           | 1360 C                     |
| MKU4           | 1236 D                     |
| MKU5           | 1085 E                     |
| MKU2           | 902 F                      |
| MKU1           | 853 G                      |
| NS633          | 851 G                      |
| N192           | 775 H                      |
| Frm017         | 690 I                      |
| <b>GENEL</b>   | <b>1084</b>                |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P < 0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Araştırmamızda bulunan mısır bitkisinin çeşitlerinin biyomas ağırlıkları 1105 - 2275 g/bitki arasında değişiklik göstermiş, ortalama ağırlık 1538 g/bitki olarak hesaplanmış, saf hatların biyomas ağırlıkları ise 690 - 1565 g/bitki arasındadeğişmekle birlikte ortalama ağırlık 1084 g/bitki olarak bulunmuştur. Küçük (2011), Ankara koşullarında yaptığı çalışmada silajlık mısır çeşitlerinin bitki ağırlıklarını 778 g ile 1230 g olarak bildirmiştir ve bu değerler çalışmamızdaki saf hat mısırların ağırlıkları ile benzerlik göstermektedir. Turan ve Yılmaz (2000) Van ili koşullarındaki koçanlı ağırlıkların 893,17 - 900,74 g olduğunu bildirmiştir. Sade ve ark., (2002) ise Konya ili koşullarındaki araştırmasında tek bitki ağırlıkları ortalamalarını 715,25- 815,25 - 820,75 g olarak bildirmiş ve elde edilen verilerin araştırmamızdaki çeşit ve saf hat bitki ağırlıklarından daha düşük olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmalardaki bu farklılıkların ekolojik koşullar, yetiştirme şartları ve ekim zamanlarından kaynaklanmasının yanı sıra mısır türleri arasındaki gen kaynaklarının çeşitliliği nedeni ile genetik faktörlerinde etkisi olabileceği düşünülmektedir. Çalışmamızda kullanılan çeşit ve hatların biyomas

ağırlıklarının geniş çapta varyasyon göstermesi bu kaynakların dane yanında biyoetanol olarak değerlendirilmesine imkân sağlayacak niteliktedir.

#### 4.2. Çeşit ve Saf Hat Mısırların Koçansız Ağırlıkları (Sap ve Yaprak)

Mısır çeşitlerinin sap ve yapraktan oluşan koçansız ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.1’de verilmiştir. Çizelge 4.2.1’de izlendiği gibi, mısır bitkilerinin koçansız ağırlıklarına ilişkin varyans analizlerine göre bitki başına düşen en yüksek koçansız ağırlık değerine sahip 1205 g/bitki ile DKC 6876 ve en düşük koçansız ağırlık değerine sahip olan çeşit ise 484 g/bitki ile Kalipso olarak bulunmuştur. Mısır çeşitlerindeki koçansız ağırlıklar 1205 - 484 g/bitki değerleri arasında farklılık göstermiştir. Farklı harf grubuna sahip mısır çeşitleri arasında istatistiksel olarak önemli fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2.1** Mısır bitkilerinin farklı çeşitleri arasında koçansız ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri

| ÇEŞİT        | ORTALAMA (g/bitki)* | KOÇANSIZ AĞIRLIK ORANI % |
|--------------|---------------------|--------------------------|
| DKC 6876     | 1205 A              | 52,96                    |
| 72 May 80    | 1025 B              | 71,42                    |
| Aveline      | 910,5 C             | 46,69                    |
| DKC 6589     | 734,5 D             | 41,09                    |
| P 31A34      | 690 E               | 53,07                    |
| 70 May 82    | 651 F               | 43,54                    |
| Kermess      | 540,5 G             | 36,89                    |
| Helen        | 526 H               | 47,60                    |
| Karma        | 505,5 I             | 39,96                    |
| Kalipso      | 484 J               | 37,08                    |
| <b>GENEL</b> | <b>727,2</b>        | <b>47,03</b>             |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P < 0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Saf hat mısırların koçansız ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.2.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2.2’de izlendiği gibi, mısır bitkilerinin koçansız ağırlıklarına ilişkin varyans analizlerine göre en yüksek değere sahip hat mısır 808,5 g/bitki ile K150 ve en düşük değere sahip olan hat ise 364 g/bitki ile NS633 olarak

tespit edilmiştir. Farklı harf grubuna sahip saf hat mısırlar arasında istatistiksel olarak  $P < 0,01$  düzeyinde önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.2.2** Mısır bitkilerinin farklı saf hatları arasında koçansız ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri

| <b>SAF HAT</b> | <b>ORTALAMA (g/bitki)*</b> | <b>KOÇANSIZ AĞIRLIK ORANI %</b> |
|----------------|----------------------------|---------------------------------|
| K150           | 808,5A                     | 53,01                           |
| MKU4           | 774 B                      | 62,64                           |
| MKU5           | 749 C                      | 69,03                           |
| Fr43           | 741,5 D                    | 47,38                           |
| MKU2           | 701,5 E                    | 77,77                           |
| MKU3           | 700 E                      | 51,47                           |
| MKU1           | 669 F                      | 78,47                           |
| Frm017         | 619 G                      | 89,71                           |
| N192           | 491 H                      | 63,39                           |
| NS633          | 364 I                      | 42,77                           |
| <b>GENEL</b>   | <b>661,7</b>               | <b>63,56</b>                    |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P < 0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Çalışmamızda elde edilen koçansız ağırlıklar bitkinin yaprak ve sap ağırlıklarını kapsamaktadır. Koçansız ağırlık oranları ise bitki koçansız sap ve yapraklardan oluşan ağırlığın bitki ağırlığına oranıdır. Çeşit mısırların koçansız ağırlığın bitki ağırlığına oranı %71,42 - %36,89 arasında değişim göstermekle birlikte oranların ortalaması %47,03 olarak bulunmuştur. Kendilenmiş saf hatlarda ise oran %89,71 - %42,77 arasında gözlemlenmiş ve oranların ortalaması %63,56 olarak hesaplanmıştır. Küçük (2011) Ankara koşullarında silaj amacıyla yetiştirilen mısırlar üzerine yaptığı çalışmada mısır sap oranları ortalamasının %47,93 olduğunu bildirmiştir. Silaj verimi yüksek olan mısır çeşitlerinin etanol veriminin de yüksek olacağı düşünülmektedir.

Çalışmamızda etanol hasat edilen bitki başına düşen alanda etanol üretimi için kullanılan koçansız ağırlık oranına göre her çeşit ve saf hat için dekara verim hesaplanmıştır. Sıra üzeri 70 cm ve sıra arası 18 cm olan ekim alanında koçansız ağırlık ölçümü için toplanan 5 bitki ağırlık ortalamaları dikkate alınmıştır. Bitki başına hasat edilen alan  $0,126 \text{ m}^2$  ve tek bitki ağırlıkları  $1000 \text{ m}^2$  alandaki bitki başına düşen ağırlık oranı yöntemi ile her bitki için dekara verim hesaplanmıştır.

Çeşitler için dekara verim Çizelge 4.2.3’de ve saf hatlar için Çizelge 4.2.4’de verilmiştir.

