**T.C.**
**ERCİYES ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

# TÜRKİYE YEREL SORGUM (*Sorghum bicolor* L.) POPULASYONLARINDAN SEÇİLEN HATLARIN TANELERİNİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİ YÖNÜNDEN KARAKTERİZASYONU

**Hazırlayan**
**Yusuf Murat KARDEŞ**

**Danışman**
**Doç. Dr. Mahmut KAPLAN**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Ağustos 2018**
**KAYSERİ**

**T.C.**
**ERCİYES ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI**

# TÜRKİYE YEREL SORGUM (*Sorghum bicolor* L.) POPULASYONLARINDAN SEÇİLEN HATLARIN TANELERİNİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİ YÖNÜNDEN KARAKTERİZASYONU

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Hazırlayan**
**Yusuf Murat KARDEŞ**

**Danışman**
**Doç. Dr. Mahmut KAPLAN**

**Bu çalışma; TÜBİTAK tarafından 113O914 kodlu proje ile desteklenmiştir.**

**Ağustos 2018**
**KAYSERİ**

# BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

**Yusuf Murat KARDEŞ**

İmza : 

# YÖNERGEYE UYGUNLUK

"Türkiye Yerel Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Populasyonlarından Seçilen Hatların Tanelerinin Besinsel Özellikleri Yönünden Karakterizasyonu" adlı Yüksek Lisans tezi, Erciyes Üniversitesi Lisansüstü Tez Önerisi ve Tez Yazma Yönergesi'ne uygun olarak hazırlanmıştır.

Tezi Hazırlayan

Yusuf Murat KARDEŞ

Danışman

Doç. Dr. Mahmut KAPLAN

Tarla Bitkileri Bölümü ABD Başkanı

Doç. Dr. Satı UZUN

# ONAY SAYFASI

Doç. Dr. Mahmut KAPLAN danışmanlığında Yusuf Murat KARDEŞ tarafından hazırlanan "Türkiye Yerel Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) Popülasyonlarından Seçilen Hatların Tanelerinin Besinsel Özellikleri Yönünden Karakterizasyonu" adlı bu çalışma, jürimiz tarafından Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**JÜRİ:**

Danışman : Doç. Dr. Mahmut KAPLAN .....

Üye : Doç. Dr. Satı UZUN .....

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Kevser KAHRAMAN .....

**ONAY:**

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulunun 14/08/2018 tarih ve 2018/36-11 ...sayılı kararı ile onaylanmıştır.

14./08/2018

Prof. Dr. Mehmet AKKURT

Enstitü Müdürü

# TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca farklı bakış açıları ve bilimsel katkılarıyla beni aydınlatan, yakın ilgi ve yardımlarını esirgemeyen ve bu günlere gelmemde en büyük katkı sahibi saygıdeğer hocam Doç. Dr. Mahmut KAPLAN'a, tez yazım sürecinde desteğini esirgemeyen Furkan Ömer KANARYA'ya, aynı laboratuvarı paylaştığım Ersel TAL, Selim Bozkurt, Hasan KALE'ye ve TUBİTAK TOVAG'a teşekkür ederim.

Yusuf Murat KARDEŞ
Kayseri, Ağustos 2018

**TÜRKİYE YEREL SORGUM (*Sorghum bicolor* L.) POPULASYONLARINDAN SEÇİLEN HATLARIN TANELERİNİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİ YÖNÜNDEN KARAKTERİZASYONU**

**Yusuf Murat KARDEŞ**

**Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü**
**Yüksek Lisans Tezi, Ağustos, 2018**
**Danışman: Doç. Dr. Mahmut KAPLAN**

# ÖZET

Sorgum yüksek sıcaklık, kuraklık, tuz, pH gibi olumsuz şartlara dayanıklılığı yanında, düşük girdili ve yüksek fotosentetik aktiviteye sahip bir C4 bitkisi olması nedeniyle yaygın tarımı yapılan ve dünyanın beşinci önemli tahılıdır. Bu çalışma yerel sorgum hatlarının (50 hat 2 standart) besinsel analizler yönünden karakterizasyonunu yapmak ve ıslah çalışmalarında materyal olarak kullanmak amacıyla yürütülmüştür. Çalışma kapsamında ham protein, ham yağ, ham kül, dirençli, dirençli olmayan ve toplam nişasta, amiloz ve amilopektin içeriği ve fitik asit miktarı incelenmiştir. Hatların besinsel analizleri tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekrarlamalı olarak yapılmıştır. Çalışmada incelenen tüm özellikler yönünden hatlar arasındaki fark istatistiksel olarak çok önemli çıkmıştır ($P \leq 0.01$).

Elde edilen bulgulara göre, ham protein oranı %6.57-1317, sindirilebilir protein oranı %12.32-85.51, ham kül oranı %0.80-3.69, ham yağ oranı %2.35-5.60, dirençli nişasta oranı %0.37-25.45, dirençli olmayan nişasta oranı %18.69-74.55, toplam nişasta oranı %22.12-74.70, amiloz oranı %5.81-32.80, amilopektin oranı %15.22-64.50, fitik asit oranı %0.03-6.15 ve kondense tanen oranı %0.33-5.36 arasında değişmiştir. Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre mevcut standart çeşitlerden üstün özelliklere sahip birçok hat belirlenmiştir. Tespit edilen hatlar kısa vadede doğrudan çeşit tescili amacıyla değerlendirilebilecek uzun vadede ise farklı amaçlar için oluşturulacak ıslah programlarında ebeveyn olarak kullanılabilecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Sorgum, protein, nişasta, fitik asit, tanen

**CHARACTERISATION OF NUTRIENT CHARACTERISTICS OF SORGHUM (*Sorghum bicolor* L.) GRAINS OF SELECTED LINES FROM LOCAL POPULATIONS OF TURKEY**

**Yusuf Murat KARDEŞ**

**Erciyes University Institute of Natural and Applied Sciences**
**Graduate Thesis, August 2018**
**Advisor: Assoc. Prof. Dr. Mahmut KAPLAN**

# ABSTRACT

Sorghum is widely distributed in the agriculture and is the world's fifth important grain because it is a C4 plant with low inland and high photosynthetic activity as well as resistance to adverse conditions such as high temperature, drought, salt and pH. This study was conducted in order to characterize local sourced genotypes (50 lines 2 standards) in terms of nutritional analysis and to use them as material in breeding trials. In this study, crude protein, crude fat, crude ash, resistant, non-resistant and total starch, amylose and amylopectin content and phytic acid content were investigated. The nutritional analysis of the lines was performed with three replications according to the randomized block trial design. The difference between the lines in terms of all the characteristics examined in the study was statistically significant ($P \leq 0.01$).

Current findings revealed that crude protein varied between 6.57-13.17%, pepsin protein digestibility between 12.32-85.51%, crude ash between 0.80-3.69%, crude oil between 2.35-5.60%, resistant starch between 0.37-25.45%, non-resistant starch between %18.69-74.55, total starch between 22.12-74.70%, amylose between 5.81-32.80%, amylopectin between 15.22-64.50%, phytic acid between 0.03-6.15% and condense tannin between 0.33-5.36%. According to research results many lines with superior characteristics from standard varieties have been identified. The lines identified in this study has a potential to be registered in short run and as a potential to be used as parents in further breeding studies in long run.

**Key Words:** Sorghum, protein, starch, phytic acid, tannin

# İÇİNDEKİLER

**TÜRKİYE YEREL SORGUM (*Sorghum bicolor* L.) POPULASYONLARINDAN SEÇİLEN HATLARIN TANELERİNİN BESİNSEL ÖZELLİKLERİ YÖNÜNDEN KARAKTERİZASYONU**

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK ..... i

YÖNERGEYE UYGUNLUK ..... ii

ONAY SAYFASI ..... iii

TEŞEKKÜR ..... iv

ÖZET ..... v

ABSTRACT ..... vi

İÇİNDEKİLER ..... vii

TABLOLAR LİSTESİ ..... ix

**1. BÖLÜM**

**GİRİŞ**

**1.1. Literatür Özeti ..... 3**

**2. BÖLÜM**

**MATERYAL VE YÖNTEM**

**2.1. Arazi Çalışmaları ..... 7**

**2.2. Kimyasal Analizler ..... 8**

**2.2.1. Ham protein oranı (%) ..... 8**

**2.2.2. Ham Yağ Oranı (%) ..... 8**

**2.2.3. Ham Kül Oranı (%) ..... 8**

**2.2.4. Dirençli, Dirençli Olmayan ve Toplam Nişasta Analizleri (%) ..... 8**

**2.2.5. Amiloz ve Amilopektin İçeriği (%) ..... 9**

**2.2.6. Fitik Asit İçeriği (%) ..... 10**

**2.2.7. Kondense Tanen Oranı ..... 10**

**2.2.8. Sindirilebilir Protein Oranı (%) ..... 10**

**2.2.9. İstatistiksel Analizler ..... 11**

## 3. BÖLÜM

## BULGULAR VE TARTIŞMA

**3.1. Bulgular** ..... **12**
**3.1.1. Ham Protein Oranı (%)** ..... **12**
**3.1.2. Ham Yağ Oranı (%)** ..... **13**
**3.1.3. Ham Kül Oranı (%)** ..... **15**
**3.1.4. Dirençli Nişasta Oranı (%)** ..... **16**
**3.1.5. Dirençli Olmayan Nişasta Oranı (%)** ..... **18**
**3.1.6. Toplam Nişasta Oranı (%)** ..... **19**
**3.1.7. Amiloz Oranı (%)** ..... **21**
**3.1.8. Amilopektin Oranı (%)** ..... **23**
**3.1.9. Fitik Asit Oranı (%)** ..... **24**
**3.1.10.Kondanse Tanen Oranı (%)** ..... **25**
**3.1.11. Sindirilebilir Protein Oranı** ..... **27**
**3.2. Tartışma** ..... **28**

## 4. BÖLÜM

## SONUÇ VE ÖNERİLER

**KAYNAKÇA** ..... **34**

**ÖZGEÇMİŞ** ..... **50**

# TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Yerel sorgum hatlarının ham protein oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 12
Tablo 3.2. Sorgum hatlarının ham protein oranı (%) ortalamaları ..... 13
Tablo 3.3. Yerel sorgum hatlarının ham yağ oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 14
Tablo 3.4. Sorgum hatlarının ham yağ oranı (%) ortalamaları ..... 14
Tablo 3.5. Yerel sorgum hatlarının ham kül oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 15
Tablo 3.6. Sorgum hatlarının ham kül oranı (%) ortalamaları ..... 15
Tablo 3.7. Yerel sorgum hatlarının dirençli nişasta oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 17
Tablo 3.8. Sorgum hatlarının direçli nişasta (RS) oranı (%) ortalamaları ..... 17
Tablo 3.9. Yerel sorgum hatlarının dirençli olmayan nişasta oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 18
Tablo 3.10. Sorgum hatlarının direçli olmayan nişasta (NRS) oranı (%) ortalamaları ..... 19
Tablo 3.11. Yerel sorgum hatlarının toplam nişasta oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 20
Tablo 3.12. Sorgum hatlarının toplam nişasta oranı (%) ortalamaları ..... 20
Tablo 3.13. Yerel sorgum hatlarının amiloz oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 21
Tablo 3.14. Sorgum hatlarının amiloz oranı (%) ortalamaları ..... 22
Tablo 3.15. Yerel sorgum hatlarının amiloz oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 23
Tablo 3.16. Yerel sorgum hatlarının amilopektin oranı (%) ortalamaları ..... 23
Tablo 3.17. Yerel sorgum hatlarının fitik asit oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 24
Tablo 3.18. Sorgum hatlarının fitik asit oranı (%) ortalamaları ..... 25
Tablo 3.19. Yerel sorgum hatlarının kondanse tanen oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 26

Tablo 3.20. Sorgum hatlarının kondanse tanen oranı (%) ortalamaları ..... 26
Tablo 3.21. Yerel sorgum hatlarının sindirilebilir protein oranına (%) ait varyans analizi sonuçları ..... 27
Tablo 3.22. Sorgum hatlarının sindirilebilir protein oranı (%) ortalamaları ..... 28

# 1. BÖLÜM

# GİRİŞ

Sorgum dünyanın az yağışlı tropik, subtropik ve ılıman iklim bölgelerinde yetiştirilen, kırk binden fazla çeşidiyle geniş bir genetik çeşitliliğe sahip önemli bir gıda, yem ve endüstri bitkisidir. Ayrıca abiotik ve biotik faktörlerin üretim için kısıtlayıcı bir rol oynadığı ve düşük girdili tarımın yapıldığı bölgelerde sorgum üretimi başarıyla gerçekleştirilmektedir (Rooney, 2004; Zulfiqar ve Asim, 2002; Kimber, 2000; Rooney, 2001; Woods, 2001; Murty ve Kumar, 1995; Doggett, 1998; House, 1985). Az yağışlı alanlarda kolaylıkla yetiştirilmesinin yanında diğer bitkilerin yetiştiriciliğinde güçlük çekilen aşırı sulu olan arazilerde fotosentetik etkinliği ve mineral maddeleri en üst düzeyde kullanma kabiliyetinden dolayı bu şartlarda üretimi rahatlıkla yapılmaktadır. (Gosse, 1995; Woods et al. 1995). Dünya'da sorgum tarımının yapıldığı alanlar 45° kuzey ve 40° güney paralelleri arasında olup, deniz seviyesinden 3000 m yüksekliğe kadar tarımı rahatlıkla yapılabilmektedir. (Grenier et al. 2000; Kimber, 2000). Dünyanın önde gelen sorgum üreticileri Orta ve Güney Afrika, Çin, Hindistan, Orta ve Kuzey Amerika, Avustralya ve Güney Amerika (Arjantin ve Brezilya) olarak sıralanabilir (FAO, 2017).

Sorgum mısır ve diğer tahıllarla kıyaslandığında suyu daha etkili bir şekilde kullanmaktadır. Daha yüksek biyokütle verimine sahip olan sorgumun, daha geç ekilebildiğini ve kurak şartlarda kabul edilebilir miktarda verim alınabildiği belirlenmiştir (Bean et al. 2002; Sanchez et al. 2002; Sanderson et al. 1992). Suyun kısıtlı olduğu durumlarda, sorgumun gövdesinin uzun süre yeşil kalması sayesinde daha yüksek verim elde edilmektedir. (Borrell et al. 2000; Henzell et al. 1992; Rosenow et al. 1983).

Sorgum iyi bir enerji, protein, vitamin ve mineral kaynağı olduğu için milyonlarca insan için önemli bir besin kaynağıdır (Klopfenstein ve Hoseney, 1995). Özellikle 30'dan fazla Afrika ülkesinde 500 milyondan fazla insanın temel besin kaynağı sorgumdur (Li et al. 2010). Sorgum, fermente edilmiş ve edilmemiş olarak ekmek, kurabiye, sorgum lapası, kahvaltılık yiyecekler, alkollü içecekler ve biralar, tahıl gevrekleri, pankek, kek, kuskus ve çerez olarak gıda endüstrisinde kullanılmakta, tane sap ve yaprakları kanatlı ve ruminantların beslenmesinde yem olarak yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Rooney, 2004; Rajvanshi ve N.Nimbkar, 2001; Rooney ve Waniska, 2000). Tatlı sorgum, sapında içerdiği yüksek orandaki şeker ve yüksek sap verimi sebebiyle etanol ve biyobenzin üretiminde, hasat sonrası kalan gövdesi ise mobilya endüstrisinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (Grassi, 2001; Woods, 2001; Rajvanshi ve Nimbkar, 2001).

Nişasta sorgum tanelerinin önemli bir parçasını (%60-75) oluşturmaktadır. Amiloz ve amilopektin olmak üzere iki temel bileşenden meydana gelmektedir. Amiloz, düz zincirli yapıda olup çeşitli uzunlukta glukoz moleküllerinin (100 - 2000 adet) α-(1-4) glikozidik bağları ile meydana gelirken; dallanmış yapıdaki amilopektinin ana zincirini α-(1-4) glikozidik bağı ile bağlanmış glukoz molekülleri oluşturur. Yaklaşık 10-20 glukoz ünitesi içeren yan zincirler α-(1-6) glikozidik bağları ile bağlıdır (Anonim. 2015). Nişastanın enzim inkübasyonu sonrasındaki davranışlarına göre dirençli ve dirençli olmayan nişasta şeklinde sınıflandırılırlar. Düşük nişasta sindirilebilirliği, enerji eksikliği durumlarında insan ve hayvan beslenmesi için istenmeyen bir durumdur. Dirençli nişasta oranının yüksek olması amiloz/amilopektin oranını yükselterek glisemik indeksin (GI) düşmesini sağlamaktadır (Jenner ve Gibson. 2015). Düşük GI gıdalar kan şekeri seviyesinde sadece küçük bir yükselmeye neden olur (Englyst et al. 2003), bu durumda tip II diyabetin uzun vadeli riskini (T2DM) azaltmasının yanı sıra (Buyken et al. 2010) özellikle yaşlanma sürecinde genel sağlık durumunu iyileştirebilmektedir (Chiu et al. 2011).

