



T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HİDROPONİK SİSTEMLERDE ÜRETİLEN  
TRİTİKALE (*Triticosecale Wittmack*) VE  
TRİTİKALE+FİĞ (*Vicia sativa L.*) KARIŞIMI YEŞİL  
HASILLARIN BESLEME DEĞERİNİN İNORGANİK  
GÜBRE İLE ARTTIRILMASI**

**Mine AKMAN**

**BURDUR, 2020**

T.C.  
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HİDROPONİK SİSTEMLERDE ÜRETİLEN  
TRİTİKALE (*Triticosecale Wittmack*) VE  
TRİTİKALE+FİĞ (*Vicia sativa L.*) KARIŞIMI YEŞİL  
HASILLARIN BESLEME DEĞERİNİN İNORGANİK  
GÜBRE İLE ARTTIRILMASI**

**Mine AKMAN**

**Danışman: Prof. Dr. Şenol GÜZEL**

**II. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hıdır GÜMÜŞ**

**BURDUR, 2020**

## YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU

Mine AKMAN tarafından Prof. Dr. Şenol GÜZEL yönetiminde hazırlanan “Hidroponik Sistemlerde Üretilen Tritikale (*Triticosecale Wittmack*) ve Tritikale+Fiğ (*Vicia sativa L.*) Karışımı Yeşil Hasılların Besleme Değerinin İnorganik Gübre İle Arttırılması” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: 02/11 /2020

**Prof. Dr. Şenol GÜZEL**

(Başkan)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

(İmza)

**Doç. Dr. Musa YAVUZ**

(Jüri Üyesi)

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi

(İmza)

**Dr. Öğr. Üyesi Önder AKKAŞ**

(Jüri Üyesi)

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi

(İmza)

### ONAY

Bu Tez, Enstitü Yönetim Kurulu’nun \_\_\_\_\_ Tarih ve \_\_\_\_\_ Sayılı Kararı ile Kabul Edilmiştir.

(İmza)

**Prof. Dr. Ayşe Gül MUTLU GÜLMEMİŞ**

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

## ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin ilgili hükümleri uyarınca Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum **“Hidroponik Sistemlerde Üretilen Tritikale (*Triticosecale Wittmack*) ve Tritikale+Fiğ (*Vicia sativa L.*) Karışımı Yeşil Hasılların Besleme Değerinin İnorganik Gübre İle Arttırılması”** başlıklı bu tezin;

- Kendi çalışmam olduğunu,
- Sunduğum tüm sonuç, doküman, bilgi ve belgeleri bizzat ve bu tez çalışması kapsamında elde ettiğimi,
- Bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara atıf yaptığımı ve bunları kaynaklar listesinde usulüne uygun olarak verdiğimi,
- Kullandığım verilerde değişiklik yapmadığımı,
- Tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya diğer bir üniversitede başka bir tez çalışması içinde sunmadığımı,
- Bu tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda bilimsel etik kurallarına uygun olarak davrandığımı,

bildirir, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul edeceğimi beyan ederim.

02 / 11 / 2020

(İmza)

Mine AKMAN

## **ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR**

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr. Şenol GÜZEL' e teşekkürlerimi sunarım. Deneylerimi yapmam için laboratuvarlarını bana açan ve araştırmalarımnda hiçbir yardımı esirgemeyen ikinci Danışman Hocam Dr. Öğr. Üyesi Hıdır GÜMÜŞ' e teşekkür ederim.

Araştırmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm laboratuvar arkadaşım Öğr. Gör. Derya Merve KARAGÖZ' e teşekkür ederim.

Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen eşim Sezgin AKMAN' a ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

**Kasım, 2020**

**Mine AKMAN**

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

|                                                                      |      |
|----------------------------------------------------------------------|------|
| ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR .....                                              | i    |
| İÇİNDEKİLER.....                                                     | ii   |
| ŞEKİL DİZİNİ.....                                                    | iv   |
| ÇİZELGE DİZİNİ .....                                                 | v    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....                                 | vi   |
| ÖZET.....                                                            | vii  |
| SUMMARY .....                                                        | viii |
| 1. GİRİŞ.....                                                        | 9    |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                              | 12   |
| 2.1. Tohum Materyali .....                                           | 12   |
| 2.1.1. Tritikale .....                                               | 12   |
| 2.1.2. Fiğ.....                                                      | 12   |
| 2.2. Çimlenme Süreci ve Çimlenmeyi Etkileyen Faktörler.....          | 13   |
| 2.3. Çimlenme ve Besin Maddelerinin Değişimi Arasındaki İlişki ..... | 14   |
| 2.4. Çimlenme ve Kuru Madde Değişimi Arasındaki İlişki .....         | 16   |
| 2.5. Çimlenme ve Protein Değişimi .....                              | 17   |
| 2.6. Yeşil Hasıllarda Vitamin Değişimi .....                         | 18   |
| 3. MATERYAL VE YÖNTEM.....                                           | 19   |
| 3.1. Materyal.....                                                   | 19   |
| 3.2. Aletler ve Cihazlar.....                                        | 19   |
| 3.3. Yöntem .....                                                    | 19   |
| 3.3.1. Yem Üretim Sisteminin Hazırlığı.....                          | 20   |
| 3.3.2. Ön Islatma ve Ekim .....                                      | 20   |
| 3.3.3. Ölçümler .....                                                | 21   |
| 3.3.4. Hasat ve Örnekleme.....                                       | 22   |
| 3.3.5. İnorganik Gübre Uygulamaları.....                             | 23   |
| 3.3.6. Kimyasal Analizler .....                                      | 23   |
| 3.3.6.1. Kuru Madde Analizi .....                                    | 24   |
| 3.3.6.2. Ham Kül Analizi.....                                        | 25   |
| 3.3.6.3. Ham Protein Analizi .....                                   | 26   |
| 3.3.6.4. Ham Selüloz Analizi.....                                    | 27   |
| 3.3.6.5. Ham Yağ Analizi .....                                       | 28   |
| 3.3.6.6. Asit Deterjan Fiber Analizi.....                            | 29   |
| 3.3.6.7. Nötral Deterjan Fiber Analizi .....                         | 30   |
| 3.3.7. İstatiksel Analizler .....                                    | 31   |
| 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA .....                             | 32   |
| 4.1. Kök ve Sürgün Uzunluklarının Değişimi .....                     | 32   |
| 4.2. Yaş Ağırlık Verimi ve Kuru Madde Analizi .....                  | 34   |
| 4.3. Yaş Ağırlık Verimine Göre Maliyet Analizi .....                 | 38   |
| 4.4. Ham Kül Analizi .....                                           | 38   |
| 4.5. Organik Madde Değişimi .....                                    | 40   |
| 4.6. Ham Protein Analizi .....                                       | 41   |
| 4.7. Ham Yağ Analizi.....                                            | 43   |
| 4.8. Ham Selüloz Analizi .....                                       | 45   |

|                                          |    |
|------------------------------------------|----|
| 4.9. Asit Deterjan Fiber Analizi .....   | 46 |
| 4.10. Nötral Deterjan Fiber Analizi..... | 49 |
| 5. SONUÇ.....                            | 54 |
| KAYNAKLAR.....                           | 57 |
| ÖZGEÇMİŞ.....                            | 62 |



## ŞEKİL DİZİNİ

|                                                                                                                                                                                                  | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 3.1. Ön ıslatma öncesi tohumların tartımı.....                                                                                                                                             | 21    |
| Şekil 3.2. Ön ıslatma süreci ve tartım .....                                                                                                                                                     | 21    |
| Şekil 3.3. a) 2.gün, b) 3.gün, c) 4.gün, d) 5. gün, e) 6.gün, f) 7. gün çimlenen yeşil<br>hasılların görünümü.....                                                                               | 22    |
| Şekil 3.4. Mezura yardımıyla kök ve sürgün ölçümü .....                                                                                                                                          | 22    |
| Şekil 3.5. Hasat süresi sonunda ön kurutma işlemi için bekletilen yeşil hasıllar.....                                                                                                            | 23    |
| Şekil 3.6. a) Kurutma işlemi için numune tartımı, b) Numunelerin etüve yerleştirilmesi, .<br>c) Etüvde 48 saat kurutma sonrası numune görünümü, d) Kurutma işlemi sonrası numune<br>tartımı..... | 24    |
| Şekil 3.7. a) Bitki öğütme değirmeni, b) Numunelerin öğütülmesi .....                                                                                                                            | 25    |
| Şekil 3.8. a) Hassas terazi yardımıyla krozelerin tartımı, b) Ham kül fırını .....                                                                                                               | 25    |
| Şekil 3.9. a) Numunelerin hazırlanması, b) Azot – protein tayin cihazı distilasyon ünitesi,<br>c) Yaş yakma ünitesi.....                                                                         | 26    |
| Şekil 3.10. a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Filtre keselerinin yapıştırılması.....                                                                                                      | 28    |
| Şekil 3.11. a) Ekstraksiyon beheri, b) Otomatik yağ tayin cihazı .....                                                                                                                           | 29    |
| Şekil 3.12. a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) F57 filtre keselerine numune tartımı                                                                                                        | 30    |
| Şekil 3.13. a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Solüsyon hazırlığı, c) Numunelerin<br>yerleştirilmesi .....                                                                                 | 31    |

## ÇİZELGE DİZİNİ

|                                                                                                                             | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Tablo 3.1.</b> Deneme düzeni .....                                                                                       | 20    |
| <b>Tablo 4.1.</b> Sıvı gübre içermeyen yeşil hasılların günlere göre boy uzunlukları, (cm).....                             | 33    |
| <b>Tablo 4.2.</b> Sıvı gübre içeren yeşil hasılların günlere göre boy uzunlukları, (cm).....                                | 34    |
| <b>Tablo 4.3.</b> Gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre yeşil yem verimi, (kg)<br>.....                 | 35    |
| <b>Tablo 4.4.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre kuru madde<br>içerikleri, (%).....     | 36    |
| <b>Tablo 4.5.</b> Deneme gruplarına göre yeşil hasılların maliyet analizi .....                                             | 38    |
| <b>Tablo 4.6.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham kül<br>içerikleri, (%).....        | 39    |
| <b>Tablo 4.7.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre organik<br>madde içerikleri, (%) ..... | 41    |
| <b>Tablo 4.8.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham protein<br>içerikleri, (%).....    | 42    |
| <b>Tablo 4.9.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham yağ<br>içerikleri, (%).....        | 44    |
| <b>Tablo 4.10.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham<br>selüloz içerikleri, (%) .....  | 46    |
| <b>Tablo 4.11.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ADF<br>içerikleri, (%).....           | 47    |
| <b>Tablo 4.12.</b> Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre NDF<br>içerikleri, (%).....           | 49    |
| <b>Tablo 4.13.</b> Tane yemlerin deneme gruplarına göre besin madde analizleri, (%).....                                    | 51    |
| <b>Tablo 4.14.</b> Gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre besin madde analizleri .....                            | 51    |
| <b>Tablo 4.15.</b> Gübreli yeşil hasılların deneme gruplarına göre besin madde analizleri .....                             | 52    |
| <b>Tablo 4.16.</b> Gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre besin madde<br>analizleri .....                | 53    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

|                                    |                                            |
|------------------------------------|--------------------------------------------|
| <b>ADF</b>                         | : Asit Deterjan Fiber                      |
| <b>CH<sub>2</sub>O</b>             | : Formaldehit                              |
| <b>cm</b>                          | : Santimetre                               |
| <b>g</b>                           | : Gram                                     |
| <b>ha</b>                          | : Hektar                                   |
| <b>H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub></b> | : Borik Asit                               |
| <b>HCl</b>                         | : Hidroklorik Asit                         |
| <b>HK</b>                          | : Ham Kül                                  |
| <b>HP</b>                          | : Ham Protein                              |
| <b>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></b> | : Sülfürik Asit                            |
| <b>HS</b>                          | : Ham Selüloz                              |
| <b>HY</b>                          | : Ham Yağ                                  |
| <b>kg</b>                          | : Kilogram                                 |
| <b>KM</b>                          | : Kuru Madde                               |
| <b>l</b>                           | : Litre                                    |
| <b>m<sup>2</sup></b>               | : Metrekare                                |
| <b>ME</b>                          | : Metabolik Enerji                         |
| <b>MHz</b>                         | : Megahertz                                |
| <b>ml</b>                          | : Mililitre                                |
| <b>mm</b>                          | : Milimetre                                |
| <b>NaClO</b>                       | : Sodyum hipoklorit                        |
| <b>NaOH</b>                        | : Sodyum hidroksit                         |
| <b>NDF</b>                         | : Nötral Deterjan Fiber                    |
| <b>NPK</b>                         | : Azot Fosfor Potasyum İçerikli Sıvı Gübre |
| <b>°C</b>                          | : Santigrat Derece                         |
| <b>OM</b>                          | : Organik Madde                            |
| <b>Sa</b>                          | : Saat                                     |
| <b>%</b>                           | : Yüzde                                    |

# ÖZET

## Yüksek Lisans Tezi

### Hidroponik Sistemlerde Üretilen Tritikale (*Triticosecale Wittmack*) ve Tritikale+Fiğ (*Vicia Sativa L.*) Karışımı Yeşil Hasılların Besleme Değerinin İnorganik Gübre İle Arttırılması

Mine AKMAN

Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Şenol GÜZEL  
II. Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Hıdır GÜMÜŞ

Kasım, 2020

Bu araştırmada tritikale ve tritikaleye ek olarak farklı oranlarda proteince zengin fiğ tohumlarının eklenmesi ve inorganik gübreleme işleminin yeşil hasılların besleme değerleri üzerine etkisi incelenmiştir. Bu amaçla, tohum materyalleri ve karışım oranları %100 Tritikale (T100), %90 Tritikale + %10 Fiğ (TF10), %80 Tritikale + %20 Fiğ (TF20) ve %70 Tritikale + %30 Fiğ (TF30) olacak şekilde dört farklı grup hazırlanmıştır. Her grup kendi içerisinde gübreli ve gübresiz olmak üzere ikiye ayrılmış ve gruplarda 4 farklı alt grup yer almıştır.

Elde edilen hasılların besin madde içerikleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan gruplar arasında tohum oranına göre en yüksek yaş ağırlık verimi inorganik gübre içeren T100 grubundan ve en düşük verim ise gübre içermeyen TF20 grubundan elde edilmiştir. Genel olarak sıvı gübre kullanılan tüm gruplarda yaş ağırlık artışı gözlenmiştir. En yüksek KM içeriği inorganik gübre içeren T100 grubundan elde edilmiştir. HP içeriği en yüksek inorganik gübre içeren TF30 grubundan ve en düşük değer ise inorganik gübreli T100 grubundan elde edilmiştir. Gübreli ve gübresiz olarak her iki grup incelendiğinde; tritikaleye ek proteince zengin fiğ tohumlarının karıştırılması ile HP oranının arttığı gözlenmiştir. Tohumların HP içeriğine göre yeşil hasıllarda bu içerik %14- 33,1 oranında artmıştır. Hasılların HY içerikleri %1,62 ile %2,96 arasında değişiklik göstermiş ve inorganik gübreleme işlemi ile artmıştır. En yüksek ADF içeriği gübresiz TF30 grubundan ve en düşük içerik ise gübreli T100 grubundan elde edilmiştir. NDF içerikleri %22,96- 26,78 arasında değişiklik göstererek tohumlara göre incelendiğinde %58,9- 90,2 oranında artış gözlenmiştir.