**Çizelge 4.2.3** Çeşit mısırlarda koçansız ağırlıkların dekara verimi

| <b>ÇEŞİT</b> | <b>ORTALAMA (g)*</b> | <b>DEKARA VERİM (kg/da)</b> |
|--------------|----------------------|-----------------------------|
| DKC 6876     | 1205                 | 9563                        |
| 72 May 80    | 1025                 | 8134,5                      |
| Aveline      | 910,5                | 7260                        |
| DKC 6589     | 734,5                | 5829                        |
| P 31A34      | 690                  | 5476                        |
| 70 May 82    | 651                  | 5166,5                      |
| Kermess      | 540,5                | 4289,5                      |
| Helen        | 526                  | 4174,5                      |
| Karma        | 505,5                | 4011,5                      |
| Kalipso      | 484                  | 3841                        |
| <b>GENEL</b> |                      | <b>5774,5</b>               |

**Çizelge 4.2.4** Kendilenmiş ve saf hat mısırlarda koçansız ağırlıkların dekara verimi

| <b>SAF HAT</b> | <b>ORTALAMA (g)*</b> | <b>DEKARA VERİM (kg/da)</b> |
|----------------|----------------------|-----------------------------|
| K150           | 808,5                | 6416,5                      |
| MKU4           | 774                  | 6142,5                      |
| MKU5           | 749                  | 5944                        |
| Fr43           | 741,5                | 5884,5                      |
| MKU2           | 701,5                | 5567                        |
| MKU3           | 700                  | 5555,5                      |
| MKU1           | 669                  | 5309,5                      |
| Frm017         | 619                  | 4912,5                      |
| N192           | 491                  | 3866,5                      |
| NS633          | 364                  | 2888,5                      |
| <b>GENEL</b>   |                      | <b>5242</b>                 |

Dekara verimi en yüksek bitki DKC 6876 çeşit mısırında 9563 kg/da olarak bulunmuştur. Saf hatlar arasında ise en yüksek verim K150 mısır bitkisinde 6416,5 kg/da olarak hesaplanmıştır. Dekara verimi yüksek olan mısır çeşitlerinin selülozik etanol veriminin de yüksek olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle DKC 6876 çeşit mısırın ekim alanlarının arttırılmasıyla etanol üretimine katkı sağlanacağı söylenebilir.

### 4.3 Çeşit ve Saf Hat Mısırların Yaprak Ağırlıkları

Mısır çeşitlerinin yaprak ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.3.1’de izlendiği gibi, mısır bitkilerinin yaprak ağırlıklarına ilişkin varyans analizlerine göre en yüksek yaprak ağırlık değerine sahip 166 g/bitki ile 72 May 80 ve en düşük yaprak ağırlık değerine sahip olan çeşit ise 119 g/bitki ile Helen olarak bulunmuştur. Mısır çeşitlerindeki yaprak ağırlıkları 166 - 119 g/bitki değerleri arasında farklılık göstermiştir. Farklı harf grubuna sahip mısır çeşitleri arasında istatistiksel olarak  $P<0,01$  düzeyinde önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3.1** Mısır çeşitleri arasında yaprak ağırlıklarına ait değerler ve yaprak oranları

| ÇEŞİT        | ORTALAMA (g/bitki)* | YAPRAK AĞIRLIK ORANI % |
|--------------|---------------------|------------------------|
| 72 May 80    | 166 A               | 11,56                  |
| Kermess      | 164,5 A             | 11,22                  |
| DKC 6876     | 158 B               | 6,94                   |
| DKC 6589     | 150,5 C             | 8,41                   |
| 70 May 82    | 150 C               | 10,03                  |
| P 31A34      | 150 C               | 11,53                  |
| Aveline      | 141 D               | 7,23                   |
| Kalipso      | 131,5 E             | 10,07                  |
| Karma        | 131 E               | 10,35                  |
| Helen        | 119 F               | 10,76                  |
| <b>GENEL</b> | <b>146,1</b>        | <b>9,81</b>            |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P<0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Saf hatların yaprak ağırlıklarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.3.2’de verilmiştir. Çizelge 4.3.2’de izlendiği gibi, mısır bitkilerinin yaprak ağırlıklarına ilişkin varyans analizlerine göre en yüksek yaprak ağırlık değerine sahip 130,5 g/bitki ile Fr43 ve en düşük yaprak ağırlık değerine sahip olan saf hat ise 69,5 g/bitki ile Frm017 olarak bulunmuştur. Farklı harf grubuna sahip saf hat mısırların yaprak ağırlık değerleri arasında istatistiksel olarak  $P<0,01$  düzeyinde önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.3.2** Saf hat mısırların yaprak ağırlıklarına ait değerler

| <b>SAF HAT</b> | <b>ORTALAMA (g/bitki)*</b> | <b>YAPRAK AĞIRLIK ORANI %</b> |
|----------------|----------------------------|-------------------------------|
| Fr43           | 130,5A                     | 8,33                          |
| MKU5           | 129 A                      | 11,88                         |
| MKU3           | 124,5 B                    | 9,15                          |
| MKU4           | 120,5 C                    | 9,75                          |
| MKU1           | 111 D                      | 13,02                         |
| K150           | 110 D                      | 7,21                          |
| NS633          | 100,5 E                    | 11,80                         |
| MKU2           | 99,5 E                     | 11,03                         |
| N192           | 90,5 F                     | 11,68                         |
| Frm017         | 69,5 G                     | 10,07                         |
| <b>GENEL</b>   | <b>108,5</b>               | <b>10,39</b>                  |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P < 0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Çalışmamızda çeşit mısırların yaprak oranları %11,56 - 6,94 arasında değişim göstermekle birlikte oranların ortalamaları %9.81 olarak hesaplanmıştır. Saf hatlarda ise yaprak oranları %13,02 - 7,21 arasında değişmiş, ortalamaları ise %10,39 olarak hesaplanmıştır. Küçük (2011) mısır çeşitlerinde yaptığı çalışmada yaprak oranlarının % 22,13 - 28,89 arasında değiştiğini ve ortalamalarının % 24,90 olduğunu belirtmiştir. Turan ve Yılmaz (2000) Van ili koşullarında ana ürün silajlık mısır çeşitleri ile yaptığı çalışmada yaprak oranlarının ortalamalarını % 26,67 olarak belirlemiştir. Yapılan araştırmalarda gözlemlenen yaprak oranları ve ortalamaları bizim çalışmamızdan daha yüksek değerlerde bulunmuştur. Çalışmalar arasındaki bu fark ekim zamanı, sulama farklılıkları, biçim dönemi, genetik faktörler gibi unsurlardan etkilenmiş olabilir. Tane hasat döneminde yaprakların kurumması da göz önüne alındığında benzer sonuçlar alınabileceği düşünülmektedir.



#### 4.4 Çeşit ve Saf Hat Mısırların Sap Ağırlıkları

Mısır çeşitleri arasında sap ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.4.1’de görüldüğü gibi, mısır bitkilerinin sap ağırlıklarına ilişkin varyans analizlerine göre en yüksek sap ağırlık değerine sahip 1051,5 g/bitki ile DKC 6876 ve en düşük sap ağırlık değerine sahip olan çeşit ise 454 g/bitki ile Kalipso olarak bulunmuştur. Mısır çeşitlerindeki sap ağırlıkları 1051,5 - 454 g/bitki değerleri arasında farklılık göstermiştir. Farklı harf grubuna sahip mısır çeşitleri arasında istatistiksel olarak  $P<0,01$  düzeyinde önemli fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.4.1** Mısır çeşitlerine ait sap ağırlıklarına ilişkin değerler

| <b>ÇEŞİT</b> | <b>ORTALAMA (g/bitki)*</b> | <b>SAP ORANI %</b> |
|--------------|----------------------------|--------------------|
| DKC 6876     | 1051,5 A                   | 46,21              |
| 72 May 80    | 862,5 B                    | 60,10              |
| Aveline      | 771 C                      | 39,53              |
| DKC 6589     | 583,5 D                    | 32,64              |
| P 31A34      | 542 E                      | 41,69              |
| 70 May 82    | 501,5 F                    | 33,54              |
| Helen        | 405 G                      | 36,65              |
| Kermess      | 375,5 H                    | 25,63              |
| Karma        | 373 H                      | 29,48              |
| Kalipso      | 354 I                      | 27,12              |
| <b>GENEL</b> | <b>581,95</b>              | <b>37,25</b>       |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P<0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Saf hat mısırlar arasında sap ağırlıklarına ilişkin varyans analiz sonuçları Çizelge 4.4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.4.2’de görüldüğü gibi, saf hat mısırların sap ağırlıklarına ilişkin varyans analizlerine göre en yüksek sap ağırlık değerine sahip 700,5 g/bitki ile K150 ve en düşük sap ağırlık değerine sahip olan saf hat ise 265,5 g/bitki ile NS633 olarak bulunmuştur. Saf hat mısırların sap ağırlıkları 700,5 - 265,5 g/bitki değerleri arasında farklılık göstermiştir. Farklı harf grubuna sahip saf hat mısırlar arasında istatistiksel olarak  $P<0,01$  düzeyinde önemli fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.4.2** Saf hat mısırların sap ağırlıklarına ait değerler