Tahıl tanelerinde bulunan fitik asit kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor ve çinko gibi esansiyel minerallerin biyoyararlılığını azalttığı, fakat kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde ve diyabetin kontrolünde olumlu etkilere sahip olduğu bildirmektedir (Dağ Bayraktar ve Akbulut, 2013). Tanenli sorgum, insanlara tokluk hissi verdiği gibi anne karnındaki bebeklerin sindirim sistemini geliştirmek amacıyla da kullanılmaktadır

(Tipton et al. 1970; Ellis, 1972; Rooney ve Sullins, 1977; Hahn et al. 1983; Waniska et al. 1989).

Bu çalışmanın amacı yerel sorgum hatlarından morfolojik ve moleküler özellikler yönünden farklılık gösteren bitkilerden seçilmiş hatları besinsel özellikleri yönünden karakterize ederek, üstün özelliklere sahip hatları belirlemektir.

### 1.1. Literatür Özeti

Gıda, hayvan yemi, lif ve yakıt için yetiştirilen (Paterson et al. 2009) sorgum, dünyanın birçok yerinde kullanılan başlıca tahıldır. Sorgum yalnızca besinsel olarak değil, sahip olduğu yüksek düzeyde çeşitli fenolik bileşikler ile de birçok hastalığın iyileştirişlmesinde veya engellenmesinde kullanılabilecek destek üründür. Sorgumlarda yüksek seviyelerde poliflavanoller (prosiyanidinler), antosiyaninler, fenolik asitler ve diğer antioksidan bileşikler bulunmaktadır. Sorgumlar bu nedenle fonksiyonel gıdalarda ve diğer uygulamalarda kullanım için önemli bir kaynak potansiyelindedir (Awika et al. 2003). Bütün sorgum tanesinin kimyasal bileşimi ve besin değeri pirinç, mısır ve buğdaya benzerdir. 100 g'lık sorgum tanelerinin enerji değeri 296.1 ile 356.0 kcal arasında değişmektedir. (Martino et al. 2012).

Sorgum tanesinde ortalama %11.4 protein, %3.3 yağ, %1.9 kül, %1.9 selüloz, %69.5 nişasta, %26.9 amiloz şeker, %1.2 çözünür şeker, %0.12 indirgen şeker, 26 mg kalsiyum, 526 mg fosfor ve 8.5 mg demir içermektedir (Jambunathan ve Subramanian, 1988). Yüksek besinsel özellikleri ve sağlık açısından önemi nedeniyle dünyanın birçok bölgesinde sorgum tarımı yapılmaktadır. Nijerya, Hindistan, Amerika, Meksika, Sudan, Çin ve Arjantin sorgum üreten ülkelerin önde gelenleridir (ICRISAT).

Sorgum tanesi, perikarp, endosperm ve embriyo olarak adlandırılan üç ayrı anatomik yapıya sahiptir. Bazı çeşitler, perikarp ile endosperm arasında bulunan testa adı verilen dördüncü bir yapıya sahiptir (Earp et al. 2004). Sorgumun anatomik yapılarının oranı ve kimyasal bileşimi çeşitliliğe ve büyüme koşullarına bağlıdır (Waniska ve Rooney, 2000). Genel olarak, perikarp ve testa, nişasta olmayan polisakkaritler, fenolik bileşikler (diğerleri arasında 3-deoksifosiyanidinler, tanenler ve fenolik asitler) ve karotenoidlerden oluşur (de Morais Cardoso, et al. 2017). Sorgumun ana polisakkariti olan nişastanın içeriği ve bileşimi, tahılın genetik özellikleri ve yetiştirme koşullarından

etkilenir (Hill et al. 2012). Bazı çeşitlerde nişasta oranı, 32.1 g ile 72.5 g / 100 g arasında değişir ve başlıca amilopektin (% 81.0-96.5) ve amilozdan (% 3.5-19.0) oluşmaktadır (Shegro et al. 2012; Udachan et al. 2012). Tanedeki amiloz ve amilopektin oranı, sorgum ununun reolojik özelliklerini (jelatinizasyon, retrogradasyon ve jelleşme) ve sorgum nişastasının sindirilebilirliğini etkilemektedir (Sang et al. 2008; Singh et al. 2010). Sorgum, nişasta granülleri, proteinler ve tanenler arasındaki güçlü ilişki nedeniyle tahıllar arasında en düşük nişasta sindirilebilirliğine sahiptir (Barros et al. 2012; Mkandawire et al. 2013; Rooney and Pflugfelder, 1986). Genel olarak nişasta granüllerinin çoğu yavaşça sindirilebilir nişastadan (%30.0-66.2) meydana gelirken, geri kalan kısım hızla sindirilebilir (%15.3-26.6) veya dirençli (%16.7-43.2) nişasta grubundadır (Sang et al. 2008; Mkandawire et al. 2013).

Waxy geni tarafından kodlanan GBSSI, amiloz sentezinden sorumludur. Amilopektin sentezi ise sentezde rol oynayan SS, SBE ve DBE enzimlerinin birleşik etkisiyle daha karmaşıktır. Nişasta sentezi, çoklu izoformlara sahip olan ve her biri nişasta sentez yolu içindeki diğer enzimler üzerinde pleiotropik etkilere sahip olan bu enzimler nedeniyle daha karmaşık hale getirilmiştir (Hill et al. 2012). Amilozun amilopektine oranı, zincir uzunluğu ve amilopektinin dallanma derecesi, yanı sıra protein, lipit ve mineral bileşenleri, fizyokimyasal ve nihayetinde unun son kullanım özelliklerini belirlemektedir. Amiloz muhtevası, nişastanın jelleşmesini, çözünürlüğünü, dokusunu (Jane et al. 1999) ve ekmek yapımında somun hacmini etkilerken, amilopektin esas olarak granül şişmesi ve jelatinleşme özelliklerinden sorumludur (Hill et al. 2012). Nişastanın birçok önemli fizikokimyasal, termal ve reolojik özelliği, nişasta granülündeki iki ana polimer olan amiloz ve amilopektin yapısından etkilenmektedir. Amiloz içeriği, nişasta jelatinleşme ve retrogradasyonunu (Russell, 1987, Fredriksson et al. 1998), yapıştırma viskozitesini (Radhika Reddy. 1994, Yanagisawa et al. 2006), jelasyonu (Biliaderis ve Zawistowski 1990; Miles et al. 1985) ve R-amilaz sindirilebilirliğini (Skrabanja et al. 1999) güçlü bir şekilde etkiler. Amilopektin (zincir uzunluk dağılımı) ince yapısının da nişasta jelatinizasyonunu ve retrogradasyon özelliklerini etkilediği bulunmuştur (Jane et al. 1992; Jane et al. 1999).

Sorgum proteinleri prolaminler ve prolamin olmayanlar şeklinde sınıflandırılır. Prolaminler, toplam proteinlerin ortalama (7 ile 15 g / 100 g) %79'una (% 77-82)

karşılık gelmektedir ve geri kalanı albüminler, globulinler ve glutenlidir (Belton et al. 2006; Martino et al. 2012; Afify et al. 2012). Kafirinler, sorgumun başlıca prolaminleridir ve üç ana sınıfı içerir: a-kafirinler (% 66-84), b-kafirinler (% 8-13) ve g-kafirinler (% 9-21) (Belton et al. 2006; Mokrane et al. 2010). Sorgumda kafirinler küresel protein gövdelerinde endoplazmik retikulumda depolanır. B ve g-kafirinler periferik protein cisimleri bölgesinde yer alırken, a ve d-kafirinler iç bölgede kapsüllenir (Wu et al. 2013). Bu konformasyon, sorgum proteinlerinin sindirilebilirliğini belirlemektedir (de Morais Cardoso et al. 2017). Genel olarak, sorgum proteinlerinin, özellikle pişirildikten sonra sindirilebilirliği, buğday ve mısır gibi tahıllardan daha düşüktür (Duodu et al. 2003; Mokrane et al. 2010; Afify et al. 2012; Moraes et al. 2012b). Bazı sorgum hatlarında bulunan protein türleri, diğer protein ve karbonhidratlarla birleşerek sindirimi azaltmakla birlikte içerdiği tanenlerin yavaş sindiriminden dolayı da obezite ile mücadelede diyet besin olarak kullanılmaktadır (Jambubathan ve Mertz, 1973; Featherson ve Rogler, 1975; Cousins et al. 1981; Lizardo et al. 1995; Al-Mamary et al. 2001; Muriu et al. 2002; Awika ve Rooneyl, 2004).

Sorgum kafirinleri intramoleküler disülfid bağlarının oluşumuna bağlı olarak peptidaza dirençlidir ve sorgumda düşük sindirilebilirliğin ana sebebi budur (Belton et al. 2006). Fakat tanenler açısından zengin çeşitlerde, kafirinlerin bu fenolik bileşikle kompleksleşmesi, protein sindirilebilirliğini % 50'ye kadar azaltabilmektedir (Taylor et al. 2007). Ayrıca, diğer eksojen faktörler (proteinlerin nişasta, nişasta olmayan polisakkaritler, fitik asit ve lipitler gibi protein olmayan bileşenler ile etkileşimi) ve endojen faktörler (tahıl içindeki proteinlerin yapısı ve organizasyonu) bu düşük sindirilebilirliğe katkıda bulunmaktadır (Duodu et al. 2002; Duodu et al. 2003; Ezeogu et al. 2005; Belton et al. 2006; Ezeogu et al. 2008; da Silva et al. 2011a). Pişirilme ile sorgumun protein sindirebilmesindeki azalmaya rağmen, fermantasyon ve çimlenme gibi işlemler sindirilebilirlik iki kata kadar artmaktadır (Correia et al. 2008; Wedad et al. 2008; ELKhier ve AbdalRaheem, 2011; Afify et al. 2012).

Antioksidanların miktarını arttıran fitokimyasallar içeren sorgum, sebze ve meyveler gibi kolesterolün düşürülmesinde yardımcı olmasına rağmen sorgumun bu konudaki önemi çok fazla bilinmemektedir (Awika ve Rooneyl, 2004). Sorgumun kansere karşı direnç sağladığı (Van Rensburg, 1981; Chen et al. 1993), kalp damar hastalıklarında

olumlu etkiye sahip olduğu ve kolestrolü düşürdüğü bildirilmiştir (Lin et al. 1986; Tebib et al. 1997; Santos-Buelga ve Scalbert, 2000). Sorgumun insanlarda kanseri önleme potansiyelini destekleyen epidemiyolojik kanıtlar vardır. Güney Afrika insanlarının diyetlerinde sorgumun mısır ile değiştirilmesi sonucu özofagus kanseri görülme oranını artmıştır (Isaacson, 2005).

Bazı sorgum hatlarında bulunan protein türleri, diğer protein ve karbonhidratlarla birleşerek sindirimi azaltmakla birlikte içerdiği tanenlerin yavaş sindiriminden dolayı da obezite ile mücadelede diyet besin olarak kullanılmaktadır (Jambubathan ve Mertz, 1973; Featherson ve Rogler, 1975; Cousins et al. 1981; Lizardo et al. 1995; Al-Mamary et al. 2001; Muriu et al. 2002; Awika ve Rooney, 2004). Beyaz sorgum, tahıllardaki prolamin proteinlere (Arpa-hordein, buğday-gluten ve çavdar-secalin) alerjisi olan insanlar (çölyak hastalığı) için de diğer tahılların yerine kullanılmaya başlamıştır (Fasano et al. 2003; Fenster, 2003). Çölyak hastalığı hakkındaki farkındalığın artması, teşhisi ve gluten duyarlılığı glutensiz ürünlere talebi artırmıştır (Mintel, 2007). Maalesef glutensiz ürünler, artan talebi karşılamamakla birlikte çok pahalı olmaktadır (Lee et al. 2007). Sorgum hem çölyak hastaları için güvenli bir tahıldır hem de maliyeti düşürücü bir kaynaktır (Ciacci et al. 2007). Sorgum tanesinde bulunan fenolik bileşiklerden fitik asitin kalsiyum, magnezyum, demir, fosfor ve çinko gibi esansiyel minerallerin biyoyararlılığını azalttığı, ancak kardiyovasküler hastalıklar gibi kronik hastalıkların önlenmesinde ve diyabetin kontrolünde olumlu etkilere sahip olduğu da bildirilmektedir (Dağ Bayraktar ve Akbulut, 2013).

# 2. BÖLÜM

# MATERYAL VE YÖNTEM

## 2.1. Arazi Çalışmaları

Araştırmada materyal olarak Türkiye yerel sorgum popülasyonlarından seçilmiş hatlardan morfolojik özelliklere (bitki boyu ve çapı, üst boğum arası uzunluğu, salkım uzunluğu, orta damar rengi, bitki rengi, kavuz rengi, tane rengi, ikiz tohumluk, bin tane ağırlığı, çiçeklenme süresi, olgunlaşma süresi, bayrak yaprak alanı, endosperm rengi, stay green, tanelerin kavuzdan ayrılma kolaylığı, kavuzun taneyi kaplama oranı ve kılçıklılık durumu) ve SSR primelerine göre seçim yapılan ve kendileme ile çoğaltılan 50 yeni sorgum hattı ile 2 adet tescilli çeşit (Akdarı ve Beydarı) kullanılmıştır.

Deneme 25 Nisan 2015 tarihinde Erciyes Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanında ekilerek çoğaltılmıştır. Bitkilere toprak analiz sonuçlarına göre 12 kg/da $P_2O_5$ ve 20 kg/da N verilmiştir. Fosforlu gübrenin tamamı ile azotlu gübrenin yarısı ekim ile birlikte, azotlu gübrenin diğer yarısı bitkiler 30-40 cm boyuna ulaşınca verilmiştir. Bitkilerin ekiminden 30-40 cm uzunluğa ulaşıncaya kadar sulama yağmurlama sulama ile yapılmış, daha sonra damlama sulama sistemi ile sulama yapılmıştır. Bitkiler 30-40 cm boya ulaştıktan sonra boğaz doldurma ve çapalama işlemi yapılmıştır. Toplamda üç defa çapalama ve bir defa da yabancı ot için ilaçlama yapılmıştır. Sulama haftada bir defa tarla kapasitesi esas alınarak yapılmıştır. Çiçeklenmeden önce bitkiler kese kağıdı kullanılarak kendileme işlemi yapılmıştır. Tohumlar bitkilerin sert olum döneminde ayrı ayrı hasat edilmiştir.

Denemenin yürütüldüğü yıllardaki sıcaklık genel olarak uzun yıllar ile benzer olmuştur. Denemenin ilk yıllında yağış miktarı uzun yıllardan yüksek, ikinci yılında ise çok az

düşük olmuştur. Nispi nem yönünden ise deneme yılları genel olarak uzun yıllardan düşük olduğu gözlemlenmiştir.

Deneme alanına ait topraklarda 0-30 cm ve 30-60 cm derinliğinden toprak örnekleri alınmıştır. Alınan toprak örnekleri kumlu tın sınıfına girmiş, kireç ve tuz oranı düşük, potasyum ve fosfor yönünden zengin, pH hafif alkali olurken organik madde oranının az olduğu belirlenmiştir.

### 2.2. Kimyasal Analizler

Bitkiler sert olum döneminde hasat edilmiş ve tam tane örnekleri biyokimyasal analizler için değirmende (IKA MF 10.1, Staufen, Germany) öğütülmüş ve +4 °C de analiz süresince saklanmıştır. Tüm sorgum taneleri 3 tekrarlamalı olarak analiz edilmiştir.

#### 2.2.1. Ham protein oranı (%)

Sorgum unu örneklerinden alınan 0.2 g'lık örnekler alınarak, Kjeldahl yöntemi ile azot oranları bulunmuştur. Bulunan azot değerleri 6.25 katsayısı ile çarpılarak numunelerdeki ham protein oranları belirlenmiştir (AOAC, 1990).

#### 2.2.2. Ham Yağ Oranı (%)

Sorgum unu örneklerinden alınan 3 g örnek soxelet kartuşuna konularak eter yardımı ile çözündürülerek yağı alınarak ve 95 ºC'de 1 saat kurutma dolabında bekletildikten sonra desikatörde soğutularak tartılıp formülle hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

#### 2.2.3. Ham Kül Oranı (%)

70 °C'de 48 saat kurutulan örneklerden alınan 1 g kuru örnek 550 ºC'de 8 saat yakılarak kül içeriği % olarak ifade edilmiştir.