Yapılan analizlerin sonucunda inorganik gübre ile yetiştirilen yeşil hasılların sadece sulama suyu ile yetiştirilenlere göre daha yüksek yaş ağırlık ve HY içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. İnkübasyon süreci içerisinde besin çözeltisi kullanılmasının üretim maliyetini arttırdığı ve ek bir avantajının olmadığı sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte tritikale tohumlarına ek %30'a kadar fiğ tohumlarının karıştırılması ile yeşil hasıllarda HP oranının arttırılabileceği ve hayvan besleme açısından daha yararlı olacağı söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** Tritikale, fiğ, hidroponik sistem, hasıl

## **SUMMARY**

**M. Sc. Thesis**

**Increasing the Nutrition Value of the Triticale (*Triticosecale Wittmack*) and the Mixture of Triticale + Vetch (*Vicia Sativa L.*) Green Crops Produced In Hydroponic Systems with Inorganic Fertilizer**  
**Mine Akman**

**Burdur Mehmet Akif Ersoy University**  
**Graduate School of Natural and Applied Sciences**  
**Department of Biology**

**Supervisor: Prof. Dr. Şenol GÜZEL**  
**Co-Supervisor: Assist. Prof. Dr. Hıdır GÜMÜŞ**

**November,2020**

This research was carried out to investigate the effect of adding different amounts of protein-rich vetch seeds to triticale seeds under hydroponic system production and the effect of inorganic fertilization on green yield. For this purpose, seed materials and mixing ratios were prepared in four different groups as 100% Triticale (T100), 90% Triticale + 10% Vetch (TF10), 80% Triticale + 20% Vetch (TF20) and 70% Triticale + 30% Vetch (TF30). Each group was divided into two subgroups as fertilized and unfertilized.

The nutrient contents were examined in sprouted materials. According to the seed ratio among the groups used in the study, the highest wet weight yield was obtained from the T100 group containing inorganic fertilizers and the lowest yield from the TF20 group without fertilizers. Wet weight gain was observed mostly in all groups using liquid fertilizers. The highest dry matter content was obtained from the T100 group containing inorganic fertilizers. The highest HP content was obtained from the TF30 group containing inorganic fertilizers and the lowest value from the T100 group with inorganic fertilizers. When both groups were examined with and without fertilizers, it was observed that the HP ratio increased with the addition of protein-rich vetch seeds to triticale. According to the HP content of the seeds, this content increased by 14-33,1% in green yields. The HY contents of the crops varied between 1,62% and 2,96% and increased with the inorganic fertilization process. The highest ADF content was obtained from the TF30 group without fertilizers and the lowest content from the fertilized T100 group. NDF contents varied between 22,96 and 26,78%, and when analyzed according to seeds, an increase of 58,9% -90,2% was observed.

As a result of the analysis, it was observed that green crops grown with inorganic fertilizers have higher wet weight and HY content than those grown with only irrigation water. It was concluded that the use of nutrient solution during the incubation process increases the production cost and does not have an additional advantage. However, we can say that by mixing vetch seeds up to 30% in addition to triticale seeds, the HP ratio in green yields can be increased and it will be more beneficial in terms of animal nutrition.

**Keywords:** Triticale, vetch, hydroponic system, yield

## 1. GİRİŞ

Günümüzde nüfusun artmasına bağlı olarak hayvansal gıdalara olan ihtiyacımız da gün geçtikçe artmaktadır. Ruminantlar olarak tanımlanan koyun, keçi ve sığırlardan elde edilen et, süt vb. gibi hayvansal ürünler protein kaynağı olarak ön plana çıkmaktadır. İhtiyaç doğrultusunda artan hayvan sayımıza rağmen, çayır mera alanlarımızın yetersiz olması, bilinçsiz otlatma, iklim değişikliği, otlatma mevsimi süresi ve işletmelerde yaklaşık %70 oranında yüksek maliyete neden olan yem ve besleme masrafları hayvancılık sektörünü kısıtlamaktadır (Topal, 1993; Özkan ve Demirbağ, 2016; Amrutkar vd., 2016).

Ülkemizde 2020 yılı itibarıyla büyükbaş hayvan sayısı 18.614.900 baş ve toplam küçükbaş hayvan sayısı ise 55.063.391 baş olarak bildirilmiştir (TÜİK, 2020). Ekimi yapılan tarım alanlarının toplamı 23.094 milyon hektar olmakla birlikte, yem bitkisi ekim alanlarının toplamı ise 2.101 milyon hektardır. Yem bitkisi ekili alanların ülkemizdeki ekilebilir alanlar içerisindeki oranı yaklaşık olarak %9.10'dur. Türkiye'de çayır mera alanları ise toplam tarım alanının 14,6 bin hektarlık büyük bir kısmını oluşturmaktadır (TÜİK, 2019).

Ülkemizde yetiştiriciliği yapılan hayvanların beslenmesi amacıyla özellikle Orta ve Doğu Anadolu bölgelerimizde temel kaba yem kaynağını çayır ve meralar oluşturmaktadır. Kış mevsiminin uzun sürmesi ve mera alanlarımızın buna bağlı olarak karla kapalı olması kaba yem kaynağı olarak kuru ot ve silaj kullanımını yaygınlaştırmakla birlikte yaz mevsiminin kısalığı ile silaj üretiminin kısıtlanması mevcut hayvan varlığımızın yeterli ve dengeli beslenememesi önemli bir sorundur. Verim kapasitesi düşük çok sayıda hayvan varlığımızın, mera kuralları ihlal ederek yapılan düzensiz otlatmalar ve bahsedilen mevcut çayır ve meralarımızdaki olumsuz faktörler göz önünde bulundurulduğunda; hayvanlarımızın dengeli beslenememesi nedeniyle et, süt vb. hayvansal ürünlerde verim düzeylerinin son derece düşük olması kaçınılmazdır. Bununla birlikte, özellikle son yıllarda batı bölgelerimizde entansif süt ve besi hayvancılığı işletmelerinin sayısı artmaya başlamıştır. Ülkemizde mevcut hayvan varlığı, üretim kapasitesi ve yaşanan problemler dikkate alındığında kaliteli kaba yem gereksinimlerinin karşılanması noktasında açığımızın olduğu açıkça görülmektedir (Alçıçek vd., 2010; Özdemir, 2017).

Sektörün ihtiyaçlarını karşılama noktasında kaliteli, ucuz ve alternatif kaba yem üretim tekniklerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu tekniklerin geliştirilmesinde önemli olan faktör, önümüzdeki nesillerin ihtiyaçlarını kısıtlamama noktasında önem arz eden, mevcut tatlı su kaynaklarının kullanımında %70 oranla en büyük payı alan tarımda su

kullanımının kısıtlamaya gidilmesinin gerekliliğidir. Yapılan bir araştırmaya göre; hidroponik sistemde 1 kg arpa tohumunun çimlenmesi için 1,5-2 litre su ihtiyacı karşılarken, arazi yetiştiriciliğinde 73 litre su gerekmektedir (Al-Karaki ve Al-Momani, 2011).

Tohumların çimlendirilerek insan tüketimine sunulması Asya ülkelerinde yüzyıllardır yapıyor olsa da hayvan yemi olarak kullanımının daha yakın bir tarihi vardır. Süt inekleri, düveler, besi sığırları, domuz ve kanatlıları besleme amacı ile 1939 yılından itibaren çimlendirilmiş tohumlar üzerinde araştırmalar yapılmaktadır. İngiltere, Almanya ve Avustralya' dan elektrikli yeşil yem (hasıl) üretim kabinleri 1950'li yıllarda Avrupa ve Amerika' ya taşınmış ve 1970'li yıllarda ise çeşitli üretim kabinleri tasarlanmıştır (Sneath ve McIntosh, 2003).

Geleneksel yöntemlerle yapılan tarım yetiştiriciliğine alternatif olarak, yılın 365 günü yeşil yem (hasıl) endüstrisine ortam sağlayan sistemlerin kullanımı ülkemizde gün geçtikçe önem kazanmaktadır (Özdemir, 2017).

Topraksız tarım, bitkinin büyüme ve gelişimi için gerekli olan su ve besin elementlerinin kök ortamına verilmesi esasına dayalı bir sistemdir (Çokuysal vd., 2016). Yerden tasarrufun sağlandığı ve kullanılacak alet ile ekipmanın, geleneksel yöntemlerle yapılan tarım yetiştiriciliğine göre daha az kullanıldığı ve minimum işgücü kapasitesiyle gerçekleştirilen hidroponik sistemler, yılın her mevsimi taze ve düşük maliyetli yem elde etmeyi mümkün kılmaktadır. Geleneksel tarla yetiştiriciliğinde bir yılda elde edilecek yeşil yem üretimi için 120 ha alana ihtiyaç duyulurken, hidroponik sistemlerde sadece 130 m<sup>2</sup> kullanılarak üretim gerçekleştirilebilir (Sneath ve McIntosh, 2003; Karaşahin, 2014).

İnkübasyon odasında hava koşullarından bağımsız; ısı, ışık, nem vb. şartların optimum düzeyde sağlanarak toprak ve besi ortamı kullanılmadan yetiştiriciliğe imkan sağlayan yeşil hasıl üretim sistemlerinde kısa süre içerisinde üretim gerçekleştirilebilir. Çimlenen tohum taneleri 20-25 cm boya 6-8 gün içerisinde ulaşabilmekte ve bir kilogram arpa tohumundan süre sonunda 6-10 kat yeşil hasıl elde edilebilmektedir. Özellikle serin iklim tahıllarının kullanıldığı bu sistemlerde arpa, buğday ve yulaf tohumları yoğunlukla kullanılmaktadır (Al-Karaki ve Al-Hashimi, 2012; Dung vd., 2010).

Yıl boyu yüksek yeşil yem verimi, zengin protein, mineral ve lif kaynağı olması, sindirim faaliyetlerini arttırması ve içerisindeki çim suyunun hayvanların performansında iyileşme sağlaması gibi özellikler hidroponik sistemlerde yeşil yem (hasıl) üretiminin yaygınlaşmasını sağlamaktadır (Marsico vd., 2009; Micera vd., 2009). Kaba yem ihtiyacının karşılanması noktasında birim alandan daha fazla verim elde eden ve hijyenik ortamlarda yıl

boyu yetiştiriciliğe imkan sağlayan yeşil hasıl üretim sistemlerinin yetiştiricilikte katkıda bulunacağı ortadadır (zdemir, 2017).

Bu yüksek lisans tezinin amacı, tritikale ve tritikaleye ek olarak farklı oranlarda proteince zengin fiğ tohumlarının eklenmesi ile yeşil hasılların besleme değerlerini belirlemek ve inorganik gübre ile besin değerinin arttırılmasını sağlamaktır.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Tohum Materyali

#### 2.1.1. Tritikale

Serin iklim tahıl cinsi olan tritikale (*Triticosecale Wittmack*), genetik olarak buğday ve çavdarın melezlemesi ile elde edilen, buğdayın verim ve kalitesi ile çavdarın yüksek adaptasyon özelliğini birleştirmeyi amaçlayan çalışmalar sonucunda elde edilmiş ve dünyada birçok ülkede geniş alanlarda yetiştirilmekte olan bir bitkidir. Tritikale yetiştiriciliği özellikle toprak derinliği az, çorak ve kış mevsimi sert geçen bölgelerde buğday yetiştiriciliğinden daha verimli olabilmektedir. Yüksek tane oranı, yeşil ot verimi, hızlı büyüme, gelişme ve yüksek orandaki lizin içeriği nedeniyle insan ve hayvan beslenmesinde önemli tahıl bitkileri arasında yer almaktadır (Atak ve Çiftçi, 2004).

Tritikale yetiştiriciliği, hayvan beslemede tane ve yeşil ot olmak üzere Akdeniz'e kıyısı olan ülkelerde yapılmaktadır. Avrupa'da tane yem olarak kullanımı yaygın olan serin iklim tahılı verimli alanların yanında marjinal alanların değerlendirilmesinde de kullanılmaktadır. Yem bitkisi olarak buğday ve arpadan sonra, yetiştirildiği ülkeye göre ikinci veya üçüncü sırada yer almaktadır (Gülmezoğlu vd., 2007).

#### 2.1.2. Fiğ

Baklagiller (*Leguminosae*) familyasına bağlı olan fiğ (*Vicia L.*) içerisinde 150 kadar tür bulundurmaktadır. Doğal olarak yetişen ve tek yıllık yem bitkisi olan fiğin gen merkezi ülkemiz olup vejetasyonunda 59 türü bulunmaktadır. Dünyada tarımı yapılan tür sayısı ise yaklaşık 14 kadardır. Birçok ülkede hayvan beslemede kaba ve kesif yem kaynağı olarak kullanılmaktadır. Proteince zengin ve düşük selüloz içeriği sebebiyle kolay sindirilebilirlik ve yüksek besleyici özelliğine sahip fiğ bitkisi, yeşil veya kuru ot ya da tanelerin kaba yemlere karıştırılması ile hayvan beslemede kullanılır. Aynı zamanda toprak yapısını iyileştirmesi, zengin organik madde içeriği ve azot sağlaması bakımından iyi bir münavebe ve yeşil gübre bitkisidir (Bakoğlu vd., 2010).

Ülkemizde en fazla Adi fiğ (*Vicia sativa L.*) ve Macar fiği (*Vicia pannonica Crantz.*) yetiştiriciliği yapılmaktadır. Macar fiği kışlık olması, soğuğa ve kuraklığa karşı adi fiğ ve diğer türlere göre daha dayanıklı ve verimli olması sebebiyle son yıllarda ülkemizde yetiştiriciliği yaygınlaşan beyazımsı-sarı çiçekli bir fiğ türüdür.

Tane ve yeşil otunda yüksek oranda proteine sahip adi fiğ (*Vicia sativa L.*) bitkisi yeşil veya kuru ot ya da silaj yemi olarak hayvan beslemesinde kullanılmaktadır. Özellikle

kış aylarında yem sıkıntısı yaşanan Orta Anadolu ve geçit bölgelerinde tanelerin kırılarak kesif yem kaynağı olarak kullanımı protein ve sindirilebilirliğinin yüksek olması nedeniyle tercih edilmektedir. Genel olarak kıyı bölgelerimizde yeşil veya kuru ot, iç bölgelerimizde ise tohum üretimi amacı ile yetiştirilir. Vejetasyon süresinin kısalığı, hemen her tip toprak ve iklim koşullarında yetişebilmesi ve protein içeriklerinin %20'nin üzerinde olması ve bu özelliklerinin yanı sıra tek yıllık olması sebebiyle iyi bir münavebe bitkisidir (Dündar, F.Ç., 2010; Seydoşoğlu S., 2014; Çağan vd., 2018).

Bazı bölgelerimizde Kuş Fiği (*Vicia cracca L.*) türü doğal plantasyonlar halinde bulunur. Bu plantasyonlar kurutularak kaliteli kaba yem kaynağı olarak değerlendirilmektedir. Kuş fiği aynı zamanda yabani arılar ve bal arıları için nektar kaynağıdır (Tamkoç ve Avcı, 2004; Hashalıcı vd., 2017).