| <b>SAF HAT</b> | <b>ORTALAMA (g/bitki)*</b> | <b>SAP ORANI %</b> |
|----------------|----------------------------|--------------------|
| K150           | 700,5A                     | 45,93              |
| MKU4           | 653B                       | 52,85              |
| MKU5           | 618,5C                     | 57                 |
| Fr43           | 610D                       | 38,97              |
| MKU2           | 599E                       | 66,40              |
| MKU3           | 576,5F                     | 42,38              |
| MKU1           | 561,5G                     | 65,86              |
| Frm017         | 551H                       | 79,85              |
| N192           | 400,5I                     | 51,71              |
| NS633          | 265,5J                     | 31,19              |
| <b>GENEL</b>   | <b>553,6</b>               | <b>53,21</b>       |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P < 0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Yaptığımız çalışmada mısır çeşitlerinin sap oranı değerleri %60,10 - 25,63 arasında değişmekle beraber oranların ortalamaları %37,25 olarak hesaplanmıştır. Saf hatların sap oranları ise %79,85 - 31,19 arasında değiştiği ve oranların ortalamalarının %53,21 olduğu hesaplanmıştır. Küçük (2011), Ankara koşullarında yaptığı çalışmada mısır çeşitlerindeki sap oranlarının %45,32 - 52,04 arasında değiştiğini ve oranların ortalamalarının ise %47,93 olduğunu belirtmiştir. Ergül (2008) Konya ili koşullarında yetiştirilen mısırlar üzerine yaptığı bir çalışmada sap oranlarının %44,93 - %56,20 aralığında değişiklik gösterdiğini bildirmiştir. Akdeniz ve ark., (2004)'ün Van ili koşullarındaki çalışmasında ise bu oranların %28,1 - 43,6 aralığında olduğu bulunmuştur. Araştırmamızdaki sonuçlar Akdeniz ve ark., (2004)'ün verilerinden daha yüksek bulunmuş, Küçük (2011) ve Ergül (2008)'ün çalışmaları ile yakın sonuçlar göstermiştir. Bu çalışmaların silajlık mısırdaki yapıldığı göz önüne alınmasına rağmen, çalışmamızdaki mısırların sap ağırlıklarının daha yüksek değerlerde olduğu ve etanol için uygun bir bitki aksamı olduğu söylenebilir.

#### 4.5.Çeşit ve Saf Hat Mısırların Bitki boyları

Mısır çeşitlerine ait bitki boyu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5.1’de verilmiştir. Çizelge 4.5.1’de belirtildiği gibi mısır çeşitlerine ait bitki boyları varyans analizlerine göre en yüksek boy uzunluğu 221 cm ile 70 May 82 ve en düşük boy değeri ise 171 cm ile Kermess çeşitinde olduğu belirlenmiştir. Farklı harf grubuna sahip mısır çeşitleri arasında istatistiksel olarak  $P<0,01$  düzeyinde önemli fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.5.1** Farklı mısır çeşitlerine ilişkin bitki boyu varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri

| <b>ÇEŞİTLER</b> | <b>ORTALAMALAR(cm)*</b> |
|-----------------|-------------------------|
| 70 May 82       | 221 A                   |
| Kalipso         | 209 B                   |
| 72 May 80       | 200,5 C                 |
| Helen           | 200 C                   |
| Karma           | 200 C                   |
| DKC 6589        | 199,5 C                 |
| P 31A34         | 190,5 D                 |
| DKC 6876        | 190,5 D                 |
| Aveline         | 171,5 E                 |
| Kermess         | 171 E                   |
| <b>GENEL</b>    | <b>195,3</b>            |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P<0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Saf hat mısırlara ait bitki boyu varyans analizi sonuçları Çizelge 4.5.2’de verilmiştir. Çizelge 4.5.2’de belirtildiği gibi saf hat mısırlara ait bitki boylarının varyans analizlerine göre en yüksek boy uzunluğu 171 cm ile MKU3 ve en düşük boy değeri ise 126 cm ile NS633 saf hat mısırın olduğu belirlenmiştir. Farklı harf grubuna sahip saf hatlar arasında istatistiksel olarak  $P<0,01$  düzeyinde önemli fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.5.2** Saf hat farklı mısırlara ilişkin bitki boyu varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri

| <b>SAF HAT</b> | <b>ORTALAMALAR(cm)*</b> |
|----------------|-------------------------|
| MKU3           | 171 A                   |
| Fr43           | 160 B                   |
| K150           | 150 C                   |
| MKU4           | 149 C                   |
| MKU5           | 141 D                   |
| N192           | 140 D                   |
| Frm017         | 131,5 E                 |
| MKU1           | 130 E                   |
| MKU2           | 130 E                   |
| NS633          | 126 F                   |
| <b>GENEL</b>   | <b>142,8</b>            |

\*Farklı harf grubuna giren ortalamalar arasında Duncan testine göre  $P < 0,01$  seviyesinde önemli farklılık vardır.

Araştırmamızda çeşit mısırların boyları 221 - 171 cm ve saf hatlarda ise 171 - 126 cm arasında değişiklik göstermiştir. İptaş (1993), Tokat ili koşullarında silajlık mısır çeşitlerinde yapılan çalışmada bitki boyunu 177,4 - 292,4 cm aralığında hesaplamıştır. Küçük (2011), Ankara koşullarında yaptığı çalışmada mısır çeşitlerinin bitki boylarının 254 ile 293,33 cm arasında değiştiği belirtilmiştir. Ak ve Doğan (1997), Bursa ili koşullarında yapılan araştırmasında bitki boyunu 175 - 200 cm arasında değişiklik gösterdiğini tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda mısır çeşitleri boy uzunlukları Ak ve Doğan (1997)'nin çalışma sonuçları ile benzerlik göstermiştir. Araştırmamızda bulunan saf hatların boy uzunluklarının ise diğer çalışmalardan daha düşük olduğu bulunmuştur. Hallauer ve Miranda (1988), mısır bitkisinin çeşitleri arasındaki boy farklarını oluşturan önemli etkenlerden birinin genetik unsur olduğunu bildirmiştir. Sayaslan ve ark., (2010), bitki boyu uzadıkça yaprak alanı ve yaprak sayısının arttığını bildirmiştir. Araştırmamızda ise bitki boyu ile etanol verimi arasında pozitif korelasyon görülmüştür. Bitki boyu arttıkça yaprak sayısı ve yaprak alanının artması selülozik materyal oranı ile doğru orantılı olabileceği söylenebilir. Böylece Bitki boyunun artmasıyla şekere dönüşebilen selülozik materyal artışı, etanol veriminde pozitif yönde etkilendiği düşünülebilir.