#### 2.2.4. Dirençli, Dirençli Olmayan ve Toplam Nişasta Analizleri (%)

Dirençli nişasta tayini için AOAC 2002.02 Metodu ile AACC 32-40 Metodu esas alınarak geliştirilen Megazyme Resistant Starch Assay (K-RSTAR, Megazyme International Ireland Ltd, Co. Wicklow, Ireland) kit kullanılarak yapılmıştır. Bu yöntemde 37 °C'de α-amilaz ve amiloglukozidaz varlığında 16 saat inkübe olan un

örneklerinden ilk aşamada dirençli olmayan nişasta çözünerek glikoza parçalanmıştır. Dirençli nişasta ise santrifüj işlemi sonrasındaki çöküntü kısımda elde edilmiş olup, etanolle yıkama ve potasyum hidroksit içinde çözme gibi aşamalardan sonra amiloglikozidaz enzimi ile glukoza hidroliz edilmiştir. Dirençli nişasta ve toplam nişasta değerleri ayrı ayrı, glukozun spektrofotometrik olarak belirlenmesiyle elde edilmiştir.

### 2.2.5. Amiloz ve Amilopektin İçeriği (%)

Amiloz içeriği ConA metodu kullanılarak Megazyme Amiloz/Amilopektin Analiz Kiti ile belirlenmiştir. Sorgum unu (0.1 mg) 10 ml kapaklı örnek tüpü içerisinde tartılmıştır. Örneklerin üzerine 1 ml DMSO düşük hızda vorteks ile nazikçe karıştırarak eklenmiştir. Tüpün kapağı kapatılarak, örnek iyice dağılana kadar kaynar su banyosunda bekletilmiştir. Etiketli tüpün içeriği yüksek hızda şiddetli bir şekilde karıştırılıp, daha sonra tekrar kaynar su banyosuna konularak ve ara sıra yüksek devirde vortekslenerek 15 dakika inkübe edilmiştir. 2 ml %95 etanol sürekli karıştırarak eklenmiş ve örnek oda sıcaklığında yaklaşık 5 dakika bekletilmiştir. 4 ml daha etanol eklenip, tüp ters düz edilerek karıştırılmıştır. Örnek, nişastaların çökmesi için oda sıcaklığında 15 dakika bekletilmiştir. Nişasta pelleti 2000 xg'de 5 dakika santrifüj edilerek elde edilmiş ve etanol dökülmüştür. 2 ml DMSO nazikçe karıştırarak nişasta pelletine eklenerek, örnekler 15 dakika kaynar su banyosuna konmuş, jelatinize hale gelmesini önlemek için düzenli olarak karıştırılmıştır. 4 ml Konkanavalin A (ConA) çözücüsü, tüp kaynar su banyosu içerisinde iken yukarı doğru kaldırarak hemen eklenmiş ve aynı anda karıştırılmıştır. İçerik 25 ml volümetrik plastik tüp içinde ConA çözücüsü ile birkaç kez yıkanmıştır. Transfer edilen içerik ConA çözücüsü ile seyreltilerek elde edilmiştir. Örnekten 1 ml alınarak 2 ml'lik ependorf tüpüne transfer edilmiş, 10 ml'lik başka bir tüpe de 0.5 ml transfer edilmiştir. Sodyum asetat tamponu (4 ml, 100 mM, pH 4.5) ve 0.1 ml amiloglikozid/α-amilaz enzim solüsyonu 10 ml tüp içerisine eklenip, karışım 40 °C'de 10 dakika inkübe edilmiştir. Bu solüsyondan 1 ml cam test tüpüne aktarılarak ve 4 ml GOPOD ayıracı eklenerek karıştırılmıştır. 40 °C'de 20 dakika inkübasyon sonrası 510 nm dalga boyundaki absorbans ölçülerek toplam nişasta absorbansı olarak kaydedilmiştir.

0.5 ml ConA solüsyonu ependorf tüpüne eklenmiştir. Tüp kapatılıp, nazikçe ters düz ederek karıştırılmıştır. Örnek oda sıcaklığında 1 saat inkübasyondan sonra 14 000 xg'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. 1 ml süpernatant 15 ml'lik santrifüj tüpüne transfer edilmiş ve 100 mM sodyum asetat tamponundan (pH 4.5) 3 ml eklenmiştir. Örnekler karıştırılmış ve kaynar su banyosunda ConA'nın denatüre olması için 5 dakika kaynatılmıştır. Örnekler dengeye gelmeleri için 40 °C'de 5 dakika bekletilmiştir. 0.1 ml amiloglikozid/α-amilaz enzim karışımı eklenerek, örnekler 40 °C'de 30 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyondan sonra tüpler 2 000 xg'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. 1 ml süpernatant başka bir tüpe alınmış ve üzerine 4 ml GOPOD eklenmiştir. Örnekler 40 °C'de 20 dakika inkübe edilmiş ve 510 nm'de ölçüm yapılıp, amilaz absorbansı olarak kaydedilmiş ve hesaplanmıştır.

### 2.2.6. Fitik Asit İçeriği (%)

Fitik asit %2.4 HCl (1:20 w/v) ile tohumdan ekstrakte edilmiştir. İlk olarak elde edilecek olan bulanık karışım 17000 xg'de 15 ºC'de 30 dakika santrifüj edilemiş ve supernatant alınmıştır. Etkili fitat saflaştırması için 0.7x15 cm Glass Barrel Econo kolonu (Bio Rad Laboratories) AG 1x4 anyon değişim reçinesinin 0.5 gramı ile doldurulmuştur. Toplam fitik asit içeriğini belirlemek için, demir klorid ve sülfosalisilik asit arasındaki reaksiyona dayanan bir prosedür takip edilmiştir (Frühbecket al. 1995).

### 2.2.7. Kondense Tanen Oranı (%)

Öğütülmüş sorgum tanelerinden alınan 0.01 g örnek tartılıp, geniş ağızlı bakteri tüpü içine konulmuştur. 6 ml tanen çözeltisi ilave edilerek, 1 saat süre su banyosunda kaynatılmıştır. Kaynama işleminden sonra örnekten 3 ml alınarak, 550 nm dalga boyunda spektrofotometre de okuma yapılıp formülle hesaplanmıştır (Makkar et al. 1995).

### 2.2.8. Sindirilebilir Protein Oranı (%)

Sorgum tanelerinin *in vitro* pepsin sindirimleri Aboubacar at al. (2001) ve Nunes et al. (2004) tarafından tanımlanan yönteme göre yapılmıştır.

200 mg tane örneği erlenmayer içerisinde tartılmış ve 35 ml pepsin (Sigma P-7000, 890 U/mg protein aktivitesi, Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) solüsyonu (1.5 g/L pepsin

içeren 0.1 M $KH_2PO_4$ tamponu, pH 2.0 ) ilave edilerek hafifçe karıştırılmıştır. Örnekler 37 C sıcaklığa ayarlanmış çalkalamalı su banyosunda 2 saat inkübasyona tutulmuştur. Enzim aktivitesinin durudurulmasında 2 ml 2N NaOH kullanılmıştır. Örnekler +4 °C'de 4900 xg'de 20 dakika santrifüj edilerek supernatant uzaklaştırılmıştır. Pellet 2 kez 20 ml tampon (0.1 M $KH_2PO_4$, pH 7.0) ile yıkanıp santrifüj edilmiştir. Örneklerdeki sindirilmemiş azot Kjeldahl yöntemi ile belirlenmiş ve ham protein oranı ile oranlanarak hesaplanmıştır.

### 2.2.9. İstatistiksel Analizler

Araştırma sonucu bulunan kimyasal analiz değerlerinin varyans analizleri, SAS (SAS Inst. 1999) programından faydalanılarak yapılmıştır. Biyokimyasal analizler üç tekerrürlü olarak tesadüf blokları deneme desenine göre yapılmıştır. Elde edilen ortalamalar arasındaki farkın önemli olup olmadığı LSD testi ile belirlenmiştir.

# 3. BÖLÜM

# BULGULAR VE TARTIŞMA

## 3.1. Bulgular

### 3.1.1. Ham Protein Oranı (%)

Sorgum hatlarının tanede ham protein oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.1'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre ham protein oranı bakımından yerel sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur. Değişim katsayısı %8.51 olmuştur.

Tablo 3.1. Yerel sorgum hatlarının ham protein oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 15.4425 | 7.7213 | |
| Hat | 51 | 471.6556 | 9.2481 | 14.33** |
| Hata | 102 | 65.8433 | 0.6455 | |
| Genel | 155 | 552.9418 | | |
| Değişim Katsayısı %8.51 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Sorgum hatlarına ait ham protein oranı ortalamaları Tablo 3.2'de verilmiştir. En düşük ham protein oranı %6.57 ile PI 204919 02/2 hattından elde edilirken, en yüksek ham protein oranı %13.17 ile PI 177163 03/1 hattından elde edilmiştir. Projede kullanılan sorgum hatlarının ortalama ham protein oranı %9.43 olarak belirlenmiştir. Çalışmada standart çeşit olarak kullanılan Akdarı ve Beydarı çeşitlerinin ham protein oranları sırasıyla %8.38 ve %8.34 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.2. Sorgum hatlarının ham protein oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Ham Protein (%) | Hatlar | Ham Protein (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 11.97 | PI 177163 03/1 | 13.17 |
| PI 167264 04/5 | 11.93 | PI 176767 05/1 | 7.55 |
| PI 179051 03/3 | 7.66 | PI 176767 06/4 | 8.40 |
| PI 179051 04/4 | 11.84 | PI 177160 02/2 | 10.42 |
| PI 175920 03/3 | 9.37 | PI 177162 03/1 | 7.62 |
| PI 175920 04/4 | 11.80 | PI 170784 02/3 | 9.10 |
| PI 175920 05/5 | 8.08 | PI 171856 01/1 | 12.63 |
| PI 177156 02/4 | 9.26 | PI 179503 01/1 | 8.05 |
| PI 170791 03/1 | 9.13 | PI 179050 02/2 | 9.17 |
| PI 170791 04/3 | 8.47 | PI 177164 05/2 | 7.51 |
| PI 255740 02/3 | 12.58 | PI 170777 01/3 | 10.72 |
| PI 170780 03/1 | 9.65 | PI 177549 02/4 | 8.62 |
| PI 170780 04/2 | 7.92 | PI 177161 02/1 | 10.22 |
| PI 170780 05/5 | 8.25 | PI 177161 03/2 | 7.42 |
| PI 170780 06/5 | 8.95 | PI 182302 03/1 | 9.28 |
| PI 255738 02/3 | 9.94 | PI 182302 04/4 | 7.94 |
| PI 204919 02/2 | 6.57 | PI 174377 03/1 | 10.81 |
| PI 173808 03/1 | 12.74 | PI 174377 04/2 | 8.56 |
| PI 173808 04/3 | 9.34 | PI 174377 05/3 | 10.02 |
| PI 182301 02/1 | 13.17 | PI 174379 03/2 | 11.51 |
| PI 182301 03/2 | 8.27 | PI 174382 02/2 | 7.62 |
| PI 170787 02/2 | 9.67 | PI 170799 02/1 | 7.11 |
| PI 170787 03/3 | 7.18 | PI 170799 02/2 | 10.44 |
| PI 177548 01/1 | 9.26 | PI 170799 02/3 | 8.10 |
| PI 177548 02/3 | 8.49 | Akdarı | 8.38 |
| PI 166979 03/1 | 10.90 | Beydarı | 8.34 |
| **Ortalama** | | | 9.43 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 1.30 |

### 3.1.2. Ham Yağ Oranı (%)

Ham yağ oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.3’ de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre ham yağ oranı bakımından sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuş, değişim katsayısı %9.65 olmuştur.

Tablo 3.3. Yerel sorgum hatlarının ham yağ oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 6.6427 | 3.3214 | |
| Hat | 51 | 97.9162 | 1.9199 | 12.29** |
| Hata | 102 | 15.9362 | 0.1562 | |
| Genel | 155 | 120.4952 | | |
| Değişim Katsayısı %9.65 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Ham yağ oranına ait ortalamalar Tablo 3.4' de verilmiştir. Çizelge incelendiğinde denemede kullanılan çeşitlere en düşük ham yağ içeriği PI 177162 03/1 hattından (%2.35), en yüksek ham yağ oranı ise PI 182302 03/1 hattından (%5.60) elde edilirken sorgum hatlarının ortalama yağ oranı ise %4.10 olarak belirlenmiştir. Denemede kullanılan standart çeşitlerin yağ oranları Akdarı %3.30 ve Beydarı %4.00 olarak belirlenmiştir

Tablo 3.4. Sorgum hatlarının ham yağ oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Ham Yağ (%) | Hatlar | Ham Yağ (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 5.40 | PI 177163 03/1 | 4.30 |
| PI 167264 04/5 | 4.22 | PI 176767 05/1 | 4.10 |
| PI 179051 03/3 | 4.90 | PI 176767 06/4 | 3.60 |
| PI 179051 04/4 | 4.00 | PI 177160 02/2 | 3.40 |
| PI 175920 03/3 | 3.30 | PI 177162 03/1 | 2.35 |
| PI 175920 04/4 | 3.40 | PI 170784 02/3 | 2.40 |
| PI 175920 05/5 | 3.20 | PI 171856 01/1 | 4.10 |
| PI 177156 02/4 | 3.80 | PI 179503 01/1 | 3.60 |
| PI 170791 03/1 | 3.40 | PI 179050 02/2 | 3.90 |
| PI 170791 04/3 | 4.10 | PI 177164 05/2 | 3.80 |
| PI 255740 02/3 | 3.50 | PI 170777 01/3 | 4.20 |
| PI 170780 03/1 | 5.28 | PI 177549 02/4 | 4.00 |
| PI 170780 04/2 | 5.55 | PI 177161 02/1 | 3.30 |
| PI 170780 05/5 | 5.25 | PI 177161 03/2 | 2.85 |
| PI 170780 06/5 | 5.33 | PI 182302 03/1 | 5.60 |
| PI 255738 02/3 | 5.13 | PI 182302 04/4 | 4.30 |
| PI 204919 02/2 | 4.30 | PI 174377 03/1 | 4.00 |
| PI 173808 03/1 | 3.30 | PI 174377 04/2 | 4.70 |

| Hatlar | Ham Yağ (%) | Hatlar | Ham Yağ (%) |
|---|---|---|---|
| PI 173808 04/3 | 4.20 | PI 174377 05/3 | 4.20 |
| PI 182301 02/1 | 4.80 | PI 174379 03/2 | 4.60 |
| PI 182301 03/2 | 3.30 | PI 174382 02/2 | 5.30 |
| PI 170787 02/2 | 3.60 | PI 170799 02/1 | 4.10 |
| PI 170787 03/3 | 4.40 | PI 170799 02/2 | 3.50 |
| PI 177548 01/1 | 3.20 | PI 170799 02/3 | 4.30 |
| PI 177548 02/3 | 4.60 | Akdarı | 3.30 |
| PI 166979 03/1 | 5.50 | Beydarı | 4.00 |
| **Ortalama** | | | 4.10 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 0.64 |

### 3.1.3. Ham Kül Oranı (%)

Sorgum hatlarının ham kül oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.5'te verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre ham kül oranı bakımından yerel sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuş, değişim katsayısı %7.22 olmuştur.

Tablo 3.5. Yerel sorgum hatlarının ham kül oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 3.3268 | 1.6634 | |
| Hat | 51 | 105.184 | 2.062431373 | 87.02** |
| Hata | 102 | 2.4175 | 0.02370098 | |
| Genel | 155 | 110.9284 | | |
| Değişim Katsayısı % 7.22 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Yerel sorgum hatlarının ham kül oranına ait ortalamalar Tablo 3.6 'da verilmiştir. Çizelgeye bakıldığında denemede kullanılan hatlara ait en düşük ham kül içeriğine sahip olan hat %0.80 ile PI 170780 05/5 olurken, en yüksek ham kül oranı ise %3.69 ile PI 175920 03/3 hattından elde edilmiştir. Sorgum hatlarının ham kül oranı ortalama %2.13 olmuştur. Akdarı ve Beydarı standart olarak kullanılmış ve sırasıyla ham kül oranları %1.50 ve 1.30 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.6. Sorgum hatlarının ham kül oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Ham Kül (%) | Hatlar | Ham Kül (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 1.70 | PI 177163 03/1 | 1.70 |
| PI 167264 04/5 | 1.10 | PI 176767 05/1 | 2.70 |
| PI 179051 03/3 | 3.31 | PI 176767 06/4 | 1.39 |
| PI 179051 04/4 | 3.39 | PI 177160 02/2 | 1.79 |
| PI 175920 03/3 | 3.69 | PI 177162 03/1 | 3.49 |
| PI 175920 04/4 | 3.61 | PI 170784 02/3 | 1.30 |
| PI 175920 05/5 | 3.11 | PI 171856 01/1 | 2.90 |
| PI 177156 02/4 | 1.50 | PI 179503 01/1 | 3.50 |
| PI 170791 03/1 | 1.50 | PI 179050 02/2 | 1.60 |
| PI 170791 04/3 | 1.40 | PI 177164 05/2 | 1.60 |
| PI 255740 02/3 | 2.89 | PI 170777 01/3 | 2.99 |
| PI 170780 03/1 | 1.50 | PI 177549 02/4 | 2.80 |
| PI 170780 04/2 | 1.40 | PI 177161 02/1 | 3.00 |
| PI 170780 05/5 | 0.80 | PI 177161 03/2 | 2.80 |
| PI 170780 06/5 | 1.20 | PI 182302 03/1 | 1.90 |
| PI 255738 02/3 | 1.20 | PI 182302 04/4 | 1.80 |
| PI 204919 02/2 | 3.30 | PI 174377 03/1 | 1.40 |
| PI 173808 03/1 | 3.21 | PI 174377 04/2 | 1.50 |
| PI 173808 04/3 | 2.40 | PI 174377 05/3 | 1.30 |
| PI 182301 02/1 | 1.50 | PI 174379 03/2 | 3.20 |
| PI 182301 03/2 | 1.80 | PI 174382 02/2 | 1.79 |
| PI 170787 02/2 | 1.30 | PI 170799 02/1 | 1.80 |
| PI 170787 03/3 | 1.30 | PI 170799 02/2 | 2.60 |
| PI 177548 01/1 | 2.60 | PI 170799 02/3 | 2.59 |
| PI 177548 02/3 | 2.20 | Akdarı | 1.50 |
| PI 166979 03/1 | 1.60 | Beydarı | 1.30 |
| **Ortalama** | | | 2.13 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 0.25 |

### 3.1.4. Dirençli Nişasta Oranı (%)

Ülkemize ait yerel sorgum hatlarının dirençli nişasta oranlarına ait ortalama değerler Tablo 3.7'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre dirençli nişasta oranlarına hatların etkisi istatisiksel olarak çok önemli ($P \leq 0.01$) çıkmıştır. Değişim katsayısı %7.00 olmuştur.