## 2.2. Çimlenme Süreci ve Çimlenmeyi Etkileyen Faktörler

Çimlenme; tohum veya tanenin büyüme ve gelişmesi için ihtiyacı olan enerji ve temel bileşenlerinin sağlanması amacıyla yapısında bulunan proteinlerin parçalanması, lipitlerin oksitlenmesi, karbonhidratların basit şekerlere dönüşmesi gibi karmaşık metabolik olayların tamamı olarak tanımlanır (Yetim vd., 2010).

Peer ve Leeson (1985), yaptıkları bir çalışmada, yeşil arpa hasılını çimlendirmek için 4,5 kg/m<sup>2</sup> tohumun kullanıldığını, tohum materyallerine 12-24 saat ön ıslatma işlemi uygulandığını, %65-70 nispi nem, 18-22 (22±1) °C sıcaklık ve 12-14 saat ışıklandırma ile günde iki kez 500 ml sulama yapıldığını bildirmiştir.

Çimlenme süreci içerisinde, tohum materyalinde depo edilen nişasta, yağ ve protein miktarı üretilen yeşil hasılın verim ve kalitesiyle doğrudan ilişkilidir. Tohumlar sağlam, kontamine olmamış ve yabancı tohumlardan arı olmalıdır. Çimlenme sürecinde verim ve kaliteyi etkileyen diğer parametreler ise; tohum çeşidi ve kalitesi, ön ıslatma süresi, kullanılan suyun kalitesi, pH, sulama süresi ve sıklığı, bitki besin elementi varlığı, sıcaklık, nem, ışık şiddeti, ekimi yapılan alanda tohum yoğunluğu, yetiştirme süresi ve kontaminasyon riskine karşı steril bir ortamda yetiştiriciliğin sağlanmasıdır. Çimlendirme ünitelerinde su yoğunluğunun fazlalığı nedeniyle yeşil hasıllarda küf oluşumları meydana gelebilmekte ve buna bağlı olarak ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir (Karaşahin, 2014). Tohumlar arasında kontaminasyon riskini en aza indirmek amacıyla hijyen kurallarına uyulması ve kullanılacak malzemelerin steril hale getirilmesi gerekmektedir. Tohum materyali 30 dakika boyunca %20 NaClO çözeltisi içerisinde sterilize edilerek

kalıntılar temizlendikten sonra tohumun doymun hale getirilmesi amacı ile ön ıslatma işlemi yapılabileceği bildirilmiştir (Al-Karaki ve Al-Hashimi, 2012).

Çimlendirme işlemi öncesi ekimi yapılacak olan tohum materyalleri doymun hale gelene kadar su içerisinde bekletilmekte ve fazla suyun uzaklaştırılması işlemi ardından ekimi yapılacak tablalara yerleştirilmektedir. Çimlendirme işlemi için ısı, ışık ve nem açısından optimum şartların sağlandığı ortamlarda 5-8 gün arasında çimlenme sağlanmaktadır (Karaşahin, 2017b). Yapılan çalışmalar, çimlenme süreciyle ilgili olarak tohumların filizlenme işleminin 24 saat içerisinde gerçekleştiği, 2. ve 3. günde yeşil aksamın oluştuğunu göstermektedir. Hasat işleminin 5. günde yapılabilir olmasına rağmen 7. günden itibaren büyümenin yavaşlamasından dolayı en uygun hasat zamanının 7. gün olduğu belirtilmektedir. Bu süreçte çok yüksek ışık seviyesinin gerekli olmadığı fakat serin iklim şartlarının sağlanmasının gerekliliği belirtilmiştir (Sneath ve McIntosh, 2003).

### **2.3. Çimlenme ve Besin Maddelerinin Değişimi Arasındaki İlişki**

Ön ıslatma ile doymun hale gelen tohum materyalinin metabolik faaliyetleri, suyu bünyesine almasıyla başlamaktadır. Bitki gelişimini destekleyen karmaşık biyokimyasal değişimler, hidrasyon ve filizlenmeyle birlikte meydana gelir. Arpa danesinin kuru maddesinde (KM) bulunan %55- 65 seviyesindeki nişastanın ana materyal olduğu bilinmektedir. Protein, nişasta ve lipit gibi depo kimyasal bileşenler enzimler tarafından parçalanarak yeni bileşikler yapmak için kullanılır ve bitkinin diğer aksamalarına nakledilir (Chavan ve Kadam, 1989; Cuddeford, 1989).

Tohumda yüksek miktarda bulunan ve çimlenme sırasında aktif olmayan enzimler; nişasta, protein, yağ gibi metabolitlerin şeker, amino asit ve serbest yağ asitlerine parçalanmasında rol almaktadır. Parçalanmış yapı taşları çimlenen bitkinin büyüme ve gelişmesinde ve buna ek olarak istenmeyen bileşiklerin parçalanmasında kullanılmaktadır (Chavan ve Kadam, 1989; Naik vd., 2015). Bunun sonucunda; yem içeriğindeki amino asitlerin kalitesi ve vitamin konsantrasyonlarının değeri yükselmektedir (Koehler vd., 2007; Naik vd., 2015). Çimlendirilmiş yeşil hasılların besi hayvanlarında bağışıklık sistemini güçlendirici ve verimliliği artırıcı klorofil, antioksidan, enzim ve alkali kaynağı olduğu belirtilmektedir (Sneath ve McIntosh, 2003; Naik vd., 2016). Bu süreçteki pozitif besinsel değişimler aslında kompleks bileşiklerin temel formlara dönüşmesi ve istenmeyen antinutrisyonel maddelerin parçalanması esasına dayanır.

Besin maddesindeki artışların çoğunun gerçek artış olmadığı, çimlenme sırasında solunumla birlikte karbonhidrat formunda kuru madde kaybını yansıttığı ve toplam

karbonhidratların azalması ile diğer besin maddelerinin rölatif olarak arttığı yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Chavan ve Kadam 1989; Akbağ vd., 2014).

Yeşil hasılların yüksek sindirilebilirlik ve metabolik enerjiye (ME) sahip olduğu ve çimlenmenin 4. ve 8. günü kuru madde sindirilebilirlikleri karşılaştırıldığında; 4. gün oranlarının daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun sonucunda çimlenme süresi uzadıkça kuru madde sindirilebilirliğinin düştüğü saptanmıştır. Çimlenme süresi artıkça metabolik enerjinin azalmasının nedeni ise lif miktarındaki artış ve nişasta miktarındaki azalışa bağlıdır (Peer ve Leeson, 1985). Çimlenmenin 7. gününden sonra artan lif içeriğine bağlı olarak taze yeşil yemlerin sindirilebilirliğinde düşüş gözlemlendiği için en uygun hasat zamanının 7. gün olduğu belirtilmiştir. Yeşil hasıllarda 4-13 gün arasında yapılan çimlendirme işlemi sonrasında hasat süresinin ilerlemesiyle birlikte beslenme değerlerinin düştüğü bildirilmiştir. Hidroponik tarım sistemi ile yetiştirilen arpa yeşil hasılının çimlenme esnasında ham yağ, ham lif, ham protein oranı, enzim aktivitesi ve diğer besin madde içeriklerinin azaldığı ve bu azalma artışlarının kuru madde kaybından kaynaklandığı belirtilmiştir (Akbağ vd., 2014; Sneath ve McIntosh, 2003).

Serin iklim bitkisi olan buğdaygillerin gelişiminin ilk evresinde kuru madde sindirilebilirlikleri %80 oranında olmasına rağmen ilerleyen dönemlerde bu oran azalarak %50'ye kadar düşmektedir. Gelişme döneminde lif ve lignin oranı artış gösterir, ham protein oranı ise düşer. Arpa yeşil hasılının lif oranı %3,7 oranından 5 günlük süre içerisinde %6 oranına çıkmıştır. Lif oranının artmasıyla birlikte hayvanlar tarafından sindirilebilir besin maddesi miktarı azalır (Baytekin ve Gül, 2009; Fazaeli vd., 2012).

Tohumların çimlenmesi ile birlikte besi dokuda depolanan yapısal maddeler sindirilebilirlik yönünden yüksek ürünlere dönüşmektedir. Bu durum süt kalitesinde önemli artışları meydana getirmektedir (Sneath ve McIntosh, 2003). Çimlendirilmiş yeşil hasıllar sığır besiciliğinde kuru madde miktarını karşılayabilecek miktarda kullanılırsa hayvanların besi performansını iyileştirdiği bildirilmektedir (Tudor vd., 2003). Besi sığırları için hazırlanan rasyonlarda çimlendirilmiş yeşil hasıl kullanıldığında kuru madde, ham protein, organik madde ve NDF sindirilebilirliğinin arttığı, ADF oranının ise azaldığı bildirilmiştir (Lardy vd., 2004).

Hidroponik yöntem ile üretilen mısır yeşil hasıllarının kurudaki domuzların beslenmesinde kullanılabilirliği ve yem sindirilebilirliğinin etkilerini araştırmak için yapılan bir çalışma sonucunda mısır yeşil hasılının domuz beslemesine dahil edilmesi ile kurudaki domuzların besi performansının ve yem sindirilebilirliğinin arttığı kanaatine varılmıştır (Adebiyi vd., 2018).

Hidroponik sistemlerde çimlendirme sırasında sulama suyuna besin çözeltisi ilavesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada; besin çözeltisi ile yetiştirilen yeşil hasılların sadece sulama suyu ile yetiştirilenlerden daha yüksek oranda ham protein ve kül içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Besin çözeltisi kullanılarak üretilen yeşil hasıllarda Ca, K, P, Mg, Na, Fe, Cu ve Zn konsantrasyonların daha yüksek olduğu ve bununla birlikte kuru madde kaybında ise önemli bir fark görülmemiştir. Daha önce yapılan çalışmalar doğrultusunda; çimlendirilmiş yeşil hasıllarda besin gereksinimlerinin tohum materyalinde bulunan besin rezervlerinden karşılandığı ve bu süreç içerisinde besin çözeltisi kullanılmasının üretim maliyetini arttırarak ek bir avantaj sağlamadığı sonucuna varılmıştır (Bakshi vd., 2017).

#### **2.4. Çimlenme ve Kuru Madde Değişimi Arasındaki İlişki**

Tohumların çimlenme süreci içerisinde kompleks molekülleri basit yapılarla dönüştüren enzimler optimum şartlarda aktif hale gelmektedir. Böylece depo molekülleri parçalanarak büyüme ve gelişme olaylarında kullanılacak olan metabolik enerjiyi sağlarlar. Bunun sonucunda ise önemli oranda kuru madde kaybı gözlenir. Farklı cins ve türlere göre çimlenme süreci içerisinde birim tohumda meydana gelen çimlenme performansları ve kuru madde içeriği kayıpları farklılık göstermektedir (Türkmen,2016).

Yetiştirme süresi ile arpa yeşil hasılının besin maddesi içeriği arasındaki ilişkide, hasat zamanı ilerledikçe kuru madde oranında önemli azalmalar olduğu belirtilmiştir (Akbağ vd., 2014). Optimum şartların sağlandığı hidroponik sistemlerde, çimlenme ile birlikte metabolik enerji (ME) ve solunum sonucunda meydana gelen kuru madde içeriği kaybının %7- 47 oranları arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmektedir. Kloroplast oluşumu ile çimlenmenin 3. günü fotosentez başlamakta fakat kısa süre içerisinde fotosentezle elde edilen kuru madde kayıpları karşılanamamaktadır. Hasat süresinin uzaması yeşil hasıl verimini arttırırken bununla birlikte kuru madde kaybını da arttırmaktadır (Dung vd., 2010).

Benzer bir araştırmada kuru madde oranları arasındaki farklılık; sıcaklık, ışık, nem, tohum yoğunluğu ve ortamdaki bitki besin elementlerinin varlığı gibi faktörlerden kaynaklanabileceği varsayılmaktadır. Tohum miktarı arttıkça kuru madde kaybındaki artış bitkilerin ışık için rekabete girmesi ve bunun sonucunda fotosentez miktarının azalması ile açıklanmaktadır. Tohum yoğunluğunun artması ile birlikte solunum yoluyla kuru madde kaybında da artış olmaktadır. Ön ıslatma süresi, sıcaklık (18, 22 ve 24°C), sulama sıklığı ve süresi, ışık rengi gibi parametrelerin yeşil hasılların kuru madde verimi üzerine etkilerinin incelendiği bir çalışmada, en yüksek kuru madde içeriğinin 24 saat ön ıslatma, 24 °C sıcaklık

ve 24 saat sarı ışıklandırma uygulamasından elde edildiği bildirilmiştir (Karaşahin, 2014; Karaşahin, 2017c).

## 2.5. Çimlenme ve Protein Değişimi

Çimlenme sürecinde solunum ile birlikte karbonhidratların parçalanması ve kuru madde kaybıyla oransal olarak ham protein artışı gözlenmektedir. Hasat süresinin gecikmesi kuru madde kaybındaki artışla birlikte protein miktarını da artırır. Çimlendirme öncesi arpa tohumlarının farklı ısı ve sürelerde ön ısıtmaya maruz bırakılması düşük molekül ağırlıklı azotlu bileşiklerin çözünerek uzaklaşmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise protein miktarında düşüş gerçekleşmektedir (Sneath ve McIntosh, 2003). Yapılan bir çalışmada, en yüksek kuru madde ve ham protein (HP) değerleri; 24 saat ön ısıtma süresi, 24 °C sıcaklık, 2 saatte bir 120 saniye, 80 saniye, 40 saniye ve saatte bir 20 saniye sulama ile gerçekleştirilmiştir (Karaşahin, 2014).

Arpa tohumlarının çimlenmesi sırasında bazı besin madde içeriklerinde değişimlerin meydana geldiği bilinmektedir. Hidroponik sistemlerde yeşil hasılların 8. günde çimlenmesi sonrasında ham protein (HP) içeriği %12'den %19,8'e; ham selüloz (HS) içeriği %3,5'tan %8,0'e; ADF içeriği %6,0'dan %11,0'e; NDF içeriği %13,0'ten %35,0'e ve ham kül (HK) içeriği ise %2,2'den 3,6'ya artış göstermiştir (Saidi ve Omar, 2015).

Depo moleküllerinin parçalanmasıyla birlikte yeni protein yapıları oluşmaktadır. Bu süreçte metabolik enerji olarak harcanan şeker molekülleri oransal olarak protein oranının artmasına ve buna bağlı olarak proteince zengin kaliteli kaba yemlerin oluşmasına katkı sağlamaktadır (Ergün vd., 2007).

Çimlenme sürecinde yeşil hasılların kuru madde kaybetmesi bir dezavantaj gibi görünse de enerji olarak kullanılan maddelerin sakkaroz kaynaklı olması protein miktarının, aromatik bileşenlerin ve sindirilebilirliğin artmasına neden olmaktadır (Ben-Arye vd., 2002). Çimlenme esnasında proteaz enzimi aktif hale gelerek protein polimerlerini amino asit ve peptitlere dönüştürür (Shewry vd., 1995). Enzimlerin proteinleri albümin ve globüline dönüştürmesi ile protein kalitesinde artış olmakla birlikte lizin içeriğinde de artış gözlenmektedir. Çimlenme anında amilaz ve lipaz enzimlerinin aktif hale gelmesi tanelerin bünyesinde şeker ve esansiyel yağ asitleri miktarında artışa neden olmaktadır (Chavan ve Kadam, 1989; Sharif vd., 2013).