#### 4.6 Çeşit ve Saf Hat Mısırların Yaprak ve Saplarının Etanol verimi

Farklı mısır çeşitlerinin etanol konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.1’de verilmiştir. Çizelge 4.6.1’de görüldüğü gibi etanol verimi en yüksek mısır çeşiti %3,53 olan Kermess ve en düşük etanol oranına sahip mısır çeşiti ise %0,79 olan Helen olarak hesaplanmıştır. Farklı harf grubuna giren mısır çeşitleri arasında istatikselsel olarak fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.6.1** Çeşit mısırların etanol konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri

| <b>ÇEŞİT</b> | <b>ORTALAMA %*</b> |
|--------------|--------------------|
| Kermess      | 3,53 A             |
| DKC 6589     | 3,06 AB            |
| DKC 6876     | 2,88 B             |
| Kalipso      | 2,79 BC            |
| Karma        | 2,54 BCD           |
| P 31A34      | 2,24 CD            |
| 72 May 80    | 1,96 ED            |
| 70 May 82    | 1,59 E             |
| Aveline      | 1,57 E             |
| Helen        | 0,79 F             |
| <b>GENEL</b> | <b>2,29</b>        |

Saf hat mısırların etanol konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları Çizelge 4.6.2’de verilmiştir. Çizelge 4.6.2’de görüldüğü gibi saf hat mısırlar arasında etanol konsantrasyonu en yüksek %2,46 olan MKU3 ve en düşük olan saf hat mısır ise %0,11 olan K150 olarak hesaplanmıştır. Farklı harf grubuna giren saf hatlar arasında istatikselsel olarak fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.6.2** Saf hat mısırların etanol konsantrasyonlarına ait varyans analiz sonuçları ve ortalama değerleri

| <b>SAF HAT</b> | <b>ORTALAMA%*</b> |
|----------------|-------------------|
| MKU3           | 2,46 A            |
| Frm017         | 1,68 B            |
| NS633          | 1,45 B            |
| Fr43           | 1,38 B            |
| MKU2           | 0,92 C            |
| MKU4           | 0,88 C            |
| N192           | 0,87 C            |
| MKU5           | 0,75 CD           |
| MKU1           | 0,39 ED           |
| K150           | 0,11 E            |
| <b>GENEL</b>   | <b>1,08</b>       |

Oleskowicz-Popiel ve ark., (2007) lignoselülozik biyokütle olan mısır silajından etanol üretimi ile ilgili yaptıkları çalışmada fermantasyon sırasındaki şeker dönüşümünü teorik etanol verimi %82 olarak hesaplamış ve mısır silajının 100 kg kuru madde kütlesinden 30 kg etanol elde ettiklerini bildirmişlerdir. Linoj ve ark., (2006) değişik hammadde kaynaklarından biyoetanol üretim potansiyelleri ile ilgili yaptıkları çalışmada mısır bitkisi için etanol potansiyelini 360 litre/ton olarak hesaplamışlardır. Literatür çalışmalarıyla karşılaştırıldığında bizim çalışmamızda elde ettiğimiz ortalama % 3'lük etanol konsantrasyonu oldukça düşük görülmektedir. Etanol üretimi sırasında kullanılan bitki aksamı oldukça önemlidir. Fermantasyon sırasında en önemli etanol dönüşümü glikoz tarafından karşılanmaktadır. Selüloz içeriği olan aksamlar zor deprede olmasından dolayı verimi düşürmektedir. Fakat çalışmamızda mısır bitkisinin tane kısmı gıda maddesi olarak kullanılmadığı ve ülkemizde tanenin koçanı ile birlikte satışı nedeniyle kullanılmamış öncelik mısırın hasattan sonra ilk atık kısmını içeren sap ve yaprakları olarak öngörülmüştür. Bu nedenle etanol verimi düşük olsada değerlendirilmesi gerektiği düşünülmektedir. Normal şartlarda yakılan veya tarlada toprağa karıştırılan mısır atıkları ekonomiye kazandırılıp artan enerji talebimiz öz kaynaklarımızla karşılanabilir.

#### 4.7 Korelasyon Analizi

Ekimi yapılan çeşit ve saf hat mısırların biyomas, koçansız ağırlık, sap ağırlıkları, yaprak ağırlıkları, bitki boyları ve etanol verimleri arasında değişken analizi için uygulanan Pearson Korelasyon Testi sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi, tarla verileri değişkenlerinden yaprak ağırlığının ve bitki boyunun etanol ile olumlu korelasyon gösterdiği, istatistiksel olarak  $P < 0,05$  düzeyinde önemli fark olduğu tespit edilmiştir.

**Çizelge 4.7** Tarla verileri ve etanol konsantrasyonu arasındaki korelasyon analiz sonuçları

| <b>Değişkenler</b>   | <b>Koçanlı ağr.</b> | <b>Koçansız ağr.</b> | <b>Yaprak ağr.</b> | <b>Sap ağr.</b> | <b>Bitki boyu</b> | <b>Etanol</b> |
|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|-----------------|-------------------|---------------|
| <b>Koçanlı ağr.</b>  | 1,00000             | 0,687**              | 0,756**            | 0,620**         | 0,578**           | 0,512         |
| <b>Koçansız ağr.</b> | -                   | 1,00000              | 0,459*             | 0,992**         | 0,165             | 0,088         |
| <b>Yaprak ağr.</b>   | -                   | -                    | 1,00000            | 0,347           | 0,727**           | 0,626*        |
| <b>Sap ağr.</b>      | -                   | -                    | -                  | 1,00000         | 0,074             | 0,005         |
| <b>Bitki boyu</b>    | -                   | -                    | -                  | -               | 1,00000           | 0,648*        |
| <b>Etanol</b>        | -                   | -                    | -                  | -               | -                 | 1,00000       |

\*Pearson Korelasyon Testine göre  $P < 0,05$  düzeyinde önemli fark vardır.

\*\* Pearson Korelasyon Testine göre  $P < 0,01$  düzeyinde önemli fark vardır.

Korelasyon analizi sonuçlarına göre etanol konsantrasyonu ile yaprak ağırlığı (0,626\*) ve bitki boyu (0,648\*) arasında  $P < 0,05$  düzeyinde önemli pozitif korelasyon olduğu gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalarda mısır bitkisinin morfolojik özellikleri ile etanol konsantrasyonları arasında yapılmış bir korelasyon analizi bulunmaması nedeniyle karşılaştırma yapılamamıştır. Ancak elde edilen sonuçlar göz önüne alındığında selülozik etanol üretiminde kullanılmak üzere yapılacak mısır ıslah çalışmalarında bitki boyu ve yaprak ağırlık özellikleri ön plana çıkarıldığında selülozik etanol veriminin artabileceği düşünülmektedir.

#### 4.8 DNA analizleri

Araştırmamızda kullanılan 10 farklı mısır çeşiti ve 10 farklı kendilenmiş saf hat mısır örneklerinin genetik karakterizasyonu, populasyonlar arası ve populasyon içi çeşitliliği tanımlamak için DNA markörü olarak SSR (Simple Sequence Repeat) tekniği kullanılmıştır. <http://www.maizegdb.org/> (Mısır Genom Data Bankası) internet sayfasından mısır genomunda hücre duvarı bileşenlerini etkileyen gen bölgelerine ait 10 adet SSR primeri seçilmiştir. Çalışmamızdaki 20 farklı mısır bitkisinde umc1027, umc2018, umc1261, umc1458, bnlg1823, umc1976, umc1231, phi453121, umc1393, bnlg1025, bnlg1823 SSR primerleri kullanılmış ve Bnlg 1823 primeri ile yapılan deneyde jel görüntüsü alınamamıştır. Diğer 9 SSR primerin PZR analizleri sonrasında elde edilen jel görüntülerinde oluşan bantlara var (1) ve yok (0) SSR skorlama işlemi yapılmış, genetik benzerlik değerleri belirlenmiştir.

Elde edilen veriler Rohlf (1993) tarafından belirtilen NTSYS (Numerical Taxonomy Multivariate Analysis System, NTSYS-pc version 2.1, Exeter Software, Setauket, N.Y., USA) paket programı kullanılarak analiz edilmiştir. Elde edilen veriler bu paket program kapsamında UPGMA analiz edilmiş ve ilgili dendogram Şekil 4.8.2.'de sunulmuştur.