Tablo 3.7. Yerel sorgum hatlarının dirençli nişasta oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 1.0359 | 0.5180 | |
| Hat | 51 | 4806.4376 | 94.2439 | 2197.69 ** |
| Hata | 102 | 4.3740 | 0.0429 | |
| Genel | 155 | 4811.8476 | | |
| Değişim Katsayısı % 7.00 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Dirençli nişasta oranına ait ortalamalar Tablo 3.8'de verilmiştir. Tablo 3.8 incelendiğinde yerel sorgum hatlarına ait dirençli nişasta oranı %0.15-%25.45 arasında değişmiş, ortalama dirençli nişasta oranı ise %2.96 olarak belirlenmiştir. En düşük dirençli nişasta oranı PI 170791 04/3 hattından, en yüksek dirençli nişasta oranı ise PI 170799 02/1 hattından elde edilmiştir. Yavaş sindirim açısından dirençli nişasta miktarının fazlalığı arzulanan bir durumdur. Standart çeşit olarak kullanılan Akdarı ve Beydarı çeşitlerinin dirençli nişasta değerleri sırasıyla %4.00 ve %4.50 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.8. Sorgum hatlarının direçli nişasta (RS) oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Dirençli Nişasta (%) | Hatlar | Dirençli Nişasta (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 0.18 | PI 177163 03/1 | 1.18 |
| PI 167264 04/5 | 0.44 | PI 176767 05/1 | 1.31 |
| PI 179051 03/3 | 7.72 | PI 176767 06/4 | 0.16 |
| PI 179051 04/4 | 1.54 | PI 177160 02/2 | 1.20 |
| PI 175920 03/3 | 0.38 | PI 177162 03/1 | 0.27 |
| PI 175920 04/4 | 0.37 | PI 170784 02/3 | 13.23 |
| PI 175920 05/5 | 0.34 | PI 171856 01/1 | 4.13 |
| PI 177156 02/4 | 1.75 | PI 179503 01/1 | 3.37 |
| PI 170791 03/1 | 0.22 | PI 179050 02/2 | 1.44 |
| PI 170791 04/3 | 0.15 | PI 177164 05/2 | 22.06 |
| PI 255740 02/3 | 0.50 | PI 170777 01/3 | 22.06 |
| PI 170780 03/1 | 0.22 | PI 177549 02/4 | 1.02 |
| PI 170780 04/2 | 0.21 | PI 177161 02/1 | 0.74 |
| PI 170780 05/5 | 0.19 | PI 177161 03/2 | 0.93 |
| PI 170780 06/5 | 0.30 | PI 182302 03/1 | 1.11 |

| Hatlar | Dirençli Nişasta (%) | Hatlar | Dirençli Nişasta (%) |
|---|---|---|---|
| PI 255738 02/3 | 3.43 | PI 182302 04/4 | 0.99 |
| PI 204919 02/2 | 1.73 | PI 174377 03/1 | 0.52 |
| PI 173808 03/1 | 0.43 | PI 174377 04/2 | 0.34 |
| PI 173808 04/3 | 0.31 | PI 174377 05/3 | 0.32 |
| PI 182301 02/1 | 0.18 | PI 174379 03/2 | 5.06 |
| PI 182301 03/2 | 1.89 | PI 174382 02/2 | 0.34 |
| PI 170787 02/2 | 1.20 | PI 170799 02/1 | 25.45 |
| PI 170787 03/3 | 5.15 | PI 170799 02/2 | 6.13 |
| PI 177548 01/1 | 0.25 | PI 170799 02/3 | 1.73 |
| PI 177548 02/3 | 0.37 | Akdarı | 4.00 |
| PI 166979 03/1 | 0.20 | Beydarı | 4.50 |
| **Ortalama** | | | 2.96 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 0.34 |

### 3.1.5. Dirençli Olmayan Nişasta Oranı (%)

Dirençli olmayan nişasta oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.9'da verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre dirençli olmayan nişasta oranı bakımından Ülkemize ait yerel sorgum hatlarının arasındaki farklar istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuş, değişim katsayısı %1.16 olmuştur.

Tablo 3.9. Yerel sorgum hatlarının dirençli olmayan nişasta oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 157.4325 | 78.7162 | |
| Hat | 51 | 23408.0012 | 458.9804 | 937.73** |
| Hata | 102 | 49.9248 | 0.4895 | |
| Genel | 155 | 23615.3586 | | |
| Değişim Katsayısı % 1.16 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Dirençli olmayan nişasta oranlarına ait ortalamalar Tablo 3.10'da verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi denemede kullanılan çeşitlere ait dirençli olmayan nişasta oranları %18.69 - %74.55 arasında değişmiş, ortalama dirençli olmayan nişasta oranı ise %59.86 olarak belirlenmiştir. En düşük dirençli olmayan nişasta oranı PI 255738 02/3 hattından,

en yüksek oran ise PI 170791 04/3 hattından elde edilmiştir. Standart çeşitlerin dirençli olmayan nişasta oranı Akdarı çeşidinde %73.60 Beydarı çeşidinde ise %73.24 değerinde bulunmuştur.

Tablo 3.10. Sorgum hatlarının direçli olmayan nişasta (NRS) oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Dirençli Olmayan Nişasta (%) | Hatlar | Dirençli Olmayan Nişasta (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 56.20 | PI 177163 03/1 | 51.62 |
| PI 167264 04/5 | 62.74 | PI 176767 05/1 | 52.27 |
| PI 179051 03/3 | 47.13 | PI 176767 06/4 | 67.77 |
| PI 179051 04/4 | 48.57 | PI 177160 02/2 | 51.33 |
| PI 175920 03/3 | 61.93 | PI 177162 03/1 | 59.56 |
| PI 175920 04/4 | 55.80 | PI 170784 02/3 | 51.67 |
| PI 175920 05/5 | 60.44 | PI 171856 01/1 | 52.98 |
| PI 177156 02/4 | 69.92 | PI 179503 01/1 | 29.40 |
| PI 170791 03/1 | 71.01 | PI 179050 02/2 | 70.73 |
| PI 170791 04/3 | 74.55 | PI 177164 05/2 | 50.81 |
| PI 255740 02/3 | 60.38 | PI 170777 01/3 | 50.81 |
| PI 170780 03/1 | 60.25 | PI 177549 02/4 | 67.63 |
| PI 170780 04/2 | 65.43 | PI 177161 02/1 | 73.81 |
| PI 170780 05/5 | 59.06 | PI 177161 03/2 | 70.58 |
| PI 170780 06/5 | 60.28 | PI 182302 03/1 | 71.90 |
| PI 255738 02/3 | 18.69 | PI 182302 04/4 | 73.02 |
| PI 204919 02/2 | 67.60 | PI 174377 03/1 | 65.01 |
| PI 173808 03/1 | 63.95 | PI 174377 04/2 | 60.31 |
| PI 173808 04/3 | 65.00 | PI 174377 05/3 | 73.46 |
| PI 182301 02/1 | 62.45 | PI 174379 03/2 | 54.23 |
| PI 182301 03/2 | 69.70 | PI 174382 02/2 | 62.75 |
| PI 170787 02/2 | 54.74 | PI 170799 02/1 | 26.78 |
| PI 170787 03/3 | 58.15 | PI 170799 02/2 | 32.62 |
| PI 177548 01/1 | 71.32 | PI 170799 02/3 | 63.76 |
| PI 177548 02/3 | 70.86 | Akdarı | 73.60 |
| PI 166979 03/1 | 66.08 | Beydarı | 73.24 |
| **Ortalama** | | | 59.86 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 1.13 |

### 3.1.6. Toplam Nişasta Oranı (%)

Yerel sorgum hatlarının toplam nişasta oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.11'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre toplam nişasta oranı bakımından yerel sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak $P \leq 0.01$ ihtimal düzeyinde önemli bulunmuş, değişim katsayısı % 1.29 olmuştur.

Tablo 3.11. Yerel sorgum hatlarının toplam nişasta oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 185.605 | 92.8025 | |
| Hat | 51 | 17911.9656 | 351.2150 | 533.86** |
| Hata | 102 | 67.104 | 0.6579 | |
| Genel | 155 | 18164.6746 | | |
| Değişim Katsayısı % 1.29 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Toplam nişasta oranına ait ortalamalar Tablo 3.12'de verilmiştir. Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi denemede kullanılan sorgum hatlarına ait toplam nişasta oranları %22.12 – 74.70 arasında değişirken, ortalama toplam nişasta oranı ise %62.81 olarak belirlenmiştir. En düşük toplam nişasta oranı PI 255738 02/3 hattından elde edilmiş, en yüksek toplam nişasta oranı ise PI 170791 04/3 hattından elde edilmiştir. Standart çeşitlerin toplam nişasta oranı ise Akdarı çeşidinde %77.61, Beydarı çeşidinde ise %77.75 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.12. Sorgum hatlarının toplam nişasta oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Toplam Nişasta (%) | Hatlar | Toplam Nişasta (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 56.38 | PI 177163 03/1 | 52.80 |
| PI 167264 04/5 | 63.19 | PI 176767 05/1 | 53.59 |
| PI 179051 03/3 | 54.86 | PI 176767 06/4 | 67.94 |
| PI 179051 04/4 | 50.11 | PI 177160 02/2 | 52.53 |
| PI 175920 03/3 | 62.32 | PI 177162 03/1 | 59.83 |
| PI 175920 04/4 | 56.17 | PI 170784 02/3 | 64.91 |
| PI 175920 05/5 | 60.78 | PI 171856 01/1 | 57.11 |
| PI 177156 02/4 | 71.68 | PI 179503 01/1 | 32.77 |
| PI 170791 03/1 | 71.23 | PI 179050 02/2 | 72.18 |
| PI 170791 04/3 | 74.70 | PI 177164 05/2 | 72.88 |

| Hatlar | Toplam Nişasta (%) | Hatlar | Toplam Nişasta (%) |
|---|---|---|---|
| PI 255740 02/3 | 60.89 | PI 170777 01/3 | 72.88 |
| PI 170780 03/1 | 60.48 | PI 177549 02/4 | 68.65 |
| PI 170780 04/2 | 65.65 | PI 177161 02/1 | 74.56 |
| PI 170780 05/5 | 59.26 | PI 177161 03/2 | 71.52 |
| PI 170780 06/5 | 60.58 | PI 182302 03/1 | 73.01 |
| PI 255738 02/3 | 22.12 | PI 182302 04/4 | 74.02 |
| PI 204919 02/2 | 69.33 | PI 174377 03/1 | 65.53 |
| PI 173808 03/1 | 64.39 | PI 174377 04/2 | 60.66 |
| PI 173808 04/3 | 65.32 | PI 174377 05/3 | 73.79 |
| PI 182301 02/1 | 62.63 | PI 174379 03/2 | 59.29 |
| PI 182301 03/2 | 71.59 | PI 174382 02/2 | 63.09 |
| PI 170787 02/2 | 55.94 | PI 170799 02/1 | 52.24 |
| PI 170787 03/3 | 63.31 | PI 170799 02/2 | 38.75 |
| PI 177548 01/1 | 71.58 | PI 170799 02/3 | 65.49 |
| PI 177548 02/3 | 71.23 | Akdarı | 77.61 |
| PI 166979 03/1 | 66.29 | Beydarı | 77.75 |
| **Ortalama** | | | 62.81 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 1.31 |

### 3.1.7. Amiloz Oranı (%)

Sorgum hatlarının amiloz oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.13'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre amiloz oranı bakımından yerel sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuş, değişim katsayısı %6.49 olmuştur.

Tablo 3.13. Yerel sorgum hatlarının amiloz oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 17.8035 | 8.9018 | |
| Hat | 51 | 7566.9961 | 148.3725 | 137.18** |
| Hata | 102 | 110.3193 | 1.0816 | |
| Genel | 155 | 7695.119 | | |
| Değişim Katsayısı %6.49 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Amiloz oranına ait ortalamalar Tablo 3.14'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi araştırmada kullanılan yerel sorgum hatlarının ait amiloz oranları %5.81-%32.80 arasında değişmiştir. Ortalama amiloz oranı %16.00 olarak belirlenmiştir. En düşük amiloz oranı PI 170799 02/2 hattından, en yüksek amiloz oranı ise PI 182301 03/2 hattından elde edilmiştir. Akdarı ve Beydarı çeşitleri standart olarak kullanılmış ve amiloz değerleri sırasıyla %18.32 ve %26.33 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.14. Sorgum hatlarının amiloz oranı (%) ortalamaları

| **Hatlar** | **Amiloz (%)** | **Hatlar** | **Amiloz (%)** |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 16.43 | PI 177163 03/1 | 7.31 |
| PI 167264 04/5 | 12.77 | PI 176767 05/1 | 16.57 |
| PI 179051 03/3 | 9.91 | PI 176767 06/4 | 10.57 |
| PI 179051 04/4 | 11.16 | PI 177160 02/2 | 8.29 |
| PI 175920 03/3 | 20.17 | PI 177162 03/1 | 13.45 |
| PI 175920 04/4 | 13.41 | PI 170784 02/3 | 10.76 |
| PI 175920 05/5 | 20.86 | PI 171856 01/1 | 6.76 |
| PI 177156 02/4 | 21.71 | PI 179503 01/1 | 8.99 |
| PI 170791 03/1 | 32.20 | PI 179050 02/2 | 16.15 |
| PI 170791 04/3 | 27.35 | PI 177164 05/2 | 21.35 |
| PI 255740 02/3 | 27.65 | PI 170777 01/3 | 9.90 |
| PI 170780 03/1 | 21.96 | PI 177549 02/4 | 10.26 |
| PI 170780 04/2 | 23.74 | PI 177161 02/1 | 12.78 |
| PI 170780 05/5 | 20.09 | PI 177161 03/2 | 11.58 |
| PI 170780 06/5 | 20.14 | PI 182302 03/1 | 9.04 |
| PI 255738 02/3 | 6.90 | PI 182302 04/4 | 9.52 |
| PI 204919 02/2 | 17.61 | PI 174377 03/1 | 15.71 |
| PI 173808 03/1 | 20.07 | PI 174377 04/2 | 13.97 |
| PI 173808 04/3 | 29.66 | PI 174377 05/3 | 11.19 |
| PI 182301 02/1 | 19.21 | PI 174379 03/2 | 17.61 |
| PI 182301 03/2 | 32.80 | PI 174382 02/2 | 10.47 |
| PI 170787 02/2 | 9.92 | PI 170799 02/1 | 8.07 |
| PI 170787 03/3 | 11.23 | PI 170799 02/2 | 5.81 |
| PI 177548 01/1 | 17.77 | PI 170799 02/3 | 27.37 |
| PI 177548 02/3 | 19.25 | Akdarı | 18.32 |
| PI 166979 03/1 | 10.86 | Beydarı | 26.33 |
| **Ortalama** | | | 16.00 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 1.68 |

### 3.1.8. Amilopektin Oranı (%)

Sorgum hatlarının amilopektin oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.15'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre amilopektin oranına sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak P≤0.01 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuş, değişim katsayısı %1.17 ve amilopektin oranı ortalaması ise % 46.84 olmuştur.