Yeşil hasılların kök ve sürgünlerinde bulunan protein içeriği karşılaştırıldığında; genç sürgünlerde protein içeriğinin köklere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bitki gelişiminin protein oranı artışına etkisi incelendiğinde, yeşil arpa hasılının protein

oranlarının 6. gün %13,69, 7. gün %13,68 ve 8. gün %14,47 şeklinde arttığı gözlenmiştir (Fazaeli, 2012; Azim vd., 1989; Türkmen,2016).

Yemlerin besin değerleri ve içerikleri kıyaslandığında yeşil yem ağırlığı haricinde kuru madde içeriği, ham protein ve enerji değerleri de dikkate alınmalıdır. Protein hayvan gelişimi ve performansında hayati bir öneme sahiptir. Çimlendirilmiş yeşil hasılların beslemede kullanılmasının sebebi yemlerin protein miktarı ve kalitesindeki artıştır. Yeşil hasıllarda özellikle vitamin E, beta-karoten, biotin ve serbest folik asit miktarında önemli artışlar elde edilmiştir. Tohumların çimlendirilmesi antioksidan özellikli fenolik bileşiklerin miktarını artırmada da başarılı bir strateji olarak görülmektedir. Bu fenolik bileşikler serbest radikalleri vücuttan dışarı atmada rol oynamaktadır (Sneath ve McIntosh, 2003; Dung vd., 2010; Fazaeli vd., 2012; Dziki vd., 2015).

## **2.6. Yeşil Hasıllarda Vitamin Değişimi**

Hidroponik sistemlerde yetişen yeşil hasıllarda özellikle E vitamininin 6 kat artması, alternatif bir yem olarak hayvan beslemede kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen hasıllar; A ve E vitaminleri, folik asit ve doğal enzimler bakımından zengin olduğu için hayvanlarda döl tutma oranı ve hastalıklara karşı direnci arttırmaktadır. Sindirilebilirliğin %98 civarında olması hayvanlar tarafından tamamının tüketilebileceği anlamına gelir. Ayrıca yeşil hasılların doğal enzimler, antioksidan, doğal şeker ve lif açısından aktif olması da önemli bir özelliktir (Sneath ve McIntosh, 2003; Dung vd., 2010; Atıcı, 2012; Güler, 2019).

Yeşil hasılların henüz olgunlaşmamış destek dokularına sahip olması, zengin su ve aroma içeriği ile kolay sindirilebilir olma özelliğini sağlar. Çimlendirilen hasıllar, yüksek nem içeriği yanında yüksek C ve E vitamini, yüksek sindirilebilir protein ve enzimleri içerir. Antioksidan özelliğine sahip pek çok biyokimyasal hayvanların bağışıklık sistemine de katkı sağlar (Ergün vd., 2007; Türkmen, 2016). Hasılların içerdiği çim suyu; bağışıklık sistemini destekleyici güçlü bir tedavi unsurudur. Sebebi ise E ve C vitaminleri ile biyoflavonoidler bakımından zengin besin madde kaynağı olmasıdır (Yadav vd., 2013). Taze yemlerin rasyonda kullanılması hayvanlarda sindirilebilirliği arttırdığı için, hayvanların refahına olumlu katkıda bulunabilir (Sharif vd., 2013; Güler, 2019).

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan Tatlıcak-97 tritikale çeşidi ve Adi fiğ (*Vicia Sativa L.*) türü fiğ tohumu materyalleri Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Tarım, Hayvancılık ve Gıda Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi'nden temin edilmiştir.

#### 3.2. Aletler ve Cihazlar

Hasıl üretimi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Tarım, Hayvancılık ve Gıda Araştırmaları Uygulama ve Araştırma Merkezi bünyesinde bulunan yeşil yem üretim tesisinde gerçekleştirilmiştir. Besin madde analizleri MAKÜ Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı Laboratuvarı'nda yapılmıştır.

Hasıl üretiminde, Hasılmatik firmasına ait S-200 model üretim kabini kullanılmıştır. Sistemde; iki ayrı blok halinde bulunan ünitelerin her birinde 7 raf ve 2 sıra olmak üzere 98 tabla bulunmakla birlikte toplamda 196 adet tabla kapasitesi vardır. Günlük kapasite: 750-800 kg yeşil hasıl, günlük kullanılan tohum miktarı: 100-120 kg, günlük hasat edilen tabla sayısı: 28, günlük su tüketimi: 750-800 lt, günlük enerji tüketimi: 9,50 kW' tır.

Besin madde analizleri için;

- Hassas terazi
- Etüv (Memmert GmbH®)
- Desikatör
- Ham kül fırını (Carbolite Elf)
- Otomatik Yağ Tayin Cihazı (Gerhardt marka ve SOX-416 model)
- Tam Otomatik Selüloz Tayin Cihazı (Fiber Analyser ANKOM marka ve A 2000 model)
- Azot protein tayin cihazı yağ yakma ve distilasyon ünitesi (Gerhardt marka ve VAPODEST® 50s Carousel model) kullanılmıştır.

#### 3.3. Yöntem

Çalışma; tritikale ve fiğ tohumlarının farklı oranlarda, inorganik gübreli ve gübresiz olarak dizayn edilmiş olup besin madde değerlerinin karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Bu amaçla, tohum materyalleri ve karışım oranları %100 Triticale (T100), %90 Triticale + %10 Fiğ (TF10), %80 Triticale + %20 Fiğ (TF20), %70 Triticale + %30 Fiğ (TF30) olacak şekilde dört farklı grup hazırlanmıştır. Her grup kendi içerisinde gübreli

ve gübresiz olmak üzere ikiye ayrılmış ve gruplarda 4 farklı alt grup yer almıştır. Yeşil hasıl üretim kabininde toplam 32 adet (4 grup x 4 alt grup x 2 gübreli/gübresiz) tepsi kullanılmıştır.

Her bir tepsiye 1000 gram gelecek şekilde toplamda bir tablaya 3000 gram tohum ekilmiştir. Ekimi takip eden 7. günde hasat işlemi yapılmıştır. Hasadı takiben hasıllar kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), ham kül (HK), asit deterjan fiber (ADF), nötral deterjan fiber (NDF) miktarları bakımından incelenmiştir.

**Tablo 3.1.** Deneme düzeni

|                                   |                                   |                                   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| T100                              | TF10                              | TF20                              | TF30                              |
| K <sup>a</sup> - İ.G <sup>b</sup> | K <sup>a</sup> - İ.G <sup>b</sup> | K <sup>a</sup> - İ.G <sup>b</sup> | K <sup>a</sup> - İ.G <sup>b</sup> |
| Ön ıslatma uygulaması (24 saat)   |                                   |                                   |                                   |
| Tablalara ekim                    |                                   |                                   |                                   |
| Hasat (7. gün)                    |                                   |                                   |                                   |

<sup>a</sup>Gübresiz gruplar; <sup>b</sup>İnorganik gübre içeren gruplar

### 3.3.1. Yem Üretim Sisteminin Hazırlığı

Ekim öncesi yeşil yem üretim kabininin içi, sulama sistemi, ekim yapılacak tablalar ve ön ıslatma süreci için gerekli olan kovalar yıkanmış ve %10'luk CH<sub>2</sub>O ile dezenfekte edilmiştir. Sistem her 2 saatte bir 90 saniye süre ile sulama, 12 saat aydınlatma süresi ve 18-19 °C olacak şekilde programlanmıştır. Küflenme riskini en aza indirmek amacıyla sulama sularına günlük olarak 50 ml NaClO eklenmiştir.

### 3.3.2. Ön Islatma ve Ekim

Çalışma öncesi deneme ekimlerinde bitkilerin hasıl üretimine uygunluğu incelenmiştir. Fiğ kök yapısının tritikaleye göre daha gevşek yapıda olması ve birbirine tutunamamasından dolayı tek başına yapılan ekimlerde üretim ve hasat işlemi zorlaştığı için tritikale tohumlarına farklı oranlarda ek olarak kullanılmıştır. Bu nedenle %100 Triticale, %90 Triticale + %10 Fiğ, %80 Triticale + %20 Fiğ, %70 Triticale + %30 Fiğ oranlarında karıştırılarak elde edilen hasılların besin madde değişimleri incelenmiştir.

0,7 m<sup>2</sup>' lik 3 bölmeli tablalar ve her bir karışım için 4 bölme hazırlanmıştır. Ekim öncesi tohumlar ön ıslatma amacıyla 1000 gram tohum karışımı olacak şekilde  $\pm 1$  gr'a hassas teraziyle tartılmıştır.



**Şekil 3.1.** Ön ıslatma öncesi tohumların tartımı

Sterilizasyon için tüm gruplar 10 dakika boyunca %10'luk NaClO çözeltisi içerisinde bekletilerek süre sonunda 3-4 kez durulanmıştır. Tartılan tohumların üzerine su eklenmiş ve ön ıslatma amacıyla 24 saat bekletilmiştir. Süre sonunda su üstünde kalan sap-saman ve cansız tohumlar temizlenerek tartım işlemi tekrarlanmıştır. Hazırlanan tohumların tablalara ekimi yapılarak 7 günlük inkübasyon sürecine bırakılmıştır.



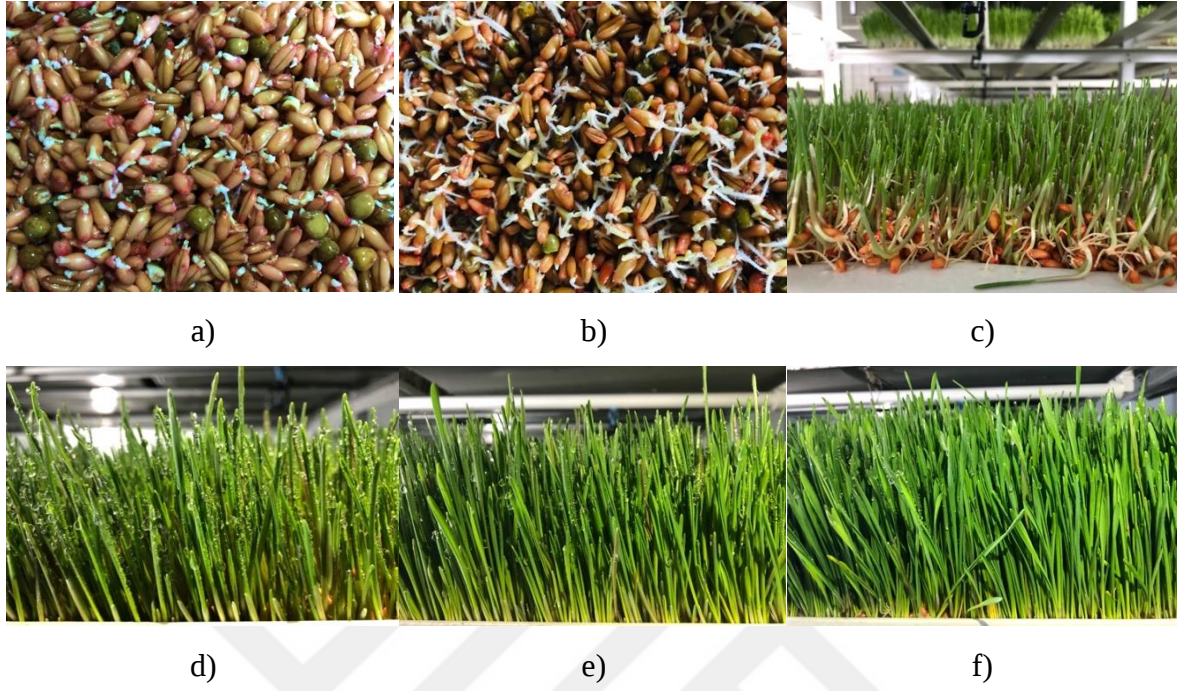
**Şekil 3.2.** Ön ıslatma süreci ve tartım

### 3.3.3. Ölçümler

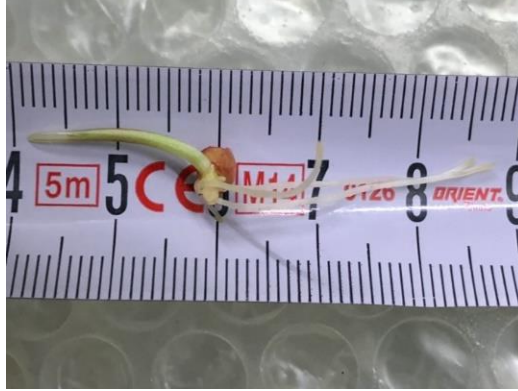
**Ön ıslatma sonrası ölçüm (kg):** Ekim öncesi 24 saat ön ıslatma yapılarak doygun hale gelen tohumların ilk ve son ağırlıkları tespit edilmiştir.

**Çimlenmiş tohumlarda kök ve sürgün ölçümü (mm):** Ekimi takip eden 3. günde kök ve sürgün oluşumunun belirgin hale geldiği gözlenmiştir. Büyüme hızını tespit etmek amacıyla mezura kullanılarak hasat süresi olan 7. güne kadar hasıl ölçümlerine devam

edilmiştir. Denemede her gruptan tesadüfen seçilmiş 6 bitkinin kök ve sürgün uzunlukları ölçülmüştür.



**Şekil 3.3.** a) 2.gün, b) 3.gün, c) 4.gün, d) 5. gün, e) 6.gün, f) 7. gün çimlenen yeşil hasılların görünümü



**Şekil 3.4.** Mezura yardımıyla kök ve sürgün ölçümü

#### 3.3.4. Hasat ve Örnekleme

Yedinci günün sonunda çimlenmiş hasıllar tablalardan çıkartılıp serilerek suyunun süzülmesi için 3 saat bekletilmiştir. Her tabladaki yeşil hasıl verimini belirlemek için  $\pm 1$  g hassas terazi ile tartılarak kaydedilmiştir.



**Şekil 3.5.** Hasat süresi sonunda ön kurutma işlemi için bekletilen yeşil hasıllar

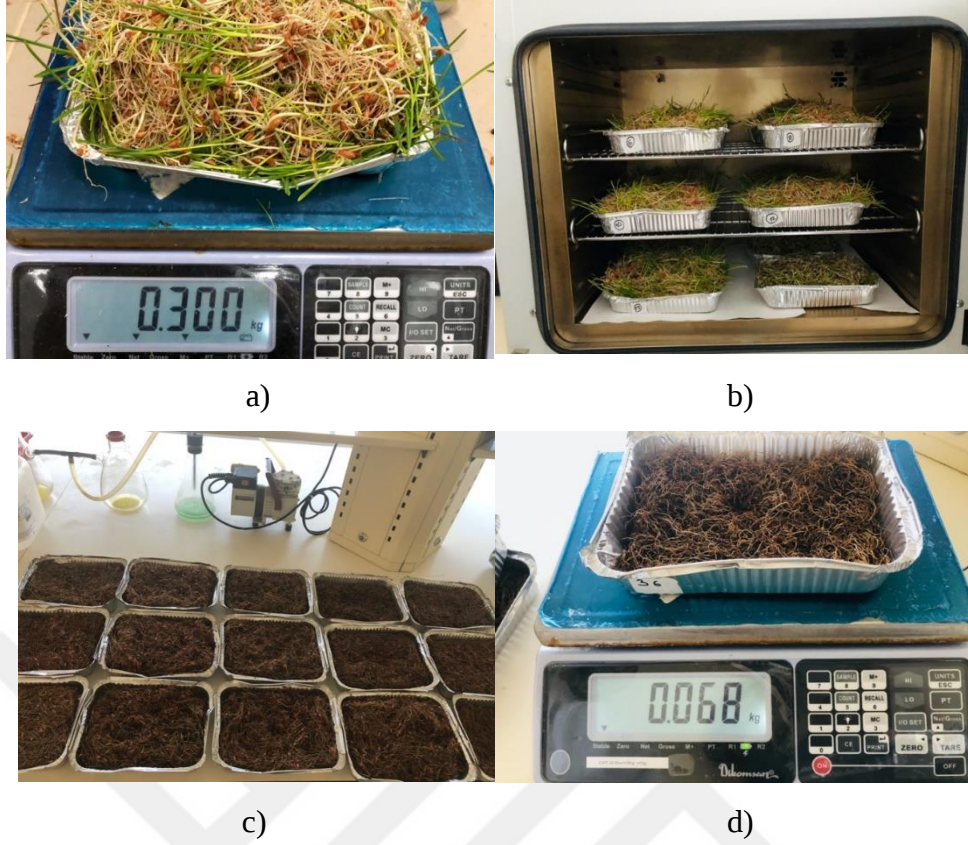
### **3.3.5. İnorganik Gübre Uygulamaları**

Sıvı gübre olarak, toplam %8 Azot (Amonyum azotu 1/8, Nitrat azotu 1/8, Üre azotu 6/8), %4 suda çözünür fosforpentaoksit ve %3 suda çözünür potasyum oksit içeren NPK gübre çözeltisi kullanılmıştır.