Dendogramda görüldüğü gibi 20 farklı mısır bitkisi 0,69 benzerlik oranında iki ana grup oluşturmuştur. I. ana grup kendi içinde A ve B olmak üzere 2 alt gruba ayrılmıştır. A grubu 0,75 benzerlik oranında DKC 6876 ve DKC 6589 çeşit mısırları içermektedir. B alt grubu ise 0,79 benzerlik oranı ile 72 May 80 çeşit mısır ile kendilenmiş saf hat olan MKU1'den oluşmaktadır.

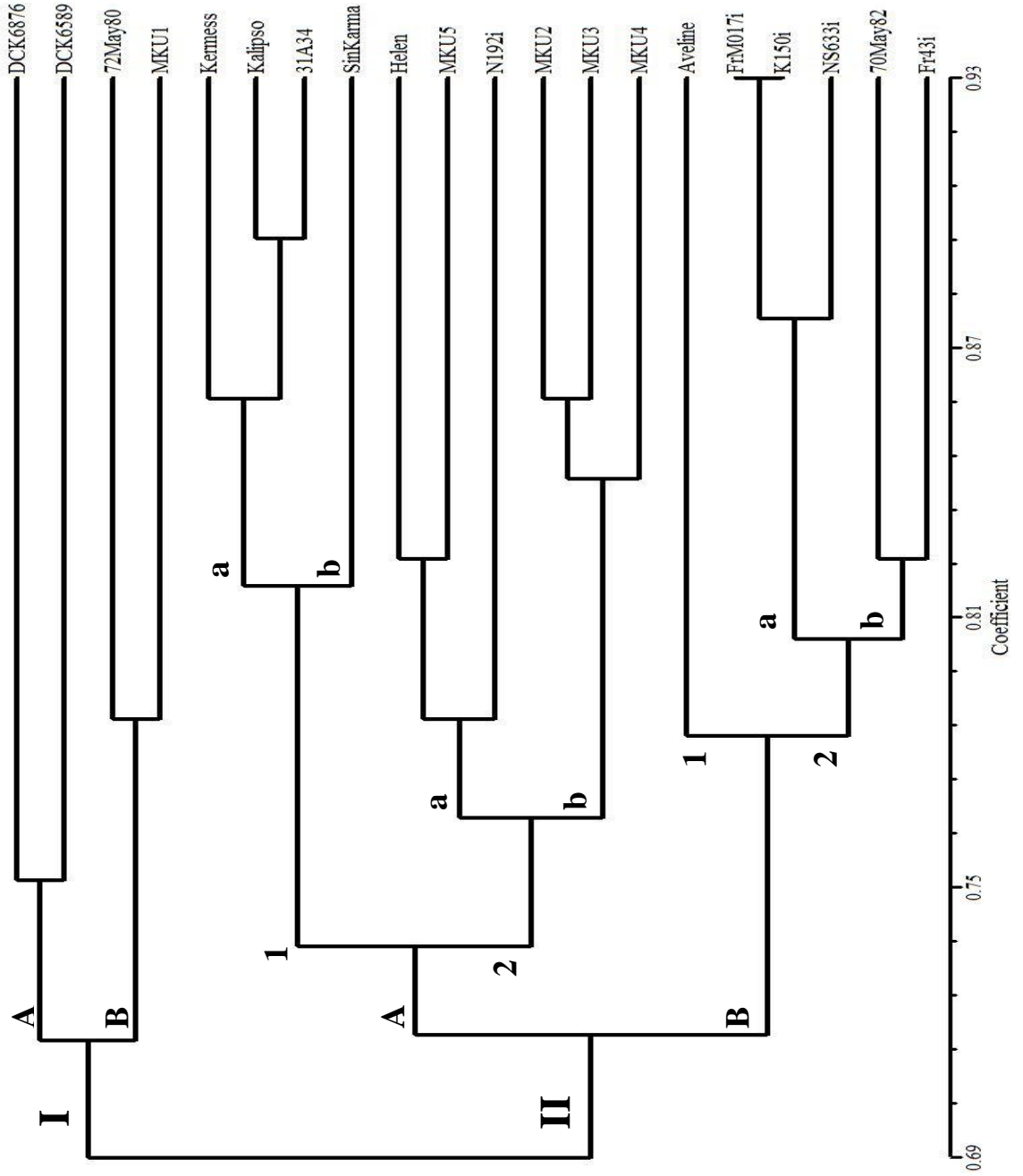
II. ana grup kendi içinde A ve B alt gruplarına ayrılmaktadır. II A grubu kendi içinde 1 ve 2 olmak üzere iki alt gruba ayrılmaktadır. II.A.1 grubu a ve b olarak iki alt gruba dağılım göstermiştir. II.A.1.a grubu Kermess, Kalipso ve P 31A34 çeşitlerinden oluşmaktadır. II.A.1.b grubu ise Karma çeşitini içermektedir. II.A.2 alt grubu ise tekrar a ve b olarak dağılım sergilemiştir. Bu dağılımda Helen çeşit mısır ile MKU5 ve N192 saf hatları a grubunda, MKU2, MKU3, MKU4 saf hatları ise b grubunu oluşturmaktadır. II.B grubu kendi içinde 1 ve 2 olmak üzere iki alt gruba ayrılmıştır. II.B.1 grubu Aveline çeşit mısırları içerirken, II.B.2 grubu kendi içinde a ve b olmak üzere iki alt grubuna dağılım göstermiştir. II.B.2.a grubu Frm017, K150 ve NS633 saf



hatlarından oluşurken, II.B.2.b grubu 70 May 82 çeşit mısır ve Fr43 saf hat mısırdan oluşmaktadır.

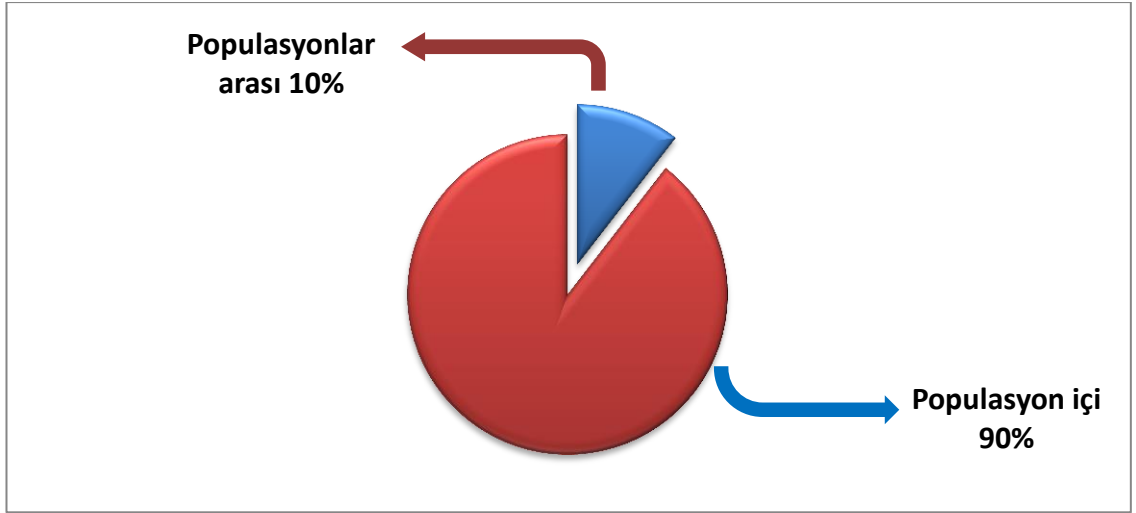
Dendogramdaki dağılım sonuçlarına göre kendilenmiş saf hat olan MKU1 ve 72 May 80 çeşiti aynı grupta yer almıştır. Kullandığımız markörlere göre MKU1 saf hattında kendileme yapılan tohumların, 72 May 80 çeşiti ile yüksek benzerlik gösterdiği öngörülmüştür. Kullandığımız markörlere göre MKU5 saf hattı ile N192 saf hattının ve Helen çeşit mısırın, kendilenmiş saf hatlar olan MKU2, MKU3 ve MKU4 ile benzerlik gösterdiği öngörülmektedir. Benzerliklerin kendileme yapılan tohum çeşitlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Moleküler veriler ile morfolojik ve etanol verileri Mantel test yardımıyla karşılaştırılmış fakat aralarındaki ilişki oldukça düşük bulunmuştur ( $r=0,14$ ) ( $P<0,09$ ). Bunun nedeni bitkilerin yetiştirildikleri çevre koşulları, ekim zamanı, sulama şartları ve hasat dönemi gibi faktörlerden kaynaklanıyor olabilir.