Tablo 3.15. Yerel sorgum hatlarının amiloz oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 286.9023 | 143.45115 | |
| Hat | 51 | 15417.5648 | 302.3052 | 998.24** |
| Hata | 102 | 30.8896 | 0.3028 | |
| Genel | 155 | 15735.3567 | | |
| Değişim Katsayısı %1.17 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Amilopektin oranlarına ait ortalamalar Tablo 3.16'da verilmiştir. Tabloda görüldüğü gibi en düşük amilopektin oranı %15.22 ile PI 255738 02/3 hattından, en yüksek amilopektin oranı %64.50 ile PI 182302 04/4 hattından elde edilmiştir. Ortalama amilopektin oranı ise %46.84 olarak belirlenmiştir. Projede kullandığımız standart çeşitler olan Akdarı, Beydarı, çeşitlerinin amilopektin içerikleri sırasıyla %59.29, %51.42 olarak belirlenmiştir

Tablo 3.16. Yerel sorgum hatlarının amilopektin oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Amilopektin (%) | Hatlar | Amilopektin (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 39.96 | PI 177163 03/1 | 45.49 |
| PI 167264 04/5 | 50.42 | PI 176767 05/1 | 37.02 |
| PI 179051 03/3 | 44.95 | PI 176767 06/4 | 57.37 |
| PI 179051 04/4 | 38.96 | PI 177160 02/2 | 44.24 |
| PI 175920 03/3 | 42.15 | PI 177162 03/1 | 46.38 |
| PI 175920 04/4 | 42.76 | PI 170784 02/3 | 54.16 |
| PI 175920 05/5 | 39.92 | PI 171856 01/1 | 50.35 |
| PI 177156 02/4 | 49.97 | PI 179503 01/1 | 23.78 |
| PI 170791 03/1 | 39.03 | PI 179050 02/2 | 56.03 |
| PI 170791 04/3 | 47.36 | PI 177164 05/2 | 51.53 |
| PI 255740 02/3 | 33.24 | PI 170777 01/3 | 62.99 |
| PI 170780 03/1 | 38.52 | PI 177549 02/4 | 58.39 |

| Hatlar | Amilopektin (%) | Hatlar | Amilopektin (%) |
|---|---|---|---|
| PI 170780 04/2 | 41.91 | PI 177161 02/1 | 61.78 |
| PI 170780 05/5 | 39.17 | PI 177161 03/2 | 59.94 |
| PI 170780 06/5 | 40.45 | PI 182302 03/1 | 63.97 |
| PI 255738 02/3 | 15.22 | PI 182302 04/4 | 64.50 |
| PI 204919 02/2 | 51.72 | PI 174377 03/1 | 49.82 |
| PI 173808 03/1 | 44.32 | PI 174377 04/2 | 46.70 |
| PI 173808 04/3 | 35.66 | PI 174377 05/3 | 62.60 |
| PI 182301 02/1 | 44.05 | PI 174379 03/2 | 41.68 |
| PI 182301 03/2 | 38.79 | PI 174382 02/2 | 52.62 |
| PI 170787 02/2 | 46.02 | PI 170799 02/1 | 44.17 |
| PI 170787 03/3 | 52.08 | PI 170799 02/2 | 33.32 |
| PI 177548 01/1 | 53.80 | PI 170799 02/3 | 38.13 |
| PI 177548 02/3 | 51.98 | Akdarı | 59.29 |
| PI 166979 03/1 | 55.43 | Beydarı | 51.42 |
| **Ortalama** | | | 46.84 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 0.89 |

### 3.1.9. Fitik Asit Oranı (%)

Sorgum hatlarının fitik asit oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.17'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre fitik asit oranı bakımından sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur. Değişim katsayısı %2.29 ve fitik asit oranı ortalaması ise %1.16 olmuştur.

Tablo 3.17. Yerel sorgum hatlarının fitik asit oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 0.0792 | 0.0396 | |
| Hat | 51 | 197.6752 | 3.8759 | 5517.70** |
| Hata | 102 | 0.0716 | 0.0007 | |
| Genel | 155 | 197.8261 | | |
| Değişim Katsayısı %2.29 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Fitik asit oranına ait ortalama değerler Tablo 3.18 'de verilmiştir. Tablonun incelenmesinden de anlaşılacağı gibi denemede kullanılan hatların fitik asit içerikleri %0.03 ile %6.15 arasında değişmiş, sorgum hatlarının ortalama fitik asit otalaması ise

%1.16 olarak belirlenmiştir. En düşük fitik asit oranı PI 170787 02/2 hattından, en yüksek fitik asit PI 177161 03/2 hattından elde edilmiştir. Standart çeşitlerin fitik asit oranları %0.03 ile %0.94 olarak belirlenmiş, en düşük fitik asit oranı Akdarı çeşidinden, en yüksek fitik asit oranı ise Beydarı çeşidinden elde edilmiştir.

Tablo 3.18. Sorgum hatlarının fitik asit oranı (%) ortalamaları

| **Hatlar** | **Fitik Asit (%)** | **Hatlar** | **Fitik Asit (%)** |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 0.55 | PI 177163 03/1 | 1.93 |
| PI 167264 04/5 | 0.16 | PI 176767 05/1 | 1.54 |
| PI 179051 03/3 | 1.64 | PI 176767 06/4 | 0.15 |
| PI 179051 04/4 | 0.16 | PI 177160 02/2 | 0.12 |
| PI 175920 03/3 | 1.96 | PI 177162 03/1 | 0.12 |
| PI 175920 04/4 | 3.33 | PI 170784 02/3 | 0.06 |
| PI 175920 05/5 | 2.02 | PI 171856 01/1 | 1.98 |
| PI 177156 02/4 | 0.12 | PI 179503 01/1 | 0.22 |
| PI 170791 03/1 | 1.54 | PI 179050 02/2 | 1.21 |
| PI 170791 04/3 | 1.58 | PI 177164 05/2 | 2.22 |
| PI 255740 02/3 | 0.31 | PI 170777 01/3 | 0.06 |
| PI 170780 03/1 | 0.44 | PI 177549 02/4 | 0.35 |
| PI 170780 04/2 | 0.13 | PI 177161 02/1 | 1.66 |
| PI 170780 05/5 | 0.09 | PI 177161 03/2 | 6.15 |
| PI 170780 06/5 | 0.43 | PI 182302 03/1 | 1.98 |
| PI 255738 02/3 | 1.10 | PI 182302 04/4 | 1.84 |
| PI 204919 02/2 | 0.14 | PI 174377 03/1 | 0.23 |
| PI 173808 03/1 | 1.84 | PI 174377 04/2 | 0.11 |
| PI 173808 04/3 | 1.76 | PI 174377 05/3 | 0.06 |
| PI 182301 02/1 | 1.68 | PI 174379 03/2 | 1.50 |
| PI 182301 03/2 | 2.27 | PI 174382 02/2 | 0.40 |
| PI 170787 02/2 | 0.03 | PI 170799 02/1 | 1.66 |
| PI 170787 03/3 | 3.28 | PI 170799 02/2 | 1.22 |
| PI 177548 01/1 | 1.01 | PI 170799 02/3 | 1.36 |
| PI 177548 02/3 | 1.27 | Akdarı | 0.03 |
| PI 166979 03/1 | 2.23 | Beydarı | 0.94 |
| **Ortalama** | | | 1.16 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 0.04 |

### 3.1.10.Kondanse Tanen Oranı (%)

Sorgum hatlarının kondanse tanen oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.19'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre kondanse tanen oranı bakımından sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur. Değişim katsayısı %1.17 ve kondanse tanen oranı ortalaması ise %2.11 olmuştur.

Tablo 3.19. Yerel sorgum hatlarının kondanse tanen oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 0.0882 | 0.0441 | |
| Hat | 51 | 347.4567 | 6.8128 | 186.35** |
| Hata | 102 | 3.7291 | 0.0365 | |
| Genel | 155 | 351.2741 | | |
| Değişim Katsayısı %1.17 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Kondanse tanen oranına ait ortalama değerleri Tablo 3.20 'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı gibi denemede kullanılan hatların kondanse tanen içerikleri %0.33 ile %5.36 arasında değişmiş, sorgum hatlarının ortalama kondanse tanen oranı ise %2.11 olarak belirlenmiştir. En düşük kondanse tanen oranı PI 177160 02/2 hattından, en yüksek kondanse tanen PI 255738 02/3 hattından elde edilmiştir. Standart çeşitlerin kondanse tanen oranları %0.50 ile %2.45 olarak belirlenmiş, en düşük kondanse tanen oranı Akdarı çeşidinden, en yüksek kondanse tanen oranı ise Beydarı çeşidinden elde edilmiştir.

Tablo 3.20. Sorgum hatlarının kondanse tanen oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Kondanse Tanen (%) | Hatlar | Kondanse Tanen (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 0.58 | PI 177163 03/1 | 0.60 |
| PI 167264 04/5 | 0.63 | PI 176767 05/1 | 2.72 |
| PI 179051 03/3 | 3.06 | PI 176767 06/4 | 3.35 |
| PI 179051 04/4 | 3.27 | PI 177160 02/2 | 0.33 |
| PI 175920 03/3 | 2.38 | PI 177162 03/1 | 3.56 |
| PI 175920 04/4 | 2.11 | PI 170784 02/3 | 0.53 |
| PI 175920 05/5 | 2.41 | PI 171856 01/1 | 4.23 |
| PI 177156 02/4 | 4.64 | PI 179503 01/1 | 2.89 |
| PI 170791 03/1 | 0.53 | PI 179050 02/2 | 3.54 |
| PI 170791 04/3 | 0.52 | PI 177164 05/2 | 0.41 |
| PI 255740 02/3 | 4.24 | PI 170777 01/3 | 2.44 |
| PI 170780 03/1 | 0.36 | PI 177549 02/4 | 1.80 |
| PI 170780 04/2 | 0.68 | PI 177161 02/1 | 3.35 |
| PI 170780 05/5 | 0.39 | PI 177161 03/2 | 3.27 |
| PI 170780 06/5 | 0.39 | PI 182302 03/1 | 1.79 |
| PI 255738 02/3 | 5.36 | PI 182302 04/4 | 1.60 |
| PI 204919 02/2 | 3.63 | PI 174377 03/1 | 0.62 |

| Hatlar | Kondanse Tanen (%) | Hatlar | Kondanse Tanen (%) |
|---|---|---|---|
| PI 173808 03/1 | 2.31 | PI 174377 04/2 | 0.34 |
| PI 173808 04/3 | 1.95 | PI 174377 05/3 | 0.53 |
| PI 182301 02/1 | 0.89 | PI 174379 03/2 | 4.74 |
| PI 182301 03/2 | 0.39 | PI 174382 02/2 | 0.35 |
| PI 170787 02/2 | 3.23 | PI 170799 02/1 | 4.29 |
| PI 170787 03/3 | 3.44 | PI 170799 02/2 | 3.49 |
| PI 177548 01/1 | 1.35 | PI 170799 02/3 | 4.42 |
| PI 177548 02/3 | 2.66 | Akdarı | 0.50 |
| PI 166979 03/1 | 0.37 | Beydarı | 2.45 |
| **Ortalama** | | | 2.11 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 0.31 |

### 3.1.11. Sindirilebilir Protein Oranı

Sorgum hatlarının sindirilebilir protein oranına ait varyans analizi sonuçları Tablo 3.21'de verilmiştir. Varyans analizi sonuçlarına göre sindirilebilir protein oranı bakımından sorgum hatları arasındaki farklar istatistiki olarak %1 ihtimal düzeyinde önemli bulunmuştur. Değişim katsayısı %0.45 ve Sindirilebilir protein ortalaması ise %57.81 olmuştur.

Tablo 3.21. Yerel sorgum hatlarının sindirilebilir protein oranına (%) ait varyans analizi sonuçları

| Varyasyon Kaynakları | Serbestlik Derecesi | Kareler Toplamı | Kareler Ortalaması | F değeri |
|---|---|---|---|---|
| Blok | 2 | 135.8167 | 67.9083 | |
| Hat | 51 | 27070.1257 | 530.7867 | 7678.18** |
| Hata | 102 | 7.0511 | 0.0691 | |
| Genel | 155 | 27212.9936 | | |
| Değişim Katsayısı %0.45 | | | | |
| ** P < 0.01 | | | | |

Sorgum hatlarına ait sindirilebilir protein oranı ortalamaları Tablo 3.22'de verilmiştir. En düşük sindirilebilir protein oranı %12.32 ile PI 179051 03/3 hattından elde edilirken, en yüksek sindirilebilir protein oranı %85.51 ile PI 182301 02/1 hattından elde edilmiştir. Projede kullanılan sorgum hatlarının ortalama sindirilebilir protein oranı %57.81 olarak belirlenmiştir. Çalışmada standart çeşit olarak kullanılan Akdarı ve Beydarı çeşitlerinin ham protein oranları sırasıyla %54.30 ve %53.27 olarak bulunmuştur.

Tablo 3.22. Sorgum hatlarının sindirilebilir protein oranı (%) ortalamaları

| Hatlar | Sindirilebilir Protein (%) | Hatlar | Sindirilebilir Protein (%) |
|---|---|---|---|
| PI 167264 03/2 | 68.72 | PI 177163 03/1 | 77.88 |
| PI 167264 04/5 | 75.39 | PI 176767 05/1 | 52.46 |
| PI 179051 03/3 | 12.32 | PI 176767 06/4 | 48.43 |
| PI 179051 04/4 | 56.92 | PI 177160 02/2 | 72.03 |
| PI 175920 03/3 | 53.03 | PI 177162 03/1 | 47.99 |
| PI 175920 04/4 | 54.17 | PI 170784 02/3 | 47.83 |
| PI 175920 05/5 | 53.38 | PI 171856 01/1 | 57.01 |
| PI 177156 02/4 | 64.52 | PI 179503 01/1 | 43.48 |
| PI 170791 03/1 | 78.15 | PI 179050 02/2 | 48.68 |
| PI 170791 04/3 | 71.04 | PI 177164 05/2 | 57.42 |
| PI 255740 02/3 | 61.03 | PI 170777 01/3 | 55.91 |
| PI 170780 03/1 | 67.33 | PI 177549 02/4 | 26.41 |
| PI 170780 04/2 | 64.62 | PI 177161 02/1 | 59.73 |
| PI 170780 05/5 | 64.97 | PI 177161 03/2 | 61.34 |
| PI 170780 06/5 | 51.58 | PI 182302 03/1 | 65.55 |
| PI 255738 02/3 | 42.29 | PI 182302 04/4 | 69.67 |
| PI 204919 02/2 | 43.00 | PI 174377 03/1 | 66.38 |
| PI 173808 03/1 | 62.87 | PI 174377 04/2 | 72.35 |
| PI 173808 04/3 | 62.75 | PI 174377 05/3 | 69.63 |
| PI 182301 02/1 | 85.51 | PI 174379 03/2 | 59.87 |
| PI 182301 03/2 | 55.02 | PI 174382 02/2 | 59.18 |
| PI 170787 02/2 | 46.38 | PI 170799 02/1 | 41.85 |
| PI 170787 03/3 | 28.67 | PI 170799 02/2 | 64.13 |
| PI 177548 01/1 | 67.83 | PI 170799 02/3 | 59.45 |
| PI 177548 02/3 | 65.45 | Akdarı | 54.30 |
| PI 166979 03/1 | 57.02 | Beydarı | 53.27 |
| **Ortalama** | | | 57.81 |
| **Asgari Önem Farkı** | | | 0.43 |

### 3.2. Tartışma

Besinlerdeki ham protein içeriği besin kalite değerlendirmesi için en önemli kriterlerden biridir (Caballero et al. 1995; Assefa ve Ledin, 2001). Singh et al. (1987) sorgum tanesinde protein içeriğinin %9.90-19.80 arasında, FAO (1995) ve Beta et al. (1995) %7-15 arasında değiştiğini bildirmektedir. Kuru madde ve protein oranlarının çeşitler arasında farklı olması bitkinin genetik yapısından kaynaklandığı gibi olgunlaşma dönemine, sıcaklığa ve gübrelemeye göre değiştiği ifade edilmektedir (Ball et al. 2001). Sorgum tanelerinin kimyasal kompozisyonu ve besleme değeri genotip, iklim, toprak yapısı ve gübreleme gibi faktörler tarafından etkilenmektedir (Ebadi et al. 2005). Ham protein oranları değerleri Kün, (1985), Waniska, (2000), Schober et al.(2007), Fernholz

(2008), Gürbüz ve Davies, (2010), Kaplan ve Kızılşimşek (2012), Liu et al. (2012), Sattler et al. (2014), Aluge et al. (2016), Mertens (2016), Rhodes et al. (2017) ve FAO (2017) ile benzerlikler göstermiştir.