Eklenen sıvı gübre miktarı tarla kullanımı için tavsiye edilen miktar üzerinden hesaplanmış ve iki katı olarak kullanılmıştır.  $4000 \text{ m}^2$  alana sahip tarla için 1 litre sıvı gübre hesabı ile,  $20 \text{ m}^2$  hasıllatik alanı x 7 kat =  $140 \text{ m}^2$  alan için 35 ml sıvı gübre / 7 gün yetiştirme süresi = 5 ml ve 2 katı için = 10 ml günlük miktar olarak hesaplanmıştır.

### **3.3.6. Kimyasal Analizler**

Yemlerde besin madde analizi için, 1865 yılında Almanya’da Weende Araştırma İstasyonu’nda çalışan Henneberg ve Stohmann isimli araştırmacıların geliştirdikleri Weende analiz yöntemi kullanılmıştır. Alınan numunelerden kuru madde (KM), ham protein (HP), ham yağ (HY), ham selüloz (HS), ham kül (HK) analizleri yapılmıştır. Asit deterjan fiber (ADF) ve nötral deterjan fiber (NDF) analizleri ise Van Soest vd., (1991) yöntemine göre yapılmıştır. Her alt grubun 3 farklı noktasından toplam 300 gramlık örneklemeler alınmıştır.

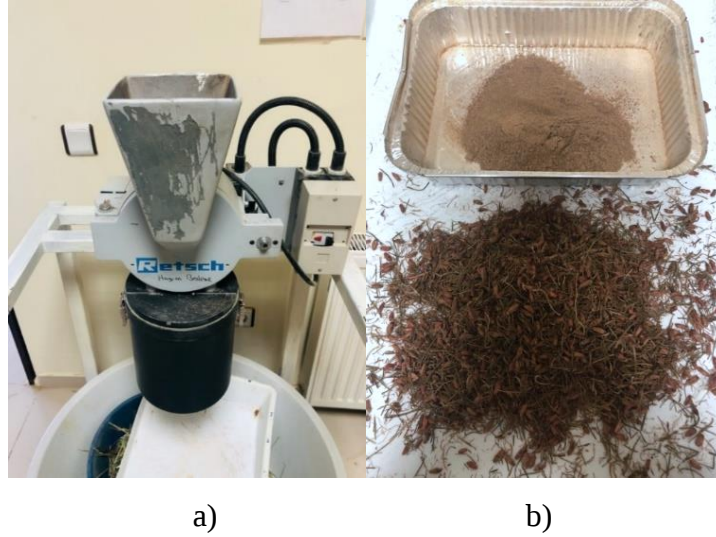


**Şekil 3.6.** a) Kurutma işlemi için numune tartımı, b) Numunelerin etüve yerleştirilmesi, c) Etüvde 48 saat kurutma sonrası numune görünümü, d) Kurutma işlemi sonrası numune tartımı

### 3.3.6.1. Kuru Madde Analizi

Hasıllar etüv içerisinde alüminyum kaplarda 48 saat süreyle 65°C’de ve tohumlar kuru madde kaplarında 24 saat süreyle 105°C’de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuştur. Yemlerin öğütülme işleminden sonra sabit ağırlıkta bulunan darası alınmış kuru madde kaplarına (a) 1’er gram olacak şekilde tartılmış (b) ve kuru madde tayinleri yapılmıştır. Desikatörde oda sıcaklığına ulaşmaya kadar bekletilen kaplar tekrar tartılmış (c) ve elde edilen değerler formül kullanılarak (AOAC, 1990; metot 934.01) yöntemine göre hesaplanmıştır.

$$\%KM = (c-a) \times 100 / b \quad (3.1)$$



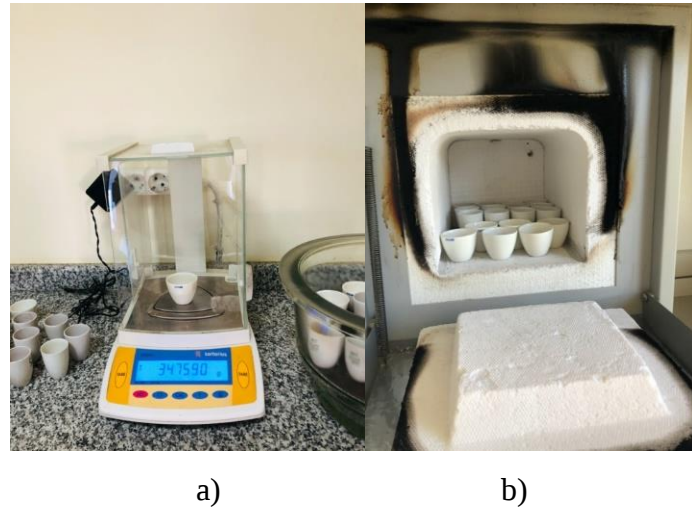
Şekil 3.7. a) Bitki öğütme değirmeni, b) Numunelerin öğütülmesi

### 3.3.6.2. Ham Kül Analizi

Yem maddesinin 550-650°C’ de yakıldıktan sonra geriye kalan inorganik maddelerden oluşmuş bölümüne ham kül adı verilir.

Sabit ağırlıkta bulunan darası alınmış (a) porselen krozelere (45x36 mm) öğütülmüş yem numunesinden yaklaşık 1 gram tartılarak eklenmiştir (b). Porselen krozeler 550-600°C’de 5-6 saat süreyle sabit ağırlığa ulaşınca kadar kül fırınında yakılmıştır. (CarboliteElf) Bu işlemden sonra desikatörde oda sıcaklığına ulaşınca kadar bekletilen kaplar tekrar tartılmış (c) ve elde edilen değerler formül kullanılarak (AOAC, 1990; metot 942.05) yöntemine göre hesaplanmıştır.

$$\% \text{ HK} = (c-a) \times 100 / b \quad (3.2)$$



Şekil 3.8. a) Hassas terazi yardımıyla krozelerin tartımı, b) Ham kül fırını

### 3.3.6.3. Ham Protein Analizi

Kjeldahl cihazı kullanılarak yapılan bu yöntem; yaş yakma, damıtma ve titrasyon olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmektedir. Analiz için yaklaşık bir gram numune protein tüpüne tartılmıştır. Tüp içerisine yakma tuzu karışımı [96,5 g azot içermeyen potasyum sülfat ( $K_2SO_4$ ) + 1,5 g bakır sülfat ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ) + 2 g toz selenyum (Se); Kjeldahl Catalyst; 1.10958 kodlu (Sigma-Aldrich) tablete göre dizayn edilmiştir.] eklenmiştir. Üzerine 25 ml konsantre  $H_2SO_4$  ilave edilmiş ve yakma cihazında (Gerhardt Kjeldatherm) 400 °C’ de 2,5 saat yakılmıştır. Yakma işleminden sonra soğuyan tüpler distilasyon bölümüne alınmıştır. Soğutma vanası açılarak bu aşamadan sonra analizin devamı cihaz tarafından otomatik olarak gerçekleştirilmiştir. Her tüpe 80 ml distile su, 78 ml  $H_3BO_3$  çözeltisi ve 80 ml %32’lik NaOH çözeltisi eklenmiştir. Distilasyon işlemi yaklaşık dört dakika sürmüştür. Bu işlem sonrasında 0,1 N  $H_2SO_4$  ile titrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. İşlem sonunda asit çözeltisinin sarfiyatı (ml) not edilerek, bu değer % ham protein hesabında kullanılmıştır.

1,4007: 0,1 ml 0,1 N HCl karşılık gelen azotun atom ağırlığı

A: Titrasyon asidinin normalitesi, (0,1 N)

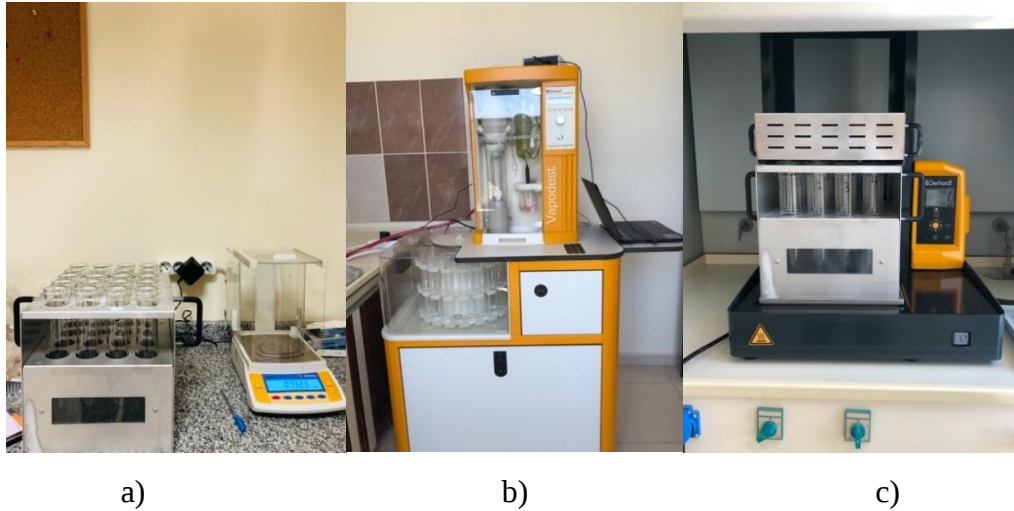
K: Standart Kjeldahl faktörü, (6,25)

T: Titrant harcaması, ml

H: Kontrol (kör) titrant harcaması, ml

Ö: Örnek ağırlığı, g

$$\text{Ham Protein (\%)} = (1,4007 \times A \times K \times (\bar{O} - H)) / \bar{O} \quad (3.3)$$



**Şekil 3.9.** a) Numunelerin hazırlanması, b) Azot – protein tayin cihazı distilasyon ünitesi, c) Yaş yakma ünitesi

#### 3.3.6.4. Ham Selüloz Analizi

Yem numunesinin asit ve alkalilerde kaynatıldıktan sonra geriye kalan protein, yağ ve azotsuz öz maddelerden arındırılmış kısmı ham selüloz olarak adlandırılır ve içerisinde selüloz harici hemiselüloz, lignin, pentozan ve kütin bulunmaktadır.

NaOH (PORT B) ve H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (PORT A) solüsyonları hazırlanarak doldurulmuş olan kimyasal solüsyon kutuları uygun raflara yerleştirilmiştir. Solvente dayanıklı kalem yardımıyla filtre keselerine test ve numune numarası verilmiştir. Filtre keseleri tartılarak kayıt altına alınmıştır. Numunelerden 1,0 gram ( $\pm 0,05$  gram) tartılmış ve filtre keselerine eklenmiştir. Boş bir filtre kesesi tartılarak boş torba kül düzeltmesi için analize katılmıştır. Numune keseleri ağız kısmından 0,4 cm mesafeden mühürlenmiştir. Filtre keseleri numune kompartımanına yerleştirilerek cihaz haznesine koyulmuştur.

Cihaz içerisindeki numuneler, 40 dakika asitle ekstraksiyon yapılmış ve asit sistemden tahliye olmuştur. Daha sonra iki kez sıcak su ile durulama, ardından 40 dakika bazla yıkama ve tekrar üç kez durulama yapılarak analiz tamamlanmıştır. Torbalar çıkarıldıktan sonra yıkanmış ve suyunu sıktıktan sonra behere alınmıştır. Beher üzerine tüm keseleri kaplayacak şekilde aseton ilave edilmiş ve 5 dakika beklenmiştir. Aseton dökülerek keseler sıkılmış ve dışarıda 10 dakika kurutmaya bırakılmıştır. Keseler etüvde 105 °C’de 2-4 saat kurumaya alınmıştır. Etüv sonrası filtre keseleri desikatöre alınarak ortam sıcaklığına gelince kadar bekletilmiş ve tartılmıştır. İçinde numune olan torbalar önceden tartılmış krozeler içerisinde 600 °C ( $\pm 15$  °C)’de 2 saat yakılmıştır. Desikatörde soğuduktan sonra tartılıp organik kısım ağırlığı hesaplanmıştır.

W1: Torba ağırlığı

W2: Numune ağırlığı

W4: Organik kısım ağırlığı (yakma sonrası numune ve torbalarda oluşan ağırlık kaybı)

C2: Boş torba kül düzeltmesi (yakma sonrasındaki boş torba ağırlığı / boş torbanın kendi ağırlığı)

$$\%HS: (W4 - (W1 \times C2)) \times 100 / W2 \quad (3.4)$$



a)

b)

**Şekil 3.10.** a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Filtre keselerinin yapıştırılması

### 3.3.6.5. Ham Yağ Analizi

Yem maddesinin petrol eteri ile ekstrakte edilmesi sonucu ortaya çıkan ekstrakta ham yağ adı verilir. Ekstrakt içerisinde hakiki yağlardan başka organik asitler, karoten, klorofil, lesitinler, alkoloidler, mumlar, reçineler, sterinler ve fosfotidler içerdiği için ham yağ adını almaktadır.