Şekil 4.8.1. UPGMA Analizine göre oluşturulmuş dendrogram

Warburton ve ark. (2002), 7 populasyon ve 57 saf hat mısırdaki moleküler karakterizasyon için SSR tekniği kullanarak yaptıkları çalışmada, yaptıkları kümeleme analizine göre populasyon içi varyasyonun populasyonlar arası varyasyondan daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise moleküler varyans analizi kullanılarak saf hat ve çeşitlerin oluşturduğu iki populasyonun kendi içindeki ve birbiri arasındaki genetik çeşitlilik AMOVA ile test edilmiştir. Analiz sonucuna göre populasyonlar arası varyasyon %10 ve populasyon içi varyasyon %90 istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ( $P < 0,05$ ). Bu sonuçlara göre saf hatların genetik olarak çeşitlerden önemli derecede farklı olması kullandığımız genotipler açısından gen havuzunda bir daralmanın olmadığını göstermektedir.



**Şekil 4.8.2.** Populasyonlar arası ve populasyon içi genetik varyasyonu gösteren grafik

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada mısırın morfolojik ve moleküler karakterizasyonu yapılmış ve etanol verimlilikleri belirlenmiştir. Çalışma sırasında 10 saf hat (MKU1, MKU2, MKU3, MKU4, MKU5, N192, Frm017, NS633, K150, Fr43) ve yöreye uygun 10 çeşit mısır (DKC 6876, DKC 6589, P 31A34, 70 May 82, 72 May 80, Karma, Kalipso, Helen, Kermess ve Aveline) bitki materyali olarak kullanılmıştır.

Saf hatlar ve çeşitler kendi aralarında değerlendirmeye alınarak yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, biyomas, koçansız (sap ve yaprak) ağırlık, sap ağırlığı, yaprak ağırlığı ve bitki boyu gibi çalışılan bütün morfolojik özelliklerde  $P < 0,01$  düzeyinde önemli farklılıklar elde edilmiştir.

Mısır çeşitlerinin koçansız ağırlıkları 1205 - 484 g/bitki arasında değişiklik göstermiş ve en yüksek değer DKC 6876 çeşitinde 1205 g/bitki olarak bulunmuştur. Saf hatlarda ise 808,5 - 364 g/bitki aralığında değişmekle beraber en yüksek değere sahip saf hat mısırın K150 olduğu gözlemlenmiştir. Bitki boyları varyans analiz sonuçlarına göre çeşitlerin boyları 221 - 171 cm aralığında değişmiş, en yüksek boy uzunluğu ise 70 May 82 çeşitinde ölçülmüştür. Saf hatlarda 171 - 126 cm aralığında farklılık gösterirken en yüksek boy uzunluğu değerine sahip saf hat mısır ise Mustafa Kemal Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü tarafından değişik popülasyonlardan kendilenen MKU3 olarak ölçülmüştür.

Etanol analizleri sonucunda GC-MS ölçümlerine göre hesaplanan etanol konsantrasyonlarında mısır çeşitleri arasında en yüksek değer Kermess çeşitinde %3,53, saf hatlarda ise MKU3 kendilenmiş saf hat mısırdaki %2,46 olarak ölçülmüştür.

Morfolojik veriler ve etanol konsantrasyonları arasında yapılan korelasyon çoklu değişken analizi sonuçlarına göre etanol konsantrasyonları ile bitki boyu ve yaprak ağırlığı arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir. Bu iki özellik lignoselülozik etanol üretimi için seleksiyon kriteri olarak alınıp, etanol verimi yüksek çıkan MKU3 kendilenmiş saf hat ıslah çalışmalarında amaç olarak kullanılabilir.

DNA analizlerinde hücre duvarı bileşenlerini etkileyen gen bölgelerine ait 10 SSR primeri kullanılmış bnlg 1823 primerinden jel görüntüsü alınamamış, diğer 9 SSR primeri sonuçlarına göre yapılan oluşan bantların var (1) ve yok (0) SSR skorlama işleminin ardından popülasyonlar arası genetik benzerlik ve uzaklık değerleri hesaplanmıştır. Oluşturulan dendograma göre genetik çeşitlilik gözlemlenmiştir.

Populasyon içi %90 ve populasyonlar arası %10 varyasyon tespit edilmiştir. Populasyonların dendogram içindeki dağılımının morfolojik özellikler ve etanol ile bağlantısı bulunamamıştır.

Dünyada mısır için oluşturulan gen koleksiyonunun sadece %2 si mısır ıslahında kullanıldığı ve %98'lik kısmının ise yerel populasyonlarda olduğu fakat bilimsel çalışmalarla açığa çıkarılması gerektiği bildirilmiştir (Machado ve ark., 1998). Klasik ıslah yöntemleri uzun zaman almakta ve çevresel koşullardan etkilenmektedir. Moleküler yöntemlerle genetik verilere dayalı ıslah çalışmaları ise ihtiyaca yönelik tohum geliştirmek için oldukça etkili bir çözümdür.

Biyoetanol üretiminde kullanılan selülozik materyal olan mısırın üretim potansiyeli 360 l/ton olarak bildirilmiştir (Linoj ve ark., 2006). Araştırmamızda etanol üretimi için mısır bitkisinin sap ve yaprak aksamaları kullanılarak elde edilen etanol konsantrasyon ortalaması çeşitlerde %2,29 olarak hesaplanmıştır. Koçanlar üretim için kullanılmamasına rağmen bulunan bu sonuç optimizasyon çalışmaları ve koçan atıklarında üretime dahil edildiğinde etanol veriminin artması öngörülmektedir.

Hasat edilen bitki başına düşen alanda etanol üretimi için kullanılan koçansız ağırlık oranına göre her çeşit ve saf hat için dekara verim hesaplanmıştır. Mısır çeşitlerinin dekara verimi 9563 - 3841 kg/da aralığında değişim göstermektedir ve en yüksek verim 9563 kg/da DKC 6876 olarak bulunmuştur. DKC 6876 çeşitinin etanol konsantrasyonu %2,88'dir. Dekara verimi en yüksek çeşit ve etanol konsantrasyonu sıralamasında üçüncü çeşit olarak çıkan DKC 6876 çeşiti selülozik etanol üretimi için uygun olduğu söylenebilir. Etanol konsantrasyonu en yüksek %3,53 olan Kermess çeşit mısırın ise dekara verimi ise 4289,5 kg/da olarak hesaplanmıştır. Dekara verimi diğer çeşitlere göre düşük olmasına rağmen etanol konsantrasyonu en yüksek çeşit olması selüloz degradasyonunun etanole dönüşümü daha verimli olduğu söylenebilir. Yöreğe uygun mısır çeşiti olarak yetiştirilen Kermess'in ekim alanlarının arttırılabileceği etanol üretiminde uygun olduğu ve selüloz yıkım metabolizmasıyla birlikte genetik faktörler açısından ayrıntılı çalışmalar yapılarak incelenmesinin uygun olduğu söylenebilir.