Sorgum proteinlerinin bir kısmını oluşturan Kafirin proteinlerinin (Kafirinler proteinlerin yaklaşık %50-70'ini oluşturur (Duodu et al. 2003)) sindirimi azalttığı ve enerji kullanımını baskıladığı bildirilmektedir. Sorgum kafirinindeki disülfür çapraz bağları mısır proteininden daha büyük olması sindirilebilir protein oranını azaltmaktadır (Salinas et al. 2006; Selle et al. 2010). Evers ve Millar (2002) ve Duodu et al. (2002) tahıl tanesinde protein ve nişasta granülleri çevreleyen hücre duvarlarının sindirim için enzimlerin endosperme erişimi zorlaştırdığını ve bunun tanenin yapısına göre değiştiğini bildirmektedirler. Sorgum tanesindeki sindirebilir protein oranı üzerine nişasta, nişasta olmayan polisakkaritler, lipitler, fitatlar gibi protein yapısında olmayan bileşiklerin sorgum proteinleri ile olan etkileşimleri de etkilidir (Duodu et al. 2003). Sindirilebilir protein oranları sorgum tanesinin tanen ve fenolik miktarına göre de değişmekle birlikte (Hahn et al. 1984; Duodu et al. 2003) farklı tanen içeriğine sahip hatların sindirilebilir protein oranları Rom et al. (1992), Oria et al. (1995a), Oria et al. (1995b), Arbab ve El Tinay (1997), Duodu et al. (2002) ile benzerlikler göstermiştir.

Bitkisel yağ, sadece yaşam için gerekli besin maddeleri içeren yüksek kaliteli insan gıdası ve hayvan yemi sağlamakla kalmaz aynı zamanda belirli klinik anlamda biyoaktif bileşikler de sağlar (Mehmood et al. 2008). Fakat sorgum hatları arasında yağ oranı ve yağ asitleri içeriği bakımından farklılıklar görülmektedir (Rooney ve Waniska, 2000; Mehmood et al. 2008) Bitkilerdeki yağ oranı ve yağ asitleri kompozisyonu sürekli sabit olmayıp; yağ asitleri sentezi genetik, ekolojik, morfolojik, fizyolojik ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değiştiği yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Baydar, 2000). Çalışmadan elde edilen sorgum ham yağ içerikleri Rooney (1978), Neucere ve Sumrell (1980), Adeyeye ve Ajewole (1992), Theurer et al. (1999), Osman vd. (2000), Cherian et al. (2002), Mehmood et al. (2008), Liu et al. (2012), FAO (2016), Mertens (2016) ve Rhodes et al. (2017) ile benzer içerikli olurken bazı hatlar yüksek olmuştur. Çalışmada yüksek ham yağ içeriğine sahip hatların alternatif bir yağ kaynağı olarak kullanılabileceği sonucu da doğmuştur.

Ham kül, kuru maddenin yakılmasından sonra geriye kalan ve yanmayan kısımdan ibaret olup besinin mineral madde içeriğinin göstergesi olarak kabul edilmektedir (Gençtan, 1998). İnsanlar tarafından sentezlenmeleri mümkün olmadığından, mutlaka dışarıdan alınmaları gerekmektedir. Çalışma kapsamında kullanılan tüm sorgum hatlarının ham kül içeriği %5'in altında olmuştur. Çalışma bulguları Akdeniz vd. (2003), Lanzas et al. (2007), Schober et al. (2007), Fernholz (2008), Gürbüz ve Davies, (2010), Kaplan ve Kızılşimşek (2012), Sedghi et al. (2011), Liu et al. (2012), Aluge et al. (2016), FAO (2017) ve Bayer (2017) ile benzerlikler göstermiştir.

Sorgum tanelerinin nişasta oranında; hatlar, kültürel işlemler, çevre ve stres koşulları etkisi önemlidir. Olgunlaşma dönemindeki yüksek sıcaklığın tanedeki nişasta oranının azalttığı bildirilmektedir (Matsuki et al. 2003). Tanenin olgunlaşmasında süt-hamur olum döneminden sonra yüksek lisin içeriğine sahip sorgum hatlarının düşük nişasta ve amiloz içeriğine sahip olmaktadırlar (Ejeta ve Axtell, 1987). Sorgum endosperm matris proteininin rolü ve hücre duvarı bileşenleri nişasta ekstraksiyonu sınırlandırmada bir faktör olup kırmızı (saflık %93.3) ve beyaz (saflık %94.1) sorgum hatlarında da farklılıklar meydana getirmektedir. Liu et al. (2012) tanelerin değirmende öğütülmesinde nişastanın zarar gördüğünü ve nişasta oranını değiştirdiğini bildirmektedir. Bu durum sade çeşitlerin arasında farklılığı değil aynı zamanda çalışanların nişasta ekstraksiyonunda da farklılığa neden olmaktadır. Liu et al. (2012) 160 sorgum hattı üzerinde yapılan çalışmada, sorgumda nişastanın %55.6 ile %75.2 arasında değiştiğini Buffo et al. (1998) ve Fernholz, (2008), %66 ile %73 arasında, Boudries et al. (2009) ve Zhang et al. (2003) ise %60-80 arasında değiştiğini göstermiştir. Nişasta içeriklerimiz Elkhalifa et al. (2004), Salinas et al. (2006), Liu et al. (2012), FAO (2017) ve Rhodes et al. (2017) ile de benzerlik göstermiştir.

Sorgum tanelerinde bulunan dirençli nişasta (RS), tanen ve fenoller sindirimi azaltıcı etkiye sahiptir (Jenkins et al. 2008; Hendrich, 2010). Nişasta direnci, birkaç faktöre bağlı olabilir. Dirençli nişasta üç tipe ayrılır: RS1 (fiziksel olarak erişilemez), RS2 (Yapısal olarak dayanıklı granüller) ve RS3 (retrograd nişasta) (Englyst et al. 1982). Bu üç türün miktarına ve direncine çevre, tür ve gıda üretim prosedürü (ısı, su vb.) etki etmektedir (Carvalho Teixeira et al. 2016). Sorgum tanelerinde bulunan tanen ve diğer fenolikler dirençli nişata miktarına etki etmekte ve beyaz ve renkli tohum rengine sahip çeşitler arasında farklılıklar gözlemlenmektedir (Lemlioglu-Austin et al. 2012). Dirençli

nişastanın sindirimi azaltmasından dolayı istenmemesine rağmen sağlıklı gıda üretiminde arzulanan bir durumdur. Niba ve Hoffman (2003) tarafından yapılan bir araştırmada, RS içeriği sorgumda 6.46 ± 2.0 g/100 g, Saravanabavan vd. (2013) ise 3 farklı sorgumdaki 3,4 ve 4,3 g / 100 g RS arasındaki değerleri elde etmişlerdir. Khan et al. (2013) ise beyaz ve kırmızı sorgumda sırasıyla 2.21 ± 0.06 g/100 g ve 2.95 ± 0.15 g/100 g RS içeriği belirlemiştir. Dirençli nişasta içeriklerimiz Niba ve Hoffman (2003), Elkhalifa et al. (2004), Lemlioglu-Austin et al. (2012) ile benzerlik göstermektedir. Artan dirençli nişasta miktarı dirençli olmayan nişasta (NRS) miktarında azalmalara neden olmaktadır.

Teknolojik açıdan amilozun emülgatörler (monogliseritler, sukroz esterleri vb.) ile oluşturduğu kompleksler fırıncılık ürünleri endüstrisinde bayatlamayı önleyici ve hamur iyileştirici ajanlar olarak kullanılmaları açısından oldukça önemlidir. Sorgum tanelerindeki amiloz içeriği hatta ve çevreye göre büyük farklılıklar göstermektedir (Beta ve Corke, 2001). Sorgum tanelerinin fenolik içeriğini gösteren tane rengi ve yetişme dönemindeki nem amiloz içeriği etkilemektedir (Boudries et al. 2009). Amiloz içeriğinin Beta et al. (2001) %21 ile %34 arasında, Benmoussa et al. (2006) %19.2 ile %22.4 arasında, Beta ve Corke (2001) %20.9 ile %30.2 arasında Liu et al. (2012) %22.06 ile %28.46 arasında, Udachan et al. (2012) % 12.96 ile %18.72 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. FAO (1995) yapılan çalışmada 160 hattın amiloz oranının ortalamasının %26.9 olduğunu bildirmiştir. Sonuçlarımız yukarıdaki çalışmaların bulguları ile benzerlik göstermiştir. Tanelerdeki amilopektin içeriğinin botanik kaynağına, iklim ve toprak koşullarına ve tanenin gelişime göre değiştiği bildirilmektedir (Singh et al. 2006). Boudries et al. (2009) beyaz sorgumlarda amilopektin oranının %72.9, renkli sorgumlarda ise %75.2 olduğunu bildirmişlerdir. Udachan et al. (2012) amilopektin oranının %81.28 ile %89.20 arasında, Salinas et al. (2006) %25.28 ile %28.26 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Bu değerler çalışmamızda kullandığımız hatlardan daha yüksek amilopektin oranına sahip olmuştur. Farklılığın çeşit özelliğinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Amiloz oranlarımız Dicko et al. (2006), Boudries et al. (2009) ve Shegro et al. (2012) ile uyumluluk göstermektedir.

# 4. BÖLÜM

# SONUÇ VE ÖNERİLER

Kullanılan hatların ham protein oranları %6.57 ile %13.17 arasında değişmiştir. Kullanılan standart çeşitlerden Beydarı'nın ham protein oranı %8.34 Akdarının ham protein oranı ise %8.38 olarak bulunmuştur. 16 tane hattın ham protein oranı en yüksek ham protein değerine sahip Akdarı çeşidinden daha yüksek çıkmıştır. Hatların ham yağ oranları %2.35 ile %5.60 arasında değişmiştir. Standart çeşitlerden en yüksek ham yağ değeri Beydarı çeşidinden (%4.00) elde edilmiştir. Denemede kullanılan hatlardan 23 tanesinin ham yağ oranı Beydarı çeşidinden daha yüksek değerde bulunmuştur. Hatların ham kül içerikleri %0.80 ile %3.69 arasında değişmiştir. Amiloz/amilopektin oranını yükselterek glisemik indeksin (GI) düşmesini sağlayan (Jenner ve Gibson. 2015) dirençli nişasta miktarı %0.34 ile %25.45 arasında değişmiştir. Dirençli olmayan nişasta oranı %18.69 ile %74.55 arasında değişmiştir. Toplam nişasta oranı %22.12 ile %74.70 arasında değişmiştir. Nişastayı oluşturan iki homopolimer olan amiloz ve amilopektin oranları ise sırasıyla %5.81-%32.80 ve %15.22-%64.50 arasında değişmiştir. Hatların fitik asit oranları ise %0.03-% 6.15 arasında değişmiştir. En düşük oran %0.03 ile Akdarı çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek oran ise %6.15 ile PI 177161 03/2 hattından elde edilmiştir. Hatların kondanse tanen oranları %0.33 ile %5.36 arasında değişmiştir. Denemede kullanılan standart çeşitlerin kondanse tanen oranları Akdarı %0.50 Beydarı ise %2.45 olarak bulunmuştur. Hatlar arasındaki en düşük sindirilebilir protein %12.32 ile PI 179051 03/3 hattından en yüksek sindirilebilir protein oranı ise %85.51 ile PI 182301 02/1 hattından elde edilmiştir. Standart çeşitlerden Akdarı ve Beydarının sindirilebilir protein oranı sırasıyla %54.30 ve %53.27 olarak bulunmuştur.

Yapılan çalışmanın sonuçlarına göre yem özellikleri yönünden standart çeşitlerden üstün özelliklere sahip birçok hat belirlenmiştir. Bu üstün özelliklere sahip hatlar doğrudan tarla tarımına dahil edilebilir. Ayrıca bu hatlar ileride yapılacak ıslah

çalışmalarında hedeflenen özellik yönünden anaç olarak kullanılabilecektir. Bu hatların farklı iklim ve toprak koşullarında performansları test edilerek verim ve kalite yönünden üstün oldukları bölgelere göre tarımının tavsiye edilmesi daha uygun olacaktır. Sorgum bitkisi kuraklık ve tuz gibi stres koşullarına dayanıklılığı bilenen bir bitki olması yanında bu özelliklerin hatlara göre farklılık gösterdiği bilinmektedir. İleride yapılacak çalışmalarda bu projede üstün özelliklere sahip hatlar bu stres koşullarına dayanıklılık oranlarının belirlenmesi önerilmektedir.

# KAYNAKÇA


Adeyeye, A., Ajewole K. 1992. ‘‘Chemical Composition and Fatty Acid Profiles of Cereals in Nigeria’’, **Food Chemistry, 44**: 41-44.

Afify, A. E. M. M. R., El-Beltagi, H. S., Abd El-Salam, S. M. and Omran, A. A. (2012). Protein solubility, digestibility and fractionation after germination of sorghum varieties. PLoS ONE 7:e31154.

Akdeniz, H., Karslı, M.A., Nursoy, H., Yılmaz, İ. 2003. ‘‘Tane Sorgum Çeşitlerinin Besin Madde Kompozisyonu ve Sindirilebilir Kuru Madde Veriminin Belirlenmesi’’ **Turk J Vet Anim Sci, 27**: 1349-1355.

Al-Mamary, M., Al-habori, M., Al-Aghbari, A., Al-Obeidi, A. 2001. ‘‘In vivo Effects of Dietary Sorghum Tannins on Rabbit Rigestive Enzymes and Mineral absorption’’, **Nutrition Research 21**: 1393-1401.

Aluge, O.O. Akinola, S.A., Osundahunsi, O.F., 2016. ‘‘Effect of Malted Sorghum on Quality Characteristics of Wheat-Sorghum-Soybean Flour for Potential Use in Confectionaries’’ **Food and Nutrition Sciences, 7**: 1241-1252.

Anonim, 2015. **‘http://www2.bayar.edu.tr/muhendislik/gida/docs/databank/-oligove% 20polisak karitler.pdf’** Erişim Tarihi: 06.04.2015.

Arbab, M.E., El Tinay, A.H. 1997. ‘‘Effect of Cooking and Treatment with Sodium Bisulphite or Ascorbic Acid on the İn vitro Protein Digestibility of two Sorghum Cultivars’’, **Food Chemistry, 59**: 339–343.

Assefa, G. ve Ledin, I. 2001. ‘‘Effect of Variety, Soil Type and Fertilizer on the Establishment, Growth, Forage Yield, Quality and Voluntary İntake by Cattle of Oats and Vetches Cultivated in Pure Stand and Mixtures’’, **Animal Feed Sci. Technol., 92**: 95-111.

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1990. Official Method of Analysis. 15th. ed. Washington, DC, USA, 66-88.

Awika, J. M., Rooney, L. W. 2004. ‘‘Sorghum Phytochemicals and Their Potential İmpact on Human Health’’, **Phytochemistry, 65**: 1199–1221.

Awika, J. M., Rooney, L. W., Wu, X., Prior, R. L., Cisneros-Zevallos, L. (2003). Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum (Sorghum bicolor) and sorghum products. **Journal of agricultural and food chemistry, 51**(23), 6657-6662.

Bach-Knudsen, .K.E., Munck, L. 1985. ‘‘Dietary Fibe Contents and Compositions of Sorghum and Sorghum-Based Foods’’, **Journal of Cereal Science, 3**: 153–164.

Ball, D.M., Collins, M., Lacefield, G.D., Martin, N.P., Mertens, D.A., Olson, K.E., Putnam, D.H., Undersander, D.J. ve Wolf, M.W. 2001. ‘‘Understanding Forage Quality’’, American Farm Bureau Federation Publication, Park Ridge, IL.

Barros, F., Awika, J. M. and Rooney, L. W. (2012). Interaction of tannins and other sorghum phenolic compounds with starch and effects on in vitro starch digestibility. **J. Agric. Food Chem. 60**:11609–11617.

Baydar, H. 2000. ‘‘Bitkilerde Yağ Sentezi, Kalitesi ve Kaliteyi Artırmada Islahın Önemi’’, **Ekin Dergisi, 11**: 50-57.

Bayer, S. 2017. Sorghum in Poultry Production Feeding Guide, **https://www.grains.org/sites/default/files/technical-publications/pdfs/-Sorghum_ Poultry_Feeding_Handbook.pdf.** (Mayıs 2018)

Bean, B., Mccollum, T., Pietsch, D., Rowland, M., Porter, B., And Vanmeter, R. 2002. ‘‘Texas Panhandle Forage Sorghum Silage Trial’’, The Agriculture Program of Texas A&M University System, **http://soilcrop.tamu.edu/publications/pubs/910465silage.pdf**(Mayıs 2018)

Belton, P.S., Delgadillo, I., Halford, N.G., Shewry, P.R. 2006. ‘‘Kafirin Structure and Functionality’’, **J Cereal Sci, 44**(3):272–86.

Benmoussa, M., Suhendra, B., Aboubacar, A., Hamaker, B. R. 2006. Distinctive Sorghum Starch Granule Morphologies Appear to İmprove Raw Starch Digestibility, **Starch (Stärke), 58**: 92–99.

Beta, T., Corke, H. 2001. Noodle Quality as Related to Sorghum Starch Properties, **J. Cereal Sci., 34**: 261-268.

Beta, T., Rooney L.W. and Waniska, R.D. 1995. Malting Characteristics of Sorghum cultivars, **Cereal Chem., 72**: 533-538.