Etüvde yaklaşık 105 °C’ de 4 saat bekletilmiş ekstraksiyon beherleri desikatöre alınmıştır. Ortam sıcaklığına ulaşan beherlerin darası alınmıştır (a). Soxhlet ekstraksiyon kartuşları beher içerisine yerleştirilmiştir. Öğütülen numunelerde yaklaşık 0,5 gram tartılarak kartuş içerisine alınmıştır (b). Ekstraksiyon beherinin içerisinde bulunan kartuş üzerinden 100-140 ml petrol eteri ilave edilerek soxhlet ekstraksiyon cihazına yerleştirilmiştir. Analiz bitiminde beherler maşa yardımıyla alınarak içerisindeki kartuşlar çıkarılmış ve 105 °C’ de 2 saat etüvde bekletilmiştir. Etüvden alınan beherler desikatörde oda sıcaklığına ulaşınca kadar bekletilmiş ve sonrasında tartılmıştır (c).

c: Analiz sonu tartım, g

a: Yağ beheri darası, g

b: Örnek ağırlığı, g

$$\% \text{ HY} = (c-a) \times 100 / b \quad (3.5)$$



a)

b)

**Şekil 3.11.** a) Ekstraksiyon beheri, b) Otomatik yağ tayin cihazı

### 3.3.6.6. Asit Deterjan Fiber Analizi

Analiz için 57 µ gözenek çaplı F57 filtre keselerinin boş ağırlıkları (W1) ve yaklaşık olarak 0,5 gram ( $\pm 0,05$  gram) öğütülmüş numunelerden tartılmış (W2) ve filtre keselerine yerleştirilmiştir. Ek olarak boş bir kese tartılarak ağırlığı not edilmiştir (C1). Numune keselerinin ağız kısmı 0,4 cm mesafeden heat sealer kullanarak mühürlenmiştir. Hazırlanan numuneler cihaza yerleştirilmiştir. 2 lt ADF çözeltisi (ANKOM FAD20C+1N H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) lif analiz cihazına eklenmiştir. Bir saat boyunca; iki kez 5'er dakika sıcak saf su ile ardından 5 dakika soğuk saf su ile yıkandıktan sonra keseler 15 dakika asetonda bekletilmiştir. Asetondan çıkartılan numuneler asetonun uçması için 10 dakika kadar bekletilmiştir. Etüvde 102 $\pm$ 2 °C derecede 2– 4 saat arasında kurutulmuştur. Kurutulan numuneler desikatör torbaya alınarak oda sıcaklığında bekletilmiş ve tartılmıştır (W3). Elde edilen değerler formül kullanılarak (Van Soest vd., 1991) yöntemine göre hesaplanmıştır.

W1: Torba ağırlığı

W2: Numune ağırlığı

W3: Ekstraksiyon sonrası ağırlık

C1: Boş torba düzeltme faktörü (etüvde kurutma sonrasındaki ağırlık / boş torbanın kendi ağırlığı)

$$\%ADF = (W3 - (W1 \times C1)) \times 100 / W2 \quad (3.6)$$



a)

b)

**Şekil 3.12.** a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) F57 filtre keselerine numune tartımı

### 3.3.6.7. Nötral Deterjan Fiber Analizi

Solüsyon hazırlığı için; 1,8 litre saf suya 120 gr FND20C/1 ve 20 ml trietilen glikol FND20C/2 ekleyerek çözünene kadar manyetik karıştırıcıda karıştırılmış ve 2 litreye tamamlanmıştır. Cihaz haznesine yerleştirilen numunelerin üzerine hazırlanan çözelti eklenerek üzerine 20 gram sodyum sülfite ve 4 ml alfa amilaz eklenmiştir. Solvente dayanıklı kalem ile keselere numara verilmiştir. Filtre kesesi boş halde tartılmıştır (W1). Numunelerden 0,5 gram ( $\pm 0,05$  gr) tartılmıştır (W2). Boş bir filtre kesesi tartılarak ağırlığı kayıt altına alınmıştır (C1). Numune eklenen keseler heat sealer kullanarak üst kısımlarının 0,4 cm altından mühürlenmiştir. Cihaz tarafından, 2 lt NDF çözeltisi (ANKOM FND20C) lif analiz cihazına eklenerek 1 saat sonra 4 ml  $\alpha$ -amilaz ve 20 gram sodyum sülfitle, 5 dakika sıcak saf suyla yıkandıktan sonra tekrar 4ml  $\alpha$ -amilaz eklenerek 5 dakika sıcak saf su ve 5 dakika soğuk saf suyla yıkanmış ve torbalar hafifçe sıkılarak 15 dakika asetonda bekletilmiştir. Keseler, asetonun uçması için 10 dakika açık havada bekletilmiştir. Etüvde 105 °C’de 2- 4 saat sabit ağırlığa ulaşınca kadar kurutulmuştur. Numuneler son olarak desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına ulaşınca kadar bekletilerek tartılmıştır (W3). Elde edilen değerler formül kullanılarak (Van Soest vd., 1991) yönteme göre hesaplanmıştır.

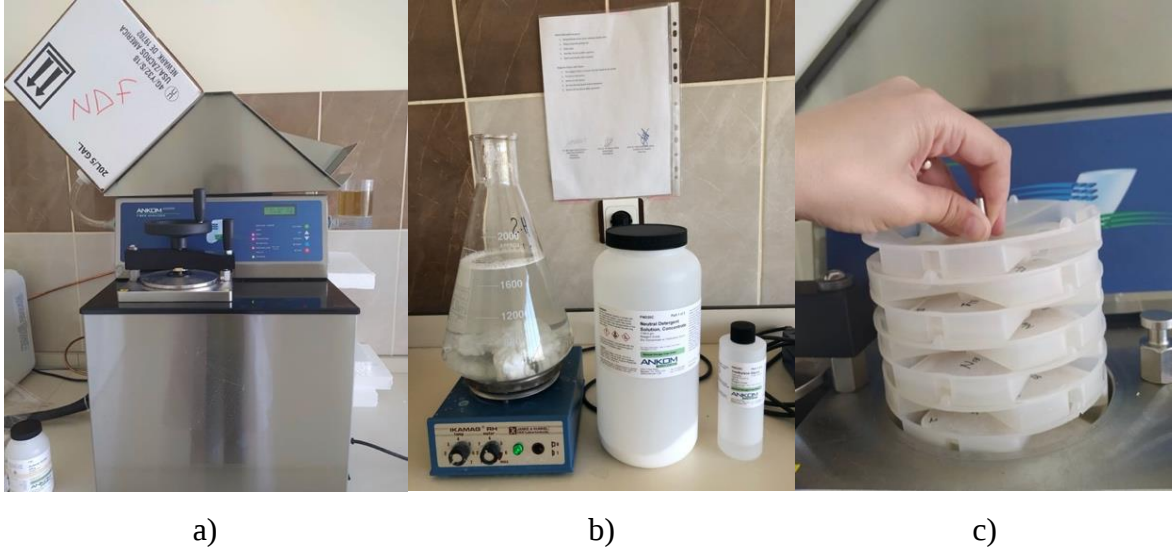
W1: Torba ağırlığı

W2: Numune ağırlığı

W3: Ekstraksiyon sonrası ağırlık

C1: Boş torba düzeltme faktörü (etüvde kurutma sonrasındaki ağırlık / boş torbanın kendi ağırlığı)

$$\%NDF = (W3 - (W1 \times C1)) \times 100 / W2 \quad (3.7)$$



**Şekil 3.13.** a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Solüsyon hazırlığı, c) Numunelerin yerleştirilmesi

### 3.3.7. İstatiksel Analizler

Gruplar arasında homojenite Levene testi ile belirlenmiştir ( $P>0,05$ ). Bağımsız değişkenler bağımlı değişkenlere göre eşit varyansta dağılmıştır. Gruplar arası farklılığın önem seviyesinin belirlenmesinde One-Way ANOVA ve ortalamalar arasındaki farklılığın kaynağını testi için Post Hoc testlerinden Tukey testi kullanılmıştır. İnorganik gübreli ve gübresiz gruplar arası farklılığın önem seviyesinin belirlenmesinde Student-t testi kullanılmıştır (Dawson ve Trapp, 2001). Sonuçlar minimum %5 hata payı ile incelenmiş ve istatistiksel analizler için SPSS 14.1 paket programından yararlanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Deneme grupları tohumlarının besin maddesi değerleri ile 7 günlük inkübasyon sonucunda çimlendirilmiş hasıllarının yem değerleri arasındaki değişimi ve yem değerinin arttırılmasına yönelik sulama suyuna sıvı gübre eklenen ve eklenmeyen olarak farklı grupların incelendiği bu çalışmada; T100, TF10, TF20, TF30 karışımlarının yeşil ot verimi, bitki boyları ve besin madde değişimleri incelenmiştir.

### 4.1. Kök ve Sürgün Uzunluklarının Değişimi

İnorganik gübreli (Tablo 4.2.) ve gübresiz (Tablo 4.1.) olarak her iki grup incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında kök ve sürgün uzunluklarının günlere göre değişimi istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $P < 0,001$ ).

Arpa ve yulaf yeşil hasılının farklı günlerde besin madde içeriklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; %100 arpa, %100 yulaf ve %75 arpa + %25 yulaf tohumu karışımı kullanılmıştır. Hasılların boy uzunlukları 5. ve 7. günlerde incelendiğinde sırasıyla 7,12 cm ve 17,75 cm, 3,62 cm ve 12,22 cm, 5,75 cm ve 16,12 cm olarak bildirilmiştir (Gümüş ve Bayır, 2020).

Al- Karaki ve Al-Momani (2011) farklı arpa çeşitlerini hidroponik sistemde yetiştirerek oluşan yeşil hasıl uzunluklarını 18,7- 22,7 cm arasında belirlerken, Karaşahin (2017a) yapmış olduğu çalışmada; farklı çeşitlerdeki arpa yeşil hasıllarını gübre kaynağı olarak deniz yosunu kullanarak 10. günde hasat etmiştir. Çeşitlere göre en yüksek bitki boyu değerleri 20 cm iken en düşük değer 12,5 cm olarak bildirilmiştir. Emam (2016), boy uzunluklarının 6-10 cm aralığında değişiklik gösterdiğini ve Yousof vd., (2017) ise hasıl uzunluklarının 12-16 cm arasında olduğunu belirterek, değişimlerin sebebi olarak yetiştiricilikte ek besin maddesi solüsyonu kullanım durumunun olabileceğini bildirmiştir.

Farklı yetiştirme süresi ve gübre uygulamalarının incelendiği çalışmada; en yüksek bitki boyu uzunluğunun 10. günde 15,5 cm değerinde iken en düşük uzunluğun 9,0 cm ile 6. gün uygulamasından elde edildiği bildirilmiş ve farklı gübreleme uygulamalarının ise bitki boyu üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirtilmiştir (Karaşahin, 2017b).

Yeşil yem üretim kabininde kontrollü koşullarda yapılan deneme düzeni ile büyüme düzenleyici ve ön ıslatma uygulamalarının tohumların çimlenme performansına etkilerinin incelendiği bir çalışmada; %2'lik giberellik asit muamelesi ile 12 ve 24 saat ön ıslatma uygulamalarında kök ve sürgün uzunluğu değerleri daha iyi sonuç vermiştir. Ses dalgaları uygulamaları ise kontrole göre gelişimi olumsuz düzeyde etkilemiştir (Özkan, 2012).

Literatür taraması yapıldığında verilen değerlerin bulgularımızdan daha yüksek değerler taşıdığı görülmektedir. Boy uzunlukları arasındaki farklılık; kullanılan tohum çeşidi ve kalitesi, tohum yoğunluğu, ön ısılatma süresi, sulama süresi ve sıklığı, bitki besin elementi varlığı ve farklılığı, sıcaklık, nem, ışık şiddeti, yetiştirme süresi gibi parametrelerden kaynaklandığı varsayılmaktadır.

**Tablo 4.1.** Sıvı gübre içermeyen yeşil hasılların günlere göre boy uzunlukları, (cm)

| Grup     | 3.gün     | 4.gün     | 5.gün     | 6.gün     | 7.gün      |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| T100     |           |           |           |           |            |
| Sürgün   | 1,40±0,11 | 3,06±0,19 | 3,88±0,25 | 7,43±0,29 | 10,82±0,21 |
| Kök      | 2,57±0,13 | 3,68±0,34 | 4,30±0,39 | 6,45±0,23 | 9,34±0,36  |
| TF10     |           |           |           |           |            |
| T-Sürgün | 1,62±0,08 | 3,15±0,19 | 5,22±0,18 | 7,08±0,25 | 10,41±0,32 |
| T-Kök    | 2,75±0,26 | 3,70±0,41 | 5,50±0,36 | 6,83±0,22 | 9,05±0,25  |
| F-Sürgün | 0,31±0,05 | 0,88±0,07 | 1,67±0,07 | 2,90±0,26 | 5,23±0,23  |
| F-Kök    | 1,91±0,13 | 2,70±0,23 | 3,71±0,20 | 4,67±0,19 | 6,04±0,19  |
| TF20     |           |           |           |           |            |
| T-Sürgün | 1,63±0,12 | 2,85±0,20 | 4,67±0,26 | 6,90±0,19 | 10,50±0,25 |
| T-Kök    | 2,65±0,19 | 3,64±0,33 | 5,21±0,44 | 7,25±0,24 | 10,03±0,20 |
| F-Sürgün | 0,21±0,03 | 0,87±0,05 | 1,55±0,10 | 2,94±0,13 | 5,64±0,20  |
| F-Kök    | 2,27±0,10 | 2,70±0,16 | 3,34±0,26 | 4,60±0,27 | 6,38±0,22  |
| TF30     |           |           |           |           |            |
| T-Sürgün | 1,61±0,09 | 3,06±0,20 | 5,01±0,23 | 6,36±0,36 | 10,64±0,26 |
| T-Kök    | 2,29±0,19 | 3,75±0,30 | 5,17±0,39 | 6,36±0,40 | 9,60±0,22  |
| F-Sürgün | 0,21±0,03 | 0,95±0,08 | 1,67±0,15 | 2,77±0,14 | 5,75±0,31  |
| F-Kök    | 2,15±0,09 | 2,54±0,18 | 3,56±0,18 | 5,07±0,17 | 6,14±0,32  |
| P 0,001  |           |           |           |           |            |

**Tablo 4.2.** Sıvı gübre içeren yeşil hasılların günlere göre boy uzunlukları, (cm)

| Grup     | 3.gün     | 4.gün     | 5.gün     | 6.gün     | 7.gün      |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| T100     |           |           |           |           |            |
| Sürgün   | 1,60±0,12 | 3,50±0,14 | 4,79±0,33 | 7,36±0,16 | 10,75±0,24 |
| Kök      | 2,37±0,13 | 3,53±0,19 | 4,87±0,38 | 6,26±0,16 | 10,00±0,14 |
| TF10     |           |           |           |           |            |
| T-Sürgün | 1,30±0,05 | 3,15±0,14 | 4,74±0,19 | 7,40±0,27 | 11,31±0,40 |
| T-Kök    | 2,20±0,16 | 3,95±0,29 | 5,11±0,23 | 6,61±0,21 | 9,65±0,37  |
| F-Sürgün | 0,21±0,02 | 0,95±0,06 | 1,65±0,08 | 2,88±0,27 | 5,80±0,17  |
| F-Kök    | 1,87±0,14 | 2,52±0,22 | 3,33±0,32 | 4,50±0,27 | 6,24±0,18  |
| TF20     |           |           |           |           |            |
| T-Sürgün | 1,57±0,05 | 3,32±0,20 | 4,95±0,28 | 8,11±0,31 | 10,76±0,20 |
| T-Kök    | 2,40±0,20 | 4,61±0,28 | 6,05±0,53 | 7,71±0,30 | 10,13±0,30 |
| F-Sürgün | 0,13±0,01 | 0,92±0,05 | 1,45±0,14 | 3,10±0,10 | 5,65±0,18  |
| F-Kök    | 1,98±0,06 | 3,23±0,18 | 3,87±0,16 | 4,77±0,27 | 6,17±0,18  |
| TF30     |           |           |           |           |            |
| T-Sürgün | 1,55±0,09 | 3,10±0,14 | 5,50±0,23 | 7,79±0,33 | 10,92±0,31 |
| T-Kök    | 2,52±0,18 | 3,40±0,27 | 5,74±0,20 | 7,64±0,41 | 9,67±0,24  |
| F-Sürgün | 0,15±0,04 | 0,87±0,11 | 1,66±0,12 | 2,82±0,21 | 5,44±0,26  |
| F-Kök    | 1,75±0,14 | 2,78±0,23 | 3,67±0,26 | 5,29±0,17 | 6,24±0,18  |
| P 0,001  |           |           |           |           |            |