Ülkemizde tarımsal atıklar selülozik etanol üretimi için önemli bir potansiyeli oluşturmaktadır. Atıkların değerlendirilmesi için amaca uygun bilimsel çalışmaların altyapı oluşturması gereklilik arz etmektedir. Gen kaynaklarının tespiti ile ürün verimi yüksek, selülozik etanol üretimine uygun tohum ıslahı yapılabilir. Verimin arttırılması

için etanol üretim aşamasında optimizasyon çalışmaları da yapıp, üretilen bitki aksamalarına koçan atıklarında eklendiğinde konsantrasyonun değerlendirilmeye değer ölçekte artacağı düşünülmektedir. Bu çalışmalar sayesinde yenilenebilir enerjinin, ticari değeri olmayan tarımsal atıkların kullanılmasıyla sağlanacağı, tükenen fosil yakıt kaynaklarına önlem alabileceği ve enerji ihtiyacımızın bir kısmını yerli kaynaklarla karşılayabileceğimiz öngörülmektedir.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel, A. O., 2011. Lignoselülozik biyokütleden biyoetanol üretimi. **Mersin Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, yüksek lisans semineri**, Mersin.
- Adıgüzel, A. O., 2013. Biyoetanolün genel özellikleri ve üretimi için gerekli hammadde kaynakları. Mersin Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü, Çiftlikköy, **BEÜ Fen Bilimleri Dergisi** 2(2), 204-220, 2013 derleme, Mersin.
- Ak, İ. ve Doğan, R., 1997. Bursa bölgesinde yetiştirilen bazı mısır çeşitlerinin verim özellikleri ve silaj kalitelerinin belirlenmesi. **Türkiye 1. Silaj Kongresi. Hasat Yayıncılık**. s. 83-92, İstanbul.
- Akdeniz, H., Yılmaz, İ., Andiç, N. ve Zorer, S., 2004. Bazı mısır çeşitlerinde verim ve yem değerleri üzerine bir araştırma. **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi**, 14(1), s. 47-51, Van
- Balat, H., 2009. **Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel**, *Applied Energy*, 86, 2273-2282.
- Balat, M., Balat, H. ve Öz, C., 2008. Progress in bioethanol processing. **Progress In Energy And Combustion Science**, 34, 551–573.
- Bondesson, P. M., Galbe, M. ve Zacchi G., 2013. Ethanol and biogas production after steam pretreatment of corn stover with or without the addition of sulphuric acid. **Biotechnology for Biofuels**, 6:11.
- Cömertpay, G., 2008. Yerel mısır populasyonlarının morfolojik ve dna moleküler işaretleyicilerinden ssr tekniği ile karakterizasyonu. **Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana.
- Çöpür, Y., Tozluoğlu, A. ve Özyürek, Ö., 2011. Selülozik biyoetanol üretim teknolojisi **Düzce Üniversitesi Ormancılık Dergisi** 7(1): 10-37.
- Ergül, Y., 2008. Silajlık mısır çeşitlerinin önemli tarımsal ve kalite özelliklerinin belirlenmesi. **Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü** 57 s.
- FAO, 2013. **FAOSTAT Database Results**, <http://www.fao.org>
- Filiz, E. ve Koç, İ., 2011. Bitki Biyoteknolojisinde Moleküler Markörler. Düzce Üniversitesi, Çilimli Meslek Yüksek Okulu, Düzce Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, **Moleküler Biyoloji ve Genetik Bölümü, Kocaeli GOÜ, Ziraat Fakültesi Dergisi**, 28(2), 207-214.

- Granstorm, T., Ojama, H. ve Leisola, M., 2001. Chemostat study of xylitol production by *Candida guilliermondii*, **Appl Microbiol Biotechnol.**, Jan. 55, 36–42.
- Gürel, F., 2007. Kastamonu ekolojik şartlarına uygun silajlık mısır (*Zea mays l.*) çeşitlerinin belirlenmesi. **Yüksek lisans tezi, Gaziosmanpaşa Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü.**, Tokat.
- Hallauer, A. R. ve Miranda, J. B., 1988. Germplasm in Quantitative Genetics in Maize Breeding. **Iowa State University Press, Ames, IA.**
- İçöz, E., Tuğrul, M. K., Saral, A. ve İçöz, E., 2008. Research on ethanol production and use from sugar beet in Turkey, **Science Direct**. Biomass and Bioenergy 33 (2009)1–7.
- İleri Teknoloji Projeleri (İTEP) Destek Programı, 2011. Baskı 1.Yayın No: TTGV-T/2011/001 Bilkent 06800, **Sektörel inceleme çalışmaları-1**, Ankara.
- İptaş, S., 1993. Tokat şartlarında birinci ürün silajlık mısır, sorgum, sudanotu, ve sorgum-sudanotu melezinin değişik olgunluk devrelerinde yapılan hasatların verim ve silajlık özellikler ile kaliteye etkileri üzerinde araştırmalar. **Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enst., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış doktora tezi)**, Bornova-İzmir 133 s.
- Jones, N., Ougham, H. ve Thomas, H., 1997. Markers and mapping: we are all geneticists now. **New Phytol**, 137, 165-177.
- Joshi, S. P., Gupta, V. S., Aggarwal, R. K., Ranjekar, P. K. ve Brar, D. S., 2000. Genetic diversity and phylogenetic relationship as revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism in the genus *Oryza*. **Theor. Appl. Genet.**, 100, 1311–1320.
- Kaplan, M., Aydın, S. ve Fidan, M.S., 2009. Geleceğin Alternatif Enerji Kaynağı Biyoetanolün Önemi ve Sorgum Bitkisi, **KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi** , 12 (1), Kahramanmaraş.
- Karaosmanoglu, F., 2002. Türkiye için Çevre Dostu Yenilenebilir Bir Yakıt Adayı: Biyomotorin. **Enerji ve Kojenerasyon Dünyası Dergisi**, 10, 50-56, İstanbul.
- Kavruk, H. R., ve Atalay, A., 2007. Enerji Tarımına Geçiş Sürecinde Biyoyakıtlara Bakış ve Bakanlığımız Politikaları. **4. Yeni ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları Sempozyumu**, TMMOB Makine Mühendisleri Odası, Kayseri şubesi, 23-24, ss.71-80, Kayseri.



- Küçük, B., 2011. Bazı silajlık mısır çeşitlerinde morfolojik özelliklerin ve yem verimlerinin belirlenmesi. **Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enst., Tarla Bitkileri Anabilim Dalı**, Ankara.
- Linoj-Kumar, N. V., Dhavala, P., Goswami, A. ve Maithel, S., 2006. Liquid Biofuels In South Asia: Resources and Technologies, **Asian Biotechnol Develop. Rev.** 8, 31-49.
- Lorenzana, E. R., Lewis, F. M., Jung, G. H-J. and Bernardo, R., 2010. Quantitative trait loci and trait correlations for Maize stover cell wall composition and glucose release for cellulosic ethanol. **Published in Crop Science Society of America** 677 S. Segoe Rd., Madison, WI 53711 Crop Sci. 50:541–555 (2010). USA.
- Machado, A. T., Pereira, M. ,B. Pereira, M. E., Machado, C. T. T. and Medice, L. E., 1998. Avaliação de variedades locais melhoradas de milho em diferentes regiões do Brasil. **In: Soares A.C., Machado A.T, Silva B.M.**
- Mangat, M., Kalra, K. L., Kocher, G. S., Phutela, R. and Sharma, S., 2010. Comparative ethanol production for two corn varieties by commercial enzymes. **Starch/Starke**, **62**, 647–651 DOI 10.1002/star.200900253.
- Meral, R. ve Kanberoğlu, S. G., 2012. Tahıllardan etanol üretimi. **Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. &Tech.** 2(3): 61-68, review-derleme.
- Oleskovicz-Popiel, P., Lisiecki, P., Holm-Nielsen, B. J., Thomsen, B. A. ve Thomsen, H.M., 2007. Ethanol production from maize silage as lignocellulosic biomass in anaerobically digested and wet-oxidized manure. **Science Direct Bioresource Technology**, volume 99, Issue 13, September 2008, Pages 5327–5334.
- Öner, T. E. ve Kırdar, B., 2011. Bioethanol A Source Of Renewable Energy From Extremophiles. **TÜBİTAK, Proje No: TBAG-U/192(106T756)**, İstanbul.
- Özata, E., Geçit, H. H., Öz, A. ve İkincikarakaya, Ü. S., 2013. Atıdışı hibrit mısır adaylarının ana ürün koşullarında performanslarının belirlenmesi. **Iğdır Üni. Fen Bilimleri Enst. Der. / Iğdır Univ. J. Inst. Sci. & Tech.** 3(1): 91-98.
- Peakall, R. and Smouse, P. E., 2005. GenAEx 6. Genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. **Molecular Ecology Notes** (2006) 6,288–295.