Biliaderis, C. G.; Zawistowski, J. Viscoelastic behavior of aging starch gels: effects of concentration, temperature, and starch hydrolysates on network properties. **Cereal Chem. 1990**, 240– 245.

Blake, L. H., Jenner, C. F., Barber, A. R., Gibson, R. A., O'neill, B. K., & Nguyen, Q. D. (2015). Effect of waxy flour blends on dough rheology and bread quality. **International Journal of Food Science & Technology, 50**(4), 926-933.

Borrell, A.K., Hammer, G.L., Henzell, R.G. 2000. Does Main-Taining Green Leaf Area in Sorghum Improve Yield Under Drought?, **II. Dry Matter Production and Yield Crop Science, 40**: 1037–1048.

Boudries, N., Belhaneche, N., Nadjemi, B., Deroanne, C., Mathlouthi, M., Roger, B., Sindic, M. 2009. Physicochemical and Functional Properties of Starches from Sorghum Culti vated in the Sahara of Algeria, **Carbohyd. Polymers, 78**: 475-480

Buffo, R.A., Weller, C.L., Parkhurst, A.M., 1998. Relationships Among Grain Sorghum Quality Factors, **Cereal Chemistry, 75**: 100-104.

Buyken, A.E., Mitchell, P., Ceriello, A., Brand-Miller, J. (2010). ‘‘Optimal dietary approaches for prevention of type 2 diabetes: A life-course perspective’’, **Diabetologia, 53**(3): 406–418.

Caballero, A.R., Goicoechea-Oicoechea, E.L. ve Hernaiz-Ernaiz, P.J. 1995. Forage Yields and Quality of Common Vetch and Oat Sown at Varying Seeding Ratios and Seeding Rates of Vetch’’, **Field Crops Res., 41**: 135-140.

Carvalho Teixeira, N., Vieira Queiroz, V.A., Rocha, M.C. et al. 2016. Resistant starch content among several sorghum (*Sorghum bicolor*) genotypes and the effect of heat treatment on resistant starch retention in two genotypes, **Food Chemistry, 197**: 291–296.

Chen, F., Cole, P., M.İ., Z.B., Xing, L.Y. 1993. Corn and Wheat-Flour Consumption and Mortality from Esophageal Cancer in Shanxi, China, **International Journal of Cancer, 53**: 902–906.

Cherian, G., Selvaraj, R.K., Goeger, M.P., Stitt, P.A. 2002. Muscle Fatty Acid Composition and Thiobarbituric Acid-Reactive Substances of Broilers Fed Different Cultivars of Sorghum, **Poultry Science, 81**: 1415–1420.

Chibber, B.A.K., Mertz, E.T., Axtell, J.D., 1980. In vitro Digestibility of High-Tannin Sorghum at Different Stages of Dehulling., **Journal of Agricultural and Food Chemistry, 28**: 160-161.

Chiu, C.J., Liu, S.M., Willett, W.C., Wolever, T.M. S., Brand-Miller, J.C., Barclay, A.W., 2011. Informing Food Choices and Health Outcomes by Use of the Dietary Glycemic İndex, **Nutrition Reviews, 69**(4): 231–242.

Ciacci, C., Maiuri, L., Caporaso, N., Bucci, C., Del Giudice, L., Massardo, D.R., Pontieri, P., Di Fonzo, N., Bean, S.R., Ioerger, B., Londei, M. 2007. Celiac Disease: In vitro and In vivo Safety and Palatability of Wheat-Free Sorghum Food Products, **Clin Nutr, 26**(6):799–805.

Correia, I., Nunes, A., Barros, A. S. and Delgadillo, I. (2008). Protein profile and malt activity during sorghum germination. **J. Sci. Food Agr. 88**:2598–2605.

Cousins, B.W., Tanksley, T.D., Knabe, D.A., Zebrowska, T. 1981. Nutrient Digestibility and Performance of Pigs Fed Sorghums Varying in Tannin Concentration, **Journal of Animal Science 53**: 1524–1529.

Da Silva, L. S., Taylor, J., & Taylor, J. R. (2011). Transgenic sorghum with altered kafirin synthesis: kafirin solubility, polymerization, and protein digestion. **Journal of agricultural and food chemistry, 59**(17), 9265-9270.

Dağ Bayraktar, A., Akbulut, G. 2013. Diabetes mellitus'un tıbbi beslenme tedavisinde fitik asit: faydalı mı? zararlı mı? **Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi/Gümüşhane University Journal of Health Sciences, 2**(1): 150.

de Morais Cardoso, L., Pinheiro, S. S., Martino, H. S. D., & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2017). Sorghum (Sorghum bicolor L.): Nutrients, bioactive compounds, and potential impact on human health. **Critical reviews in food science and nutrition, 57**(2), 372-390.

Dicko, M.H., Gruppen, H., Traoré, A.S., Voragen, A.G.J. and Van Berkel, W.J.H. 2006. Sorghum grain as human food in Africa: relevance of content of starch and amylase activities, **African Journal of Biotechnology, 5**(5): 384-395.

Doggett, H. 1998. Sorghum'', 2nd Ed John Wiley and Sons, Inc., New York.

Duke, J.A. 1983. Handbook of Energy Crops., **www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Sorghum_bicolor.html**.

Duodu, K.G., Nunes, A., Delgadillo, I., Parker, M.L., Mills, E.N.C., Belton, P.S., Taylor, J.R.N. 2002. Effect of Grain Structure and Cooking on Sorghum and Maize in vitro Protein Digestibility, **J Cereal Sci, 35**(2):161–174.

Duodu, K.G., Taylor, J.R.N., Belton, P.S., Hamaker, B.R. 2003. Factors Affecting Sorghum Protein Digestibility, **Journal of Cereal Science, 38**(2): 117–131.

Earp, C. F., McDonough, C. M. and Rooney, L. W. (2004). Microscopy of Pericarp Development in the Caryopsis of *Sorghum bicolor* (L.) Moench. **J. Cereal Sci. 39**:21–27.

Ebadi, M.R., Pourreza, J., Jamalian, J., Edriss, M.A., Samie, A.H., Mirhadi, S.A. 2005. Amino Acid Content and Availability in Low Medium and High Tannin Sorghum Grain for Poultry, **International Journal of Poultry Science, 1**: 27–31.

Ejeta, G., Axtell, J.D. 1987. Dry-matter accumulation and carbohydrate composition in developing normal- and high-lysine sorghum grain, **J Agric Food Chem., 35**: 981-985.

Elkhalifa, A.E.O., Schiffler, B. Bernhard, R. 2004. Effect of fermentation on the starch digestibility, resistant starch and some physicochemical properties of sorghum flour, **Nahrung/Food, 48**(2): 91-94.

ELKhier, M. K. S. and Abd-ALRaheem, A. A. (2011). Effect of fermentation period on the chemical composition, in vitro protein digestibility and tannin content in two Sorghum cultivars (Dabar and Tabat) in Sudan. **J. Appl. Biosci. 39**:2602–2606.

Ellis, E.B. 1972. ‘‘Morphological characteristics in relation to seed deterioration in sorghum’’ M.S. Thesis, Texas A&M University, College Station, TX.

Englyst, H.N., Wiggins, H.S., Cummings, J.H. 1982. Determination of the nonstarch polysaccharides in plant foods by gasliquid chromatography of constituent sugars as alditol acetates. **Analyst, 107**(1272): 307-318.

Englyst, K., Vinoy, S., Englyst, H., Lang, V. 2003. ‘‘Glycaemic index of cereal products explained by their content of rapidly and slowly available glucose’’, **British Journal of Nutrition, 89**(3): 329–339.

Evers, T., Millar, S. 2002. Cereal grain structure and development: some implications for quality, **Journal of Cereal Science, 36**: 261–284.

Ezeogu, L. I., Duodu, K. G. and Taylor, J. R. N. (2005). Effects of endosperm texture and cooking conditions on the in vitro starch digestibility of sorghum and maize flours. **J. Cereal Sci. 42**:33–44.

Ezeogu, L.I., Duodu, K.G., Emmambux, M.N., Taylor, J.R.N. 2008. Influence of cooking conditions on the protein matrix of sorghum and maize endosperm flours, **Cereal Chem., 85**(3):397–402.

FAO, 1995. Le sorgho et les mils dans la nutrition humaine, Consulted, 15.06.2005.

FAO, 2011**. http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor**. (Mayıs 2018)

FAO, 2016. Sorghum and millet in human nutrition, FAO. Food and Nutrition Series, Rome, Italy**. http://www.fao.org/docrep/t0818e/T0818E0b.htm**(Mayıs 2018)

FAO, 2017. FAO Corporate Document Repository. Sorghum and millets in human nutrition, **http://www.fao.org/docrep/t0818e/T0818E0b.htm**(Mayıs 2018)

Fasano, A., Berti, I.l., Gerarduzzi, T., Not, T., Colletti, R.B, Drago, S., Elitsur, Y., Greetn, P.H.R., Guandalini, S., Hill, I.D., Pietzak, M., Ventura, A., Thorpe, M., Kryszak, DB., Fornaroli, F., Wasserman, S.S., Murray, J.A., Horvath K. 2003. Prevalence of celiac disease in at-risk and not-at-risk groups in the United States **Arch Int Med, 163**(3):286–92.

Featherson, W.R., Rogler, J.C., 1975. Influence of tannin on the utilization of sorghum grain by rats and chickens, **Nutrition Reports International, 11**: 491–497.

Fenster, C., 2003. White food sorghum in the American diet, In: US Grains Council 43rd Board of Delegates' Meeting, July 2003, Minneapolis, MN. Available from **http://www.grains.org/news/ latest_news/43_delegates_meeting_updates-.html.**

Fernholz, M.C., 2008. ''Evaluation of four sorghum hybrids through the development of sorghum flour tortillas'' Master thesis, Available on line: ''**http://krex.k-state. edu/dspace/bitstream/2097/729/1/MaryFernholz2008.pdf.**

Fredriksson, H.; Silverio, J.; Andersson, R.; Eliasson, A. C.; Aman, P. (1998) The influence of amylose and amylopectin characteristics on gelatinization and retrogradation properties of different starches. **Carbohydr. Polym.,** 119–134.

Frühbeck, G., Alonso, R., Marzo, F., Santidrian, S. 1995. A modified method for indirect quantitative analysis of phytate in foodstuffs, **Analytial Biochemistry, 72**: 248-254.

Gençtan, T. 1998. Agricultural Ecology (Tarımsal Ekoloji), Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Yayınları, Tekirdağ, Türkiye.

Gosse, G. 1995. Rendement Energetique Et Bilan De CO2 D'une Culture, C.R. Acad. **Agric. Fr. 81** (5): 93-107.

Grassi, G. 2001. Sweet Sorghum: One of the best world food-feed-energy crop. **www.etaflorence.it/Pdfs/Brochure/LAMNETsweetsorghum.pdf**(Mayıs 2018)

Grenier, C., Bramel-Cox, P.J., Noirot, M., Prasada Rao, K.E., Hamon, P. 2000. Assessment of genetic diversity in three subsets constituted from the ICRISAT sorghum collection using random vs. non-random sampling procedures, A. Using morpho-agronomical and passport data. **Theor Appl Genet 101**:190–196.

Gurbuz, Y. Davies, D.R. 2010. Organic Matter Digestibility and Condensed Tanin Content of Hybrid Sorghum, **Animal Nutrution and Feed Tecnology. Volume 10**, Issue: 1.

Hahn, D.H., Rooney, L.W., Earp, C.F., 1984. Tannins and phenols of sorghum, **Cereal Foods World, 29**: 776-779.

Hahn, D.H., Rooney, L.W., Faubion, J.M., 1983. ''Sorghum phenolic acids, their HPLC separation and their relation to fungal resistance'', **Cereal Chemistry, 60**: 255–259.

Hendrich, S. 2010. ''Battling obesity with resistant starch'' **Food Technol., 64**: 22–30.

Henzell, R.G., Brengman,R.L., Fletcher, D.S. Mccosker, A.N., 1992. ''Relationships Between Yield and Nonsenescence (stay-green) in Some Grain Sorghum Hybrids Grown Under Terminal Drought Stress'' 355–358. In M.A. Foale et al. (ed.). Proceedings of the Second Australian Sorghum Conference, Gatton. 4–6 Feb. 1992. Occasional Publication No. 68. **Australian Institute of Agricultural Science**, Melbourne.

Hill, H., Lee, L.S., Henry, R.J. 2012. ''Variation in sorghum starch synthesis genes associated with differences in starch phenotype'', **Food Chemistry, 131**:175–183.

House, L.R. 1985. Aguide to sorghum breeding, second edition ed. International Crop research Institute fort he Semi Arid Tropics, Parancheru, India.

IBPGR and ICRISAT. 1993. ‘‘Descriptors for sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]’’, International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy; International Crops. Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, India. India, pp. 508

Isaacson, C. (2005). The change of the staple diet of black South Africans from sorghum to maize (corn) is the cause of the epidemic of squamous carcinoma of the oesophagus. **Med. Hypotheses 64**:658–660.

Jambubathan, R., Mertz, E.T. 1973. ‘‘Relationship between tanin levels, rat growth and distribution of proteins in sorghum’’, **Journal of Agricultural and Food Chemistry, 21**: 692–696.

Jambunathan, R. Subramanian, V. 1988. ‘‘Grain quality and utilization of sorghum and pearl millet’’, In Biotechnology in tropical crop imrovement. Proceedings of the International Biotechnology Workshop Patancheru, India, 12-15 Jouary 1987, pp: 133-139. Patancheru, India.

Jane, J.; Chen, Y. Y.; Lee, L. F.; McPherson, A. E.; Wong, K. S.; Radosavljevic, M.; Kasemsuwan, T. Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gel and pasting properties of starch. Cereal Chem. 1999, 629–637

Jane, J-L. "Effect of amylose molecular size and amylopectin branch chain length on paste properties of starch." **Cereal Chem.69** (1992): 60-65.

Jenkins, D.J.A., Kendall, C.W.C., McKeown-Eyssen, G., Josse, G.R., Silverberg, G.J., Booth, G.L., Vidgen, J., Nguyen, E.A.R., Corrigan, T.H., Banach, M.S. vd. 2008. ‘‘Effect of a Low-Glycemic Index or a High-Cereal Fiber Diet on Type 2 Diabetes’’, A Randomized Trial. **J. Am. Med. Assoc., 300**: 2742-2753.

Kaplan, M., Kızılşimşek, M. 2012. ‘‘Farklı tane sorgum *(Sorghum bicolor* L.*)* hat ve çeşitlerinin besleme değerlerinin belirlenmesi’’, **Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 28**(1): 11-14.

Khan, I., Yousif, A., Johnson, S.K., Gamlatha, S. 2013. ‘‘Effect of sorghum flour addition on resistant starch content, phenolic profile and antioxidant capacity of durum wheat pasta’’, **Food Research International, 54**(1): 578–586.

Kimber, C.T. 2000. ‘‘Origins of Domesticated Sorghum and Its Early Diffusion to India and China’’, pp. 3-96. In C.W. Smith, R. A. Frederiksen (Eds.) Sorghum: Origin, History, Technology, And Production. Wiley Series in Crop Science, New York.

Klopfenstein, C.F., Hoseney, R.C. 1995. ‘‘Nutritional Properties of Sorghum and the Millets’’, in: Dendy, D.A.V., (Ed.), Sorghum and Millets:Chemistry and Technology, **American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN**, pp. 125–168.

Kün, E. 1985. ‘‘Sıcak İklim Tahılları’’, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayınevi, Ankara. 1985.

Lanzas, C., Fox, D.G., Pell, A.N. 2007. ‘‘Digestion kinetics of dried cereal grains’’, **Animal Feed Science and Technology, 136**: 265–280.

Lee, A.R., Ng DL, Zivin, J., Green, P.H.R. 2007. ‘‘Economic burden of a gluten-free diet’’, **J Hum Nutr Diet, 20**(5):423–30.

Lemlioglu-Austin, Dilek., Turner, N.D., McDonough, C.M., Rooney, L.W. 2012. ‘‘Effects of Sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] Crude Extracts on Starch Digestibility, Estimated Glycemic Index (EGI), and Resistant Starch (RS) Contents of Porridges’’, **Molecules, 17**: 11124-11138.

Li, R., Zhang, H., Zhou, X., Guan, Y., Yao, F., Song, G., Wang, J., Zhang, C., 2010. ‘‘Genetic diversity in Chinese sorghum landraces revealed by chloroplast simple sequence repeats’’, **Genet Resour Crop Evol, 57**: 1–15.

Lin, B.B., Chen, H.L., Huang, P.C., 1986. ‘‘Effects of instant Pauchong tea, catechin, and caffeine on serum-cholesterol and serum lowdensity lowdensity-lipoprotein in mice’’, **Nutrition Reports International, 34**: 821–829.

Liu, L., Herald, T.J., Wang, D., Wilson, J.D., Bean, S.R., Aramouni, F.M. 2012. ‘‘Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system’’, **Journal of Cereal Science, 55**: 31-36.

Lizardo, R., Peiniau, J., Aumaitre, A. 1995. ‘‘Effect of sorghum on performance, digestibility of dietary-components and activities of pancreatic and intestinal enzymes in the weaned piglet’’, **Animal Feed Science and Technology 56**: 67–82.

Martino, H. S. D., Tomaz, P. A., Moraes, E. A., Conceic, L. L., Oliveira, D. S., Queiroz, V. A. V., Rodrigues, J. A. S., Pirozi, M. R., Pinheiro-Sant'Ana, H. M. and Ribeiro, M. R. (2012). Chemical characterization and size distribution of sorghum genotypes for human consumption. **Rev. Inst. Adolfo. Lutz. 71**:337–344.

Matsuki, J., Yasui, T., Kohyama, K., Sasaki, T. 2003. ''Effects of environmental temperature on structure and gelatinisation properties of wheat starch'', **Cereal Chemistry, 80**(4): 476-480.

Megazyme, 1973. **''http://secure.megazyme.com/downloads/en/data/KTSTA**'' pdf Cooper, G.R., CRC Crit Rev. **Clin Lab. Sci. 4**: 101. (Mayıs 2018)

Mehmood, S., Orhan, I., Ahsan, Z., Aslan, S., Gulfraz, M. 2008. ''Fatty acid composition of seed oil of different Sorghum bicolor varieties'', **Food Chemistry**, 109: 855–859.

Menke, K.H., Steingass, H. 1988. ''Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid'', **Anim. Res. Dev., 28**: 7–55.

Mertens, D.R. 2016. Measuring fiber and its effectiveness in ruminant diets. ''**http://blogs.cornell.edu/cncps/files/2014/06/MertensPNC2002-280-goex.pdf'**'(Mayıs 2018)

Miles, M. J.; Morris, V. J.; Ring, S. G. Gelation of amylose. Carbohydr. Res. 1985, 257–269.

Mintel: food allergies and intolerance-US-April 2007 [Internet]. Chicago, Ill.: Mintel Intl. Group Ltd.; c2009. Available from: **http://academic.mintel.com.er.lib.k-state.edu**. Accessed 2009 October 13. (Mayıs 2018)

Mkandawire, N. L., Kaufman, R. C., Bean, S. R., Weller, C. L., Jackson, D. S. and Rose, D. J. (2013). Effects of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tannins on a-amylase activity and in vitro digestibility of starch in raw and processed flours. **J. Agric. Food Chem. 61**:4448–4454.

Mokrane, H., Amoura, H., Belhaneche-Bensemra, N., Courtin, C. M., Delcour, J. A. and Nadjemi, B. (2010). Assessment of Algerian sorghum protein quality

[*Sorghum bicolor* (L.) Moench] using amino acid analysis and in vitro pepsin digestibility. **Food Chem. 121**:719–723.

Moraes, É. A., Queiroz, V. A. V., Shaffert, R. E., Costa, N. M. B., Nelson, J. D., Ribeiro, S. M. R., & Martino, H. S. D. (2012). In vivo protein quality of new sorghum genotypes for human consumption. **Food chemistry, 134**(3), 1549-1555.

Muriu, J.I., Njoka-Njiru, E.N., Tuitoek, J.K., Nanua, J.N., 2002. ‘‘Evaluation of sorghum (*Sorghum bicolor*) as replacement for maize in the diet of growing rabbits (*Oryctolagus cuniculus*)’’, **Asian-Australian Journal of Animal Science, 15**: 565–569.

Murty, D.S., Kumar, K.A. 1995. ‘‘Traditional uses of sorghum and millets’’, In: Dendy, D.A.V., (Ed.), Sorghum and Millets: Chemistry and Technology, American Association of Cereal Chemists, St Paul, MN, pp. 185–221.

Neucere, N.J., Sumrell, G. 1980. Chemical composition of different varieties of grain sorghum, **J Agric Food Chem, 28**:19-21.

Niba, L.L., Hoffman, J. 2003. ‘‘Resistant starch and b-glucan levels in grain sorghum (*Sorghum bicolor* M.) are influenced by soaking and autoclaving’’, **Food Chemistry, 81**(1): 113–118.

Oria, M.P., Hamaker, B.R. and Shull, J.M. 1995a. In vitro protein digestibility of developing and mature sorghum grain in relation to α-, β- and γ-kafirin disulphide crosslinking. **Journal of Cereal Science 22**: 85–93.

Oria, M.P., Hamaker, B.R. and Shull, J.M. 1995b. ‘‘Resistance of sorghum α-, β- and γ-kafirins to pepsin digestion’’ **Journal of Agricultural and Food Chemistry 43**: 2148– 2153.

Osman, R.O., Abd El Gelil, F.M., El-Noamany, H.M., Dawood, M.G. 2000. ‘‘Oil content and fatty acid composition of some varieties of barley and sorghum grains’’, **Grasas y Aceites, 51**(3): 157-162.

Paterson, A. H., Bowers, J. E., Bruggmann, R., Dubchak, I., Grimwood, J., Gundlach, H., & Schmutz, J. (2009). The *Sorghum bicolor* genome and the diversification of grasses. **Nature, 457**(7229), 551.

Pranoto, Y., Anggrahini, S. and Efendi, Z. (2013). Effect of natural and Lactobacillus plantarum fermentation on in-vitro protein and starch digestibilities of sorghum flour. **Food BioSci. 2**:46–52

Radhika Reddy, K. 1994. Viscoelastic properties of rice-flour pastes and their relationship to amylose content and rice quality. **Cereal Chemistry 71**.6: 548-552.

Rajvanshi, A.K., Nimbkar, N. 2001. Sweet sorghum research and development at the Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI)'' Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), P.O. Box 44, PHALTAN-415 523, Maharashtra, India. ''**http://nariphaltan.virtualave.net/sorghum.htm.**'' (Mayıs 2018)

Rhodes, D.H., Hoffmann, Jr., Rooney, L., Herald, W.L., Bean, T.J., Boyles, S., Brenton, R., Z.W. Kresovich, S. 2017. ''Genetic architecture of kernel composition in global sorghum germplasm'', BMC Genomics, 18:15

Rom, D.L., Shull, J.M., Chandrashekar, A., Kirleis, A.W. 1992. ''Effects of cooking and treatment with sodium bisulfite on in vitro protein digestibility and microstructure of sorghum flour'', **Cereal Chemistry, 69**: 178–181.

Rooney, L. and Pflugfelder, R. (1986). Factors affecting starch digestibility with special emphasis on sorghum and corn. **J. Animal Sci. 63**:1607–1623.

Rooney, L.W. 1978. ''Sorghum and pearl millet lipids'', **Cereal Chemistry, 55**(5): 584-590.

Rooney, L.W., 2001. ''Food and nutritional quality of sorghum and millet'', INTSORMIL 2001 Annual Report, Project TAM-226, pp. 105–114. Available from: ''**http://intsormil.org/2001anlrpt/ 2001TAM-226.pdf''** (Mayıs 2018)

Rooney, L.W., Sullins, R.D., 1977. ''The structure of sorghum and its relation to processing and nutritional value'', In: Dendy, D.A.V. (Ed.), Proceedings of a Symposium on Sorghums and Millets for Human Food. Tropical Products Institute, London, pp. 91–109.

Rooney, L.W., Waniska, R.D., 2000. Sorghum food and industrial utilization. In: Smith, C.W., Frederiksen, R.A. (Eds.), Sorghum: Origin, History, Technology, and Production. Wiley, New York, pp. 689-729.

Rooney, W.L., 2004. ‘‘Sorghum Improvements-Integrating Traditional and New Technology to Produce Improved Genotypes’’, **Advances in Agronomy, 83**: 37–109.

Rosenow, D.T., Quisenberry, J.E., Wendt, C.W., and Clark, L.E., 1983. ‘‘Drought Tolerant Sorghum and Cotton Germplasm. **Agricultural Water Management, 7**: 207-222.

Russel, P. L. Gelatinazation of starches of different amylo/ amylopectin content. A study by differential scanning calorimetry. **J. Cereal Sci. 1987**, 133–145.

Saldamlı, D. 1998. Gıda Kimyası, Hacettepe Universitesi Basımevi, Ankara, 527 s.

Salinas, I., Pro, A., Salinas, Y., Sosa, E., Becerril, C.M., Cuca, M., Cervantes, M., Gallegos, J. 2006. ‘‘Compositional Variation Amongst Sorghum Hybrids: Effect of Kafirin Concentration on Metabolizable Energy’’, **Journal of Cereal Science, 44**: 342–346.

Sanchez, A.C., Subudhi, P.K., Rosenow, D.T., and Nguyen H.T., 2002. ‘‘Mapping QTLs associated with drought resistance in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)’’, **Journal of Plant Molekuler Biology, 48**: 713–726.

Sanderson, M.A., Jones, R.M., Ward, J. and Wolfe, R. 1992. ‘’Silage Sorghum Performance Trial at Stevensville: Forage Research in Texas. Rep. PR-5018’’, Texas Agric. Exp. Stn., Stephensville.

Sang, Y., Bean, S., Seib, P. A., Pedersen, J. and Shi, Y.-C. 2008. Structure and functional properties of sorghum starches differing in amylose content**. J. Agric. Food Chem. 56**:6680–6685.

Santos-Buelga, C., Scalbert, A., 2000. ‘‘Proanthocyanidins and tanninlike compounds – nature, occurrence, dietary intake and effects on nutrition and health’’ **Journal of the Science of Food and Agriculture, 80**: 1097–1117.

Saravanabavan, S.N., Shivanna, M.M., Bhattacharya, S. 2013. ‘‘Effect of popping on sorghum starch digestibility and predicted glycemic index’’, **Journal of Food Science and Technolog, 50**(2): 387–392

SAS 1999. SAS User’s Guide: Statistic. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC.

Sattler, S.E., Saballos, A., Xin, Z., Funnell-Harris, D.L., Vermerris, W., Pedersen, J.F. 2014. ‘‘Characterization of Novel Sorghum brown midrib Mutants from an EMS-Mutagenized Population’’ **Genes Genomes Genetics, 4**: 2115-2124.

Schober, T.J., Bean, S.R., Boyle, D.L. 2007. ‘‘Gluten-free sorghum bread improved by sourdough fermentation: biochemical, rheological, and microstructural background’’ **Journal of Agricultural and Food Chemistry 55**: 5137-5146.

Sedghi, M., Ebadi, M.R., Golian, A., Ahmadi, H. 2011. ‘‘Estimation and modeling true metabolizable energy of sorghum grain for poultry’’, **Poult Sci. 90** (5): 1138-1143.

Selle, P.H., Cadoganb, D.J., Li, X., Bryden, W.L. 2010. ‘‘Implications of sorghum in broiler chicken nutrition’’, **Anim. Feed Sci. Technol., 156**: 57-74.

Shegro, A., Shargie, N.G., van Biljon, A., Labuschagne, M.T. 2012. ‘‘Diversity in Starch, Protein and Mineral Composition of Sorghum Landrace Accessions from Ethiopia’’ **J. Crop Sci. Biotech., 15** (4): 275-280.

Silva, L.S., Taylor, J., Taylor, J.R.N. 2011. ‘‘Transgenic sorghum with altered kafirin synthesis: Kafirin solubility, polymerization, and protein digestion’’, **J. Agric. Food Chem., 59**: 9265-9270.

Singh, J., Dartois, A., & Kaur, L. (2010). Starch digestibility in food matrix: a review. **Trends in Food Science & Technology, 21**(4), 168-180.

Singh, N., Kaur, L., Singh Sandhu, K. 2006. ‘‘Relationships between physical, morphological, thermal, rheological properties of rice starches’’, **Food hydrocolloids, 20**: 532–542.

Singh, P., Singh, U., Eggum, B.O., Kumar, K.A., Andrews, D.J. 1987. ‘‘Nutritional evaluation of high protein genotypes of pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke)’’, **J. Sci. Food Agric., 38**: 41 -48.

Skrabanja, V.; Liljeberg, H. G. M.; Hedley, C. L.; Kreft, I.; Bjorck, M. E. Influence of genotype and processing on the in vitro rate of starch hydrolysis and resistant starch formation in pea. **J. Agric. Food Chem. 1999, 47**, 2033–2039.

Taylor, J., Bean, S.R., Ioerger, B.P., Taylor, J.R.N. 2007. ‘‘Preferential binding of sorghum tannins with gamma-kafirin and the influence of tannin binding on kafirin digestibility and biodegradation’’, **J Cereal Sci 46**(1):22–31.

Tebib, K., Rouanet, J.M., Besancon, P. 1997. ‘‘Antioxidant effects of dietary polymeric grape seed tannins in tissue of rats fed a high cholesterol-vitamin E-deficient diet’’, **Food Chemistry, 59**: 135–141.

Theurer, C.B., Huber, J.T. Delgado-Elorduy, A., Wanderley, R. 1999. ‘‘Invited review: summary of steam-flaking corn or sorghum grain for lactating dairy **cows’’ J. Dairy Sci. 82**: 1950-1959.

Tipton, K.W., Floyd, E.H., Marshall, J.G., McDevitt, J.B. 1970. ‘‘Resistance of certain grain sorghum hybrids to bird damage in Louisiana’’, **Agronomy Journal, 62:** 211–213.

Udachan, I.S. Sahoo A.K. Hend G.M. 2012. Extraction and characterization of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) starch. **International Food Research Journal 19**(1): 315-319.

Van Rensburg, S.J. 1981. ‘‘Epidemiological and dietary evidence for a specific nutritional predisposition to esophageal cancer’’, **Journal of the National Cancer Institute 67**: 243–251.

Waniska, R.D. 2000. ‘‘Structure, phenolic compounds, and antifungal proteins of sorghum caryopses’’ Pages 72-106 in Technical and institutional options for sorghum grain mold management: proceedings of an international consultation, 18-19 May 2000, ICRISAT, Patancheru, India (Chandrashekar, A., Bandyopadhyay, R., and Hall, A.J., eds.). Patancheru 502 324, Andhra Pradesh, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.

Waniska, R.D., Poe, J.H., Bandyopadhyay, R., 1989. ‘‘Effects of growth conditions on grain molding and phenols in sorghum caryopsis’’, **Journal of Cereal Science 10**: 217–225.

Wedad, H. A., El Tinay, A. H., Mustafa, A. I. and Babiker, E. E. (2008). Effect of fermentation, malt-pretreatment and cooking on antinutritional factors and protein digestibility of sorghum cultivars. **Pakistan J. Nutr. 7**:335–341.

Wittwer, S.H., 1980. “The Shape of Things to Come, pp. 412-459. In ‘’The Biology of Crop Productivity” (P.S. Carlson, Ed.). Academic Press, New York.

Woods, J. 2001. ‘‘The potential for energy production using sweet sorghum in southern Africa’’, **Energy for Sustainable Development, 1**: 31-38.

Woods, J., Hall, D.O., Muzondo, M.I., Gosse, G. and Soontornchainackseng, P. 1995. ‘‘Bioethanol Production from Sweet Sorghum’’, Interchange of Research and Experience Between EU and Developing Countries (Zimbabwe and Thailand), Brussels, EU, pp. 1–74.

Wu, Y., Yuan, L., Guo, X., Holding, D. R. and Messing, J. (2013). Mutation in the seed storage protein kafirin creates a high-value food trait in sorghum. Nature Commun. 4

Yanagisawa, T.; Donion, E.; Fujita, M.; Kirivuchi-Otobe, C.; Takayama, T. Starch pasting properties and amylose content from 17 waxy barley lines. **Cereal Chem. 2006**, 354–357

Zhang, X., Wang, D., Tuinstra, M.R., Bean, S., Seib, P.A. and Sun, X.S. 2003. ‘‘Ethanol and lactic acid production as affected by sorghum genotype and location’’, **Industrial Crops and Products, 18**: 45-255.

Zulfiqar, A.M., And Asim, M. 2002. ‘‘Fodder Yield and Quality Evaluation of the Sorghum Varieties’’ **Pakistan Journal of Agronomy, 1**(2-3): 60-63.

# ÖZGEÇMİŞ

## KİŞİSEL BİLGİLER


| | |
|---|---|
| Adı Soyadı | : Yusuf Murat KARDEŞ |
| Uyruğu | : Türkiye (TC) |
| Doğum Tarihi ve Yeri | : 1991, MALATYA |
| Email | : yusufmurat.kardes@bilecik.edu.tr |


## EĞİTİM

| Derece | Kurum | Mezuniyet Tarihi |
|---|---|---|
| Yüksek Lisans | ERÜ Fen Bilimler Enstitüsü | 2018 |
| Lisans | ERÜ Ziraat Fakültesi | 2015 |
| Lise | Turgut Özal Lisesi, Malatya | 2009 |

## İŞ DENEYİMLERİ

| Yıl | Kurum | Görev |
|---|---|---|
| 2018- | Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi | Araştırma Görevlisi |

## YABANCI DİL

İngilizce (İyi)