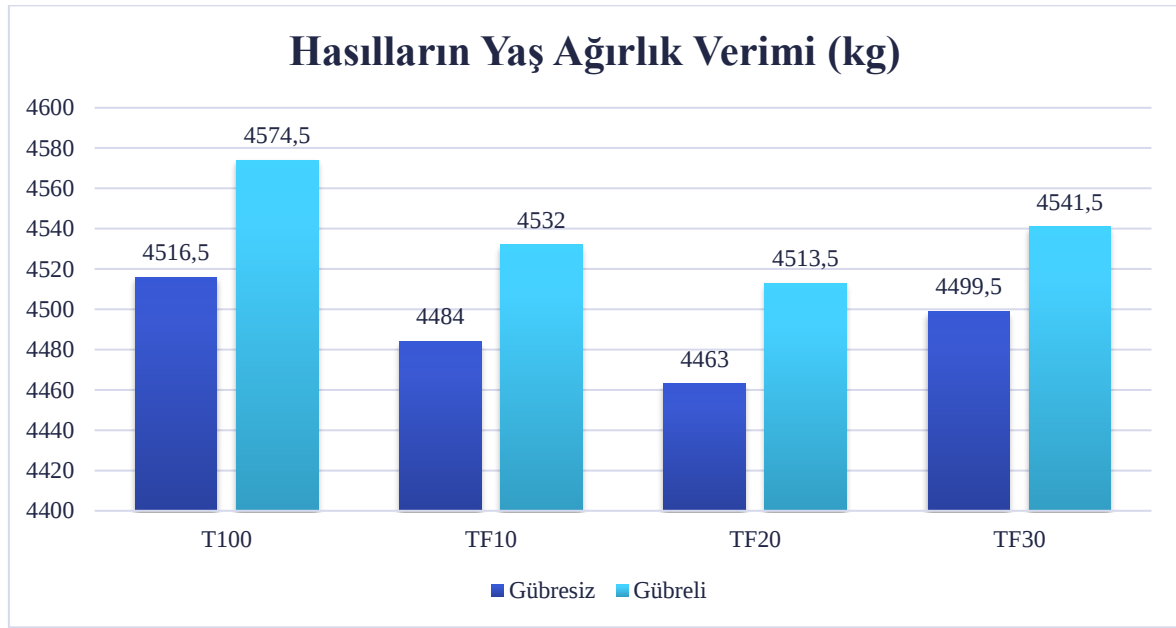
#### 4.2. Yaş Ağırlık Verimi ve Kuru Madde Analizi

Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar yaş ağırlık bakımından incelendiğinde; T100, TF10, TF20, TF30 gruplarında sırasıyla 4516,5, 4844, 4463 ve 4499,5 değerleri elde edilmiştir. Gübresiz gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Sıvı gübre içeren T100, TF10, TF20, TF30 gruplarında ise sırasıyla; 4574,5, 4532, 4513,5 ve 4541,5 kg olarak değerler kaydedilmiş (Tablo 4.3.) ve gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır ( $P>0,05$ ).

Bulgularımızla benzer sonuçları elde eden bir çalışmada; arpa çeşitlerin yeşil yem tohum<sup>-1</sup> oranının 4,74- 6,0 kg değerleri arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Al-

Karaki ve Al-Momani, 2011). Yousof vd., (2017) yapmış oldukları çalışmada farklı yerel arpa çeşitleri arasında bu oranın 4,5- 5,5 kg değerleri arasında değiştiğini belirtmiştir. Yapılan bir diğer araştırmada; arpa çeşitleri arasında en yüksek yeşil yem verimi (11,9 kg) ve yeşil yem tohum<sup>-1</sup> oranı (5,45 kg) Atılır çeşidinden elde edilmiştir. Değerler arasındaki bu değişkenliğin tohumların bin dane ağırlıkları, kavuz kalınlıkları veya genetik yapı farklılığından kaynaklandığı varsayılmaktadır (Karaşahin, 2017a).

**Tablo 4.3.** Gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre yeşil yem verimi, (kg)



Çalışmada kullanılan gruplar arasında tohum oranına göre en yüksek yaş ağırlık verimi (Tablo 4.3.) sıvı gübre içeren T100 grubundan, en düşük değer ise sıvı gübre içermeyen TF20 karışımından elde edilmiştir. Gübresiz ve gübreli grupların yaş ağırlıkları birbiri ile karşılaştırıldığında T100 (sırasıyla 4516,5, 4574,5) ve TF20 grubunda (sırasıyla 4463, 4513,5) fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). TF10 ve TF30 gruplarında ise fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). Genel olarak sıvı gübre kullanımının tüm gruplarda yaş ağırlığı artırdığı söylenebilir (Tablo 4.16.).

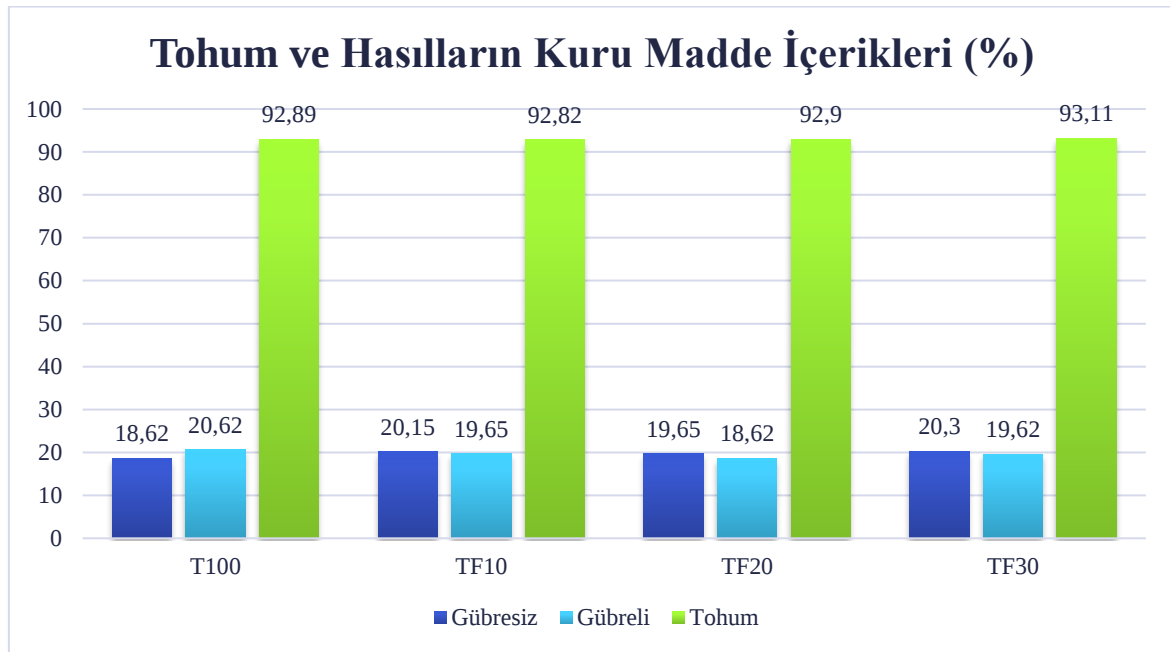
Tohumların çimlenmesi ile yaş ağırlığın artışına karşıt olarak kuru madde miktarında düşüş olduğu görülmektedir. Tohumların kuru madde değerleri incelendiğinde; T100, TF10, TF20, TF30 gruplarında sırasıyla %92,89, %92,82, %92,90 ve %93,11 değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.13.).

Kuru madde bakımından sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar incelendiğinde; T100, TF10, TF20, TF30 gruplarında

sırasıyla %18,62, %20,15, %19,65 ve %20,30 bulunmuştur (Tablo 4.4.) ve gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllarda ise; T100, TF10, TF20, TF30 gruplarında sırasıyla KM değerleri %20,62, %19,65, %18,62 ve %19,62 oranında bulunmuş olup, gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.4.).

**Tablo 4.4.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre kuru madde içerikleri, (%)



Gübresiz ve gübreli hasıl gruplarının kuru madde içeriği incelendiğinde T100 (sırasıyla 18,62, 20,62), TF10 (sırasıyla 20,15, 19,65) ve TF30 (sırasıyla 20,30, 19,62) grupları arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.16.). TF20 grubunda (sırasıyla 19,65, 18,62) ise fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Çalışmada en yüksek kuru madde içeriği; gübre içeren hasıllarda T100 grubunda (20,62) ve en düşük değer ise gübresiz T100 ve gübreli TF20 grubundan (18,62) elde edilmiştir. KM verimleri tüm karışımlarda tohumlara göre değerlendirildiğinde %78,1- 79,9 oranında arasında azalmıştır.

Literatür taramasında hidroponik sistemlerde yetiştirilen arpa hasıllarının kuru madde oranları incelendiğinde; Yousof vd., (2017) %10-13, Al-Karaki ve Al-Momani (2011) %11,9- 12,2 ve Emam (2016) %13- 20 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir.

Gübre kaynağı olarak deniz yosununun kullanıldığı ve arpa çeşitlerinin hidroponik sistemde 10. gün hasat edildiği çalışmada; en yüksek kuru madde oranı Kral-97 çeşidinden (%25,10) ve en düşük değer ise Zeynelağa (%13,27) çeşidinden elde edilmiştir ( $P<0,01$ ) (Karaşahin, 2017a). Karaşahin (2017c) yaptığı bir diğer çalışmada farklı tohum miktarlarının arpa yeşil hasılı üzerine etkilerini inceleyerek en yüksek kuru madde oranı değerlerinin 4,4 ve 6,6 kg m<sup>-2</sup> uygulamalarından (19,0, 18,9) ve en düşük kuru madde oranı değerlerinin ise 1,1 ve 2,2 kg m<sup>-2</sup> uygulamalarından (14,7, 14,6) elde ettiğini bildirmiştir.

Çimlendirme süresinin 4, 7, 10 ve 13. günlerinde hasat edilen arpa yeşil hasılının besin maddelerinin incelendiği bir çalışmada, hasat zamanı ilerledikçe kuru madde oranında önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir ( $P<0,05$ ) (Akbağ vd., 2014). Arpa yeşil hasılının 6., 7. ve 8. günlerinde alınan örnekler incelendiğinde yaş ağırlığın kuru maddeye oranının sırasıyla %19,27, %14,35 ve %13,3 olduğu ve hasat zamanının gecikmesi ile kuru madde miktarında düşüş meydana geldiği bildirilmiştir (Fazaeli vd., 2012). Yedinci gün hasat edilen arpa hasıllarının bazı parametreler yönünden tohumla kıyaslanması sonucunda kuru madde miktarında %21,9 ve gros enerji miktarında %2 düşüş, ham protein ve ham kül ile potasyum ve mangan hariç tüm mineral madde miktarında artış gözlenmiştir (Dung vd., 2010). Hidroponik yeşil yeminin doğal halde KM içeriği kök, çim ve çim + kökte sırasıyla; %6,51, %8,35 ve %17,94 olarak belirlenmiştir (Sarıççek vd., 2018).

Arpa tohumuna farklı oranlarda fiğ ve aspir tohumlarının eklenmesi ve sulama suyuna sıvı gübre ilavesi ile yem değerleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada yeşil ot veriminin 1 kg'dan 5,13 ile 5,6 kg değerleri arasında değiştiği bildirilmiş ve kuru madde verimleri incelendiğinde ise; tohumlara göre en düşük kuru madde kaybı %20,9 ile sıvı gübre kullanılan arpaya ek %10 fiğ karışımından elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Kuru madde içerikleri %14,40 ile %10,8 arasında değişim göstermiştir (Özdemir, 2017).

Yulaf yeşil hasılının düşük ve yüksek konsantrasyonlarının sığırların beslenmesinde etkilerinin incelendiği çalışmada; tohumlar 21 °C' de floresans ışığı ile 6 gün boyunca günde yarım saat sulanarak 6. gün sonunda 100 gr tohumdan (KM: %89,7) 550 gr yeşil hasıl (KM: %13,4) elde edilmiştir. Yulaf tohumlarının çimlendirilmesiyle %18 kuru madde kaybı gerçekleştiği bildirilmiştir (Hillier ve Perry, 1969).

Taze yeşil yem üretiminde kullanılan arpanın çimlenme performansının artırılması için giberellik asit, ön ıslatma ve ses dalgalarının etkilerini tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada; yeşil ağırlık ve kuru madde artışı %2'lik giberellik asit uygulaması ve ön ıslatma uygulamalarından olumlu düzeyde etkilendiği bildirilmiştir (Özkan, 2012).

Kısa sürede yetiştiriciliğe imkan sağlayan yeşil hasılların hidroponik sistemlerde çimlenme süreci içerisinde, metabolik aktivite ve solunum sonucu kuru madde kayıpları yaşanmaktadır. Sürecin 3. gününde kloroplast oluşumuyla birlikte fotosentez başlamakta yine de fotosentezle elde edilen kuru madde miktarı kayıpları karşılayamamaktadır (Dung vd., 2010). Belirtilen literatürlerin de desteklediği üzere çimlenme verilerinde gözlenen kuru madde kaybı metabolik aktivite nedeniyle meydana gelmiştir. Çalışmalarda elde edilen yaş ağırlık ve kuru madde bulgularının farklı aralığa sahip olmasından nedeni farklı sistem ve uygulamaların kullanılması olarak gösterilebilir. Sulama sıklığı ve pH, ön ıslatma süresi, tohumun çeşit ve kalite özellikleri, ekim yoğunluğu, sıcaklık, nem, ışık ve bitki besin elementleri varlığı gibi faktörlerin çalışma sonuçlarında farklılık yaratabileceği varsayılmaktadır.

#### 4.3. Yaş Ağırlık Verimine Göre Maliyet Analizi

Yapılan araştırma sonucunda; yem üretim kabininde ekimi yapılan 1 kg tohumdan yaklaşık 4,5 kg yeşil hasıl elde edildiği sonucuna ulaşılmış ve her bir deneme grubu için maliyeti hesaplanmıştır (Tablo 4.5.).

**Tablo 4.5.** Deneme gruplarına göre yeşil hasılların maliyet analizi

| %100 Tritikale<br>(T100) | %90 Tritikale + %10 Fiğ<br>(TF10) | %80 Tritikale + %20 Fiğ<br>(TF20) | %70 Tritikale + %30 Fiğ<br>(TF30) |
|--------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 0,40 kr/kg               | 0,43 kr/kg                        | 0,46 kr/kg                        | 0,50 kr/kg                        |

\*Tritikale: 1,5 TL/kg, Fiğ: 3 TL/kg, Elektrik-Su Maliyeti: 0,30 kr/kg olarak hesaplanmıştır.

\*\*Üretim kabininde ekimi yapılan 1 kg tohumdan yaklaşık 4,5 kg yeşil hasıl elde edilmiştir.

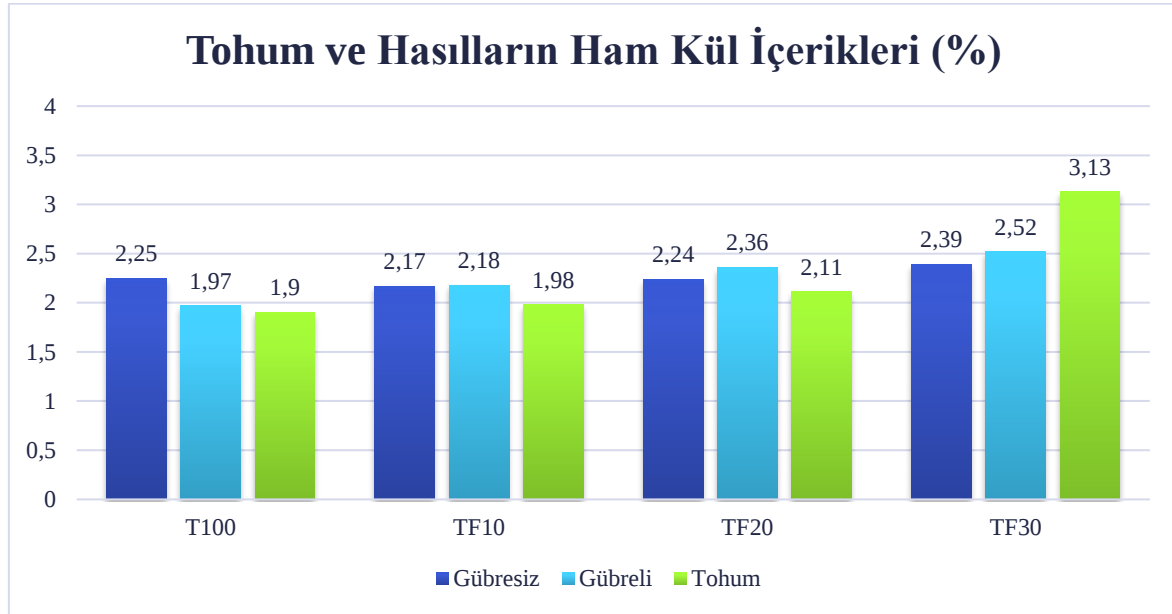
#### 4.4. Ham Kül Analizi

Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen yeşil hasılların ham kül değerleri incelendiğinde; T100, TF10, TF20, TF30 gruplarından sırasıyla %2,25, %2,17, %2,24, %2,39 değerleri elde edilmiştir. Gübresiz gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen yeşil hasılların ham kül değerleri (Tablo 4.6.) ise; T100, TF10, TF20, TF30 gruplarında sırasıyla %1,97, %2,18, %2,36 ve %2,52 olarak bulunmuştur. Gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Tohumların ham kül değerleri (Tablo 4.13.) incelendiğinde ise; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarından sırasıyla %1,90, %1,98, %2,11 ve %3,13 değerleri elde edilmiştir.

**Tablo 4.6.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham kül içerikleri, (%)



Gübresiz ve gübreli hasıllar ham kül içeriği bakımından incelendiğinde (Tablo 4.16.) T100 grubunda (sırasıyla 2,25, 1,97) fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). TF10 (sırasıyla 2,17, 2,18), TF20 (sırasıyla 2,24, 2,36) ve TF30 (sırasıyla 2,39, 2,52) gruplarında ise fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ).

Yapılan çalışmada; en yüksek ham kül içeriği gübreli TF30 grubundan (2,52) ve en düşük içerik ise gübreli T100 (1,97) grubundan elde edilmiştir. HK oranları tüm karışımlarda tohumlara göre incelendiğinde; T100, TF10 ve TF20 gruplarında %3,7- 18,4 oranında artmış ve TF30 grubunda ise %19,5- 23,6 oranında azalmıştır.

Yapılan bir çalışmada tohumda %2,87 değerinde bulunan ham kül içeriğinin çimlenmenin 7. gününde %3,32'ye yükseldiği bildirilmiştir (Peer ve Leeson, 1985). Dung vd., (2010) tohumdaki %2'lik ham kül içeriğinin 7 günlük inkübasyon sonrasında %4,3'e yükseldiğini, Akbağ vd., (2014) çimlenmenin 4. gününde kuru madde bazında %4,4 olan ham kül içeriğinin %5,8'e kadar yükseldiğini, Emam (2016) farklı arpa çeşitlerinin HK içeriğinin %2,27- 3,43 arasında değiştiğini, Saidi ve Omar (2015) hidroponik sistemde yetiştirilen arpa yeşil hasılının 8. günde çimlenme sonrası ham kül içeriğinin %2,2'den

%3,6'ya artış gösterdiğini ve Karaşahin (2017a) 10. günde arpa yeşil hasılının çeşitlere göre %2,33 -3,48 arasında HK değerleri taşıdığını bildirmiştir.

Hidroponik sistemde arpa ve yulaf tohumlarının kullanıldığı çalışmada; 5. günde ham kül değerleri yulaf, arpa ve arpa + yulaf hasılı grubunda sırasıyla %4,52, %3,81 ve %3,44 iken 7. günde %4,81, %4,21 ve %4,62 olarak belirlenmiştir (Gümüş ve Bayır, 2020).

Fiğ ve aspir tohumlarının arpa tohumuna farklı oranlarda eklenmesi ve sıvı gübrenin yem değerleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; tüm gruplar tohumlarıyla kıyaslandığında ham kül kaybı meydana gelmiş ve bu kayıplar %1,1- 14,9 arasında değişmiştir. Grupların ham kül içeriği %3,12 ile %4,05 arasında değişiklik göstermiştir (Özdemir, 2017).

Farklı literatürler incelendiğinde ham kül içeriği miktarlarının %2-5,8 arasında değiştiği ve çalışmamızla kısmen uyum içerisinde olduğu görülmektedir. Çimlenme periyodunda tohumun yapısında bulunan mineral maddelerin enzim etkisiyle parçalanıp suda çözünür hale gelmesi ve sulama yoluyla yıkanarak kaybolduğu varsayılmaktadır.

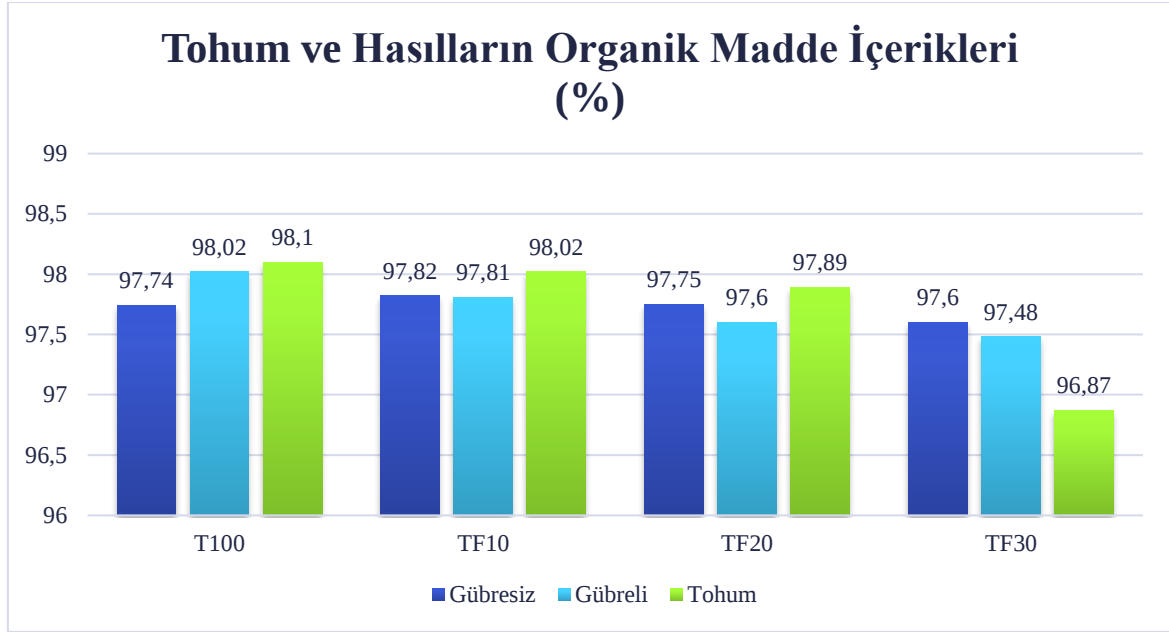
#### **4.5. Organik Madde Değişimi**

Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar organik madde bakımından (Tablo 4.7.) incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %97,74, %97,82, %97,75 ve %97,60 değerleri elde edilmiştir ve aradaki fark istatistiki açıdan önemli düzeydedir ( $p<0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar organik madde bakımından incelendiğinde ise; %98,02, %97,81, %97,60 ve %97,48 değerleri elde edilmiştir ve aradaki fark istatistiki açıdan önemli düzeydedir ( $p<0,05$ ).

Tohumların organik madde değerleri incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %98,10, %98,02, %97,89 ve %96,87 değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.13.).

**Tablo 4.7.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre organik madde içerikleri, (%)



Gübresiz ve gübreli hasılların organik madde içeriği karşılaştırıldığında (Tablo 4.16.); T100 (sırasıyla 97,74, 98,02) ve TF20 (sırasıyla 97,75, 97,60) gruplarında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). TF10 (sırasıyla 97,82, 97,81) ve TF30 (sırasıyla 97,60, 97,48) gruplarında ise fark önemsiz bulunmuştur ( $p > 0,05$ ). En yüksek organik madde içeriği gübreli T100 grubunda ve en düşük ise gübreli TF30 grubundan elde edilmiştir. Tohumların organik madde içeriğine göre az miktarda düşüş gözlenmiştir.

Bulgularımızla benzerlik taşıyan diğer çalışmalarda; Peer ve Leeson (1985) tohumların 7. günlük inkübasyon sonrası organik madde içeriğini %96,68, Dung vd., (2010) %95,7, Emam (2016) farklı arpa çeşitlerinde %97,73- 96,57 arasında değiştiğini, Saidi ve Omar (2015) hidroponik sistemde yetiştirilen arpa yeşil hasılının 8. günde OM içeriğini %96,4 ve Karaşahin (2017a) 10. günde arpa yeşil hasılının çeşitlere göre %96,52- 97,67 arasında organik madde değerleri taşıdığını bildirmiştir.

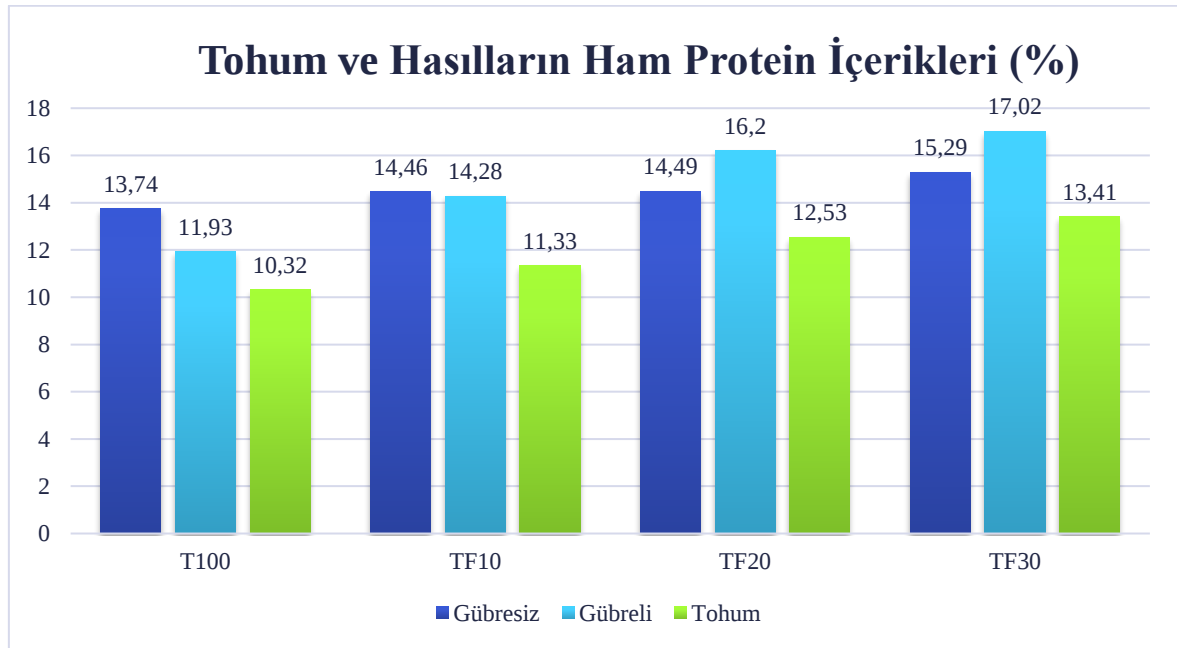
#### 4.6. Ham Protein Analizi

Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar ham protein bakımından (Tablo 4.8.) incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %13,74, %14,46, %14,49 ve %15,29 değerleri elde edilmiştir ve fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar incelendiğinde ise; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla (Tablo 4.8.) %11,93, %14,28, %16,20 ve %17,02 değerleri elde edilmiştir ve fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Tohumların ham protein değerleri incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %10,32, %11,33, %12,53 ve %13,41 değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.13.).

**Tablo 4.8.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham protein içerikleri, (%)



Gübresiz ve gübreli hasıllar birbiri ile karşılaştırıldığında T100 (sırasıyla 13,74, 11,93), TF20 (sırasıyla 14,49, 16,20) ve TF30 (15,29, 17,02) gruplarında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). TF10 grubunda ise (sırasıyla 14,46, 14,28) fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.16.). En yüksek ham protein içeriği gübreli TF30 grubunda, en düşük değer ise gübreli T100 grubundan elde edilmiştir.

Gübresiz ve gübreli olarak her iki grupta da tritikaleye ek proteince zengin fiğ tohumlarının karıştırılması ham protein içeriğini arttırdığı söylenebilir. Tohumların ham protein içeriğine göre yeşil hasıllarda bu içerik %14- 33,1 oranında artış göstermiştir.

Bulgularımızla benzer sonuçlar elde eden çalışmalarda; Al Ajmi vd., (2009) farklı dozda arıtılmış atık su uygulamaları ile yetiştirilen arpa yeşil hasılında HP oranlarının

%13,7- 16,1 arasında değiştiğini, Akbağ vd., (2014) hasat zamanı ile ham protein oranlarının %17,1- 18,2 arasında değişim gösterdiğini ve Karaşahin (2017a) ise hidroponik sistemde deniz yosununun gübre kaynağı olarak kullanıldığı ve farklı arpa çeşitlerin 10. gününde yapılan hasat sonrası ham protein değerleri %15,48- 18,95 arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir.

Saidi ve Omar (2015) arpa yeşil hasılının 8. günde ham protein içeriğinin %12'den %19,8'e yükseldiğini, Emam (2016) farklı çeşitlerdeki arpa yeşil hasıllarının HP oranlarının %9,1- 13,2 arasında değiştiğini, Al Karaki ve Al Momani (2011) arpa hasılının HP oranını %25,2 olarak belirlerken, arpa yeşil hasılının hasat gününe göre (6.,7. ve 8. gün) ham protein oranları sırasıyla %13,69, %13,68 ve %14,47 şeklinde bulmuştur (Fazaeli vd., 2012). Hillier ve Perry (