- Powell, W., Morgante, M., Andre, C., Hanafey, M., Vogel, J., Tingey, S. and Rafalski, A., 1996. The comparison of RFLP, RAPD, AFLP and SSR (microsatellite) markers for germplasm analysis. **Molecular Breeding**, 2, 225-238.
- Rohlf, F. J., 1993. NTSYS-PC, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Version 1.80. Exeter Software. **Setauket, New York**.
- Sade, B., Akbudak, M. A., Acar, R. ve Arat, E., 2002. Konya ekolojik şartlarında Ssilajlık olarak uygun mısır çeşitlerinin belirlenmesi. **Hayvancılık araştırma dergisi** 12 (1), s. 17-22.
- Salve, R., Surve, V., Machewad, G. M. and Ghatge, P., 2012. Effect of Substrate Concentration on Production of Ethanol from Corn Cob. **Received September 04, 2012; Published September 12**.
- Saulnier, L. ve Thibault, F. J., 1999. Ferulic acid and diferulic acids as components of sugar-beet pectins and maize bran heteroxylans. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 79:396-402.
- Sayaslan, A., Gökmen, S., Ülger, C. A., Sakin, A. M., Öz, A., ve Duman, A., 2010. Farklı bölgelerde ana ürün koşullarında yetiştirilen melez atdışi mısır (*Zea mays indentata L.*) çeşitlerinin verim ve yaş öğütme kalitesinin belirlenmesi. **TÜBİTAK Proje No: 107O800**, Karaman.
- Sun, Y. ve Cheng, J., 2002. Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production. **Bioresource Technology**, 83:1-11.
- Taş, T., 2010. Adana Harran ovası koşullarında farklı ekim sıklıklarında yetiştirilen mısırdaki (*zea mays l. indentata*) değişik büyüme dönemlerinde yapılan hasadın silaj ve tane verimine etkisi. **Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniv., Fen Bilimleri Enst.** Adana.
- Turan, N. ve Yılmaz, İ., 2000. Van koşullarında I ve II ürün yetiştirilen bazı silajlık mısır çeşitlerinin hasıl verim ve bazı verim unsurlarının belirlenmesi. **Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi** 31 (2). s. 63-71.
- TÜGİAD, 2004. Türkiye' nin Enerji Sorunları ve Çözüm Önerileri. **Ajans-Türk Basın ve Basım A.Ş., Batıkent**, Ankara.
- TÜİK, 2013. <http://www.tuik.gov.tr> **Türkiye İstatistik Kurumu İnternet Sitesi.** 15.12.2014

- Warburton, M.L., Xianchun, X., Crossa, J., Franco, J., Melchinger, A.E., Frisch, M., Bohn, M. and Hoisington, D., 2002. Genetic characterization of CIMMYT maize inbred lines and open-pollinated populations using large scale fingerprinting methods. **Crop Science Society of America**. Published in Crop Sci. 42:1832-1840.
- Yang, H., Yan, R., Chen, H., Lee, D.H. and Zheng, C., 2007. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. **Fuel** volume 86, 1781-1788.

## ÖZGEÇMİŞ

1986 yılında İzmir Karşıyaka ilçesinde doğdum. İlk, orta ve lise eğitimimi Ankara'da tamamladıktan sonra 2004 yılında İstanbul Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümünü kazandım ve 2009 yılında mezun oldum. 2011 yılında M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalında Yüksek Lisans öğrenimime başladım. 2013 yılında M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında 2. Yüksek Lisansımı kazandım ve Gıda Mühendisliği Anabilim Dalında 2. yüksek lisans öğrenimime devam etmekteyim.

**FERMANTASYON ANALİZİ İÇİN SAP VE YAPRAKLARDAN HAZIRLANAN  
ÖRNEKLERİN AĞIRLIK ORANLARI**

| <b>Bitki adı</b> | <b>Sap ağırlığı gr</b> | <b>Yaprak ağırlığı gr</b> |
|------------------|------------------------|---------------------------|
| DKC6876          | 26,1                   | 3,9                       |
| Kermess          | 21                     | 9                         |
| DKC6589          | 24                     | 6                         |
| Kalipso          | 21,9                   | 8,1                       |
| P31A34           | 23,4                   | 6,6                       |
| 70 May 82        | 23,1                   | 6,9                       |
| Karma            | 22,2                   | 7,8                       |
| 72 May 80        | 25,2                   | 4,8                       |
| Helen            | 23,1                   | 6,9                       |
| Aveline          | 25,5                   | 4,5                       |
| MKU1             | 25,2                   | 4,8                       |
| MKU2             | 25,8                   | 4,2                       |
| MKU3             | 24,6                   | 5,4                       |
| MKU4             | 25,5                   | 4,5                       |
| MKU5             | 24,6                   | 5,4                       |
| N192             | 21,6                   | 8,4                       |
| FrM 017          | 26,7                   | 3,3                       |
| NS633            | 21,9                   | 8,1                       |
| K150             | 26,1                   | 3,9                       |
| Fr 43            | 24,9                   | 5,1                       |

**HASAT SONRASI TOPLANAN ÇEŞİT VE SAF HAT MISIRLARIN  
MORFOLOJİK ÖZELLİK VERİLERİ**

| <b>Bitki adı</b> | <b>Biyomas<br/>ağırlık gr</b> | <b>Koçansız<br/>ağırlık gr</b> | <b>Yaprak<br/>ağırlığı gr</b> | <b>Sap ağırlığı<br/>gr</b> | <b>Bitki boyu<br/>cm</b> |
|------------------|-------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| DKC6876          | 2.270                         | 1.210                          | 158                           | 1.052                      | 190                      |
| Kermess          | 1.460                         | 540                            | 165                           | 375                        | 170                      |
| DKC6589          | 1.789                         | 734                            | 150                           | 584                        | 200                      |
| Kalipso          | 1.300                         | 485                            | 130                           | 355                        | 210                      |
| P31A34           | 1.300                         | 690                            | 150                           | 540                        | 190                      |
| 70 May 82        | 1.500                         | 650                            | 150                           | 500                        | 220                      |
| Karma            | 1.280                         | 505                            | 130                           | 375                        | 200                      |
| 72 May 80        | 1.430                         | 1.030                          | 165                           | 865                        | 200                      |
| Helen            | 1.100                         | 525                            | 120                           | 405                        | 200                      |
| Aveline          | 1.900                         | 910                            | 140                           | 770                        | 170                      |
| MKÜ1             | 855                           | 670                            | 110                           | 560                        | 130                      |
| MKÜ2             | 904                           | 700                            | 100                           | 600                        | 130                      |
| MKÜ3             | 1.360                         | 700                            | 125                           | 575                        | 170                      |
| MKÜ4             | 1.235                         | 774                            | 120                           | 654                        | 150                      |
| MKÜ5             | 1.080                         | 750                            | 130                           | 620                        | 140                      |
| N192             | 775                           | 490                            | 90                            | 400                        | 140                      |
| FrM 017          | 690                           | 620                            | 70                            | 550                        | 130                      |
| NS633            | 850                           | 365                            | 100                           | 265                        | 125                      |
| K150             | 1.540                         | 810                            | 110                           | 700                        | 150                      |
| Fr 43            | 1.570                         | 740                            | 130                           | 610                        | 160                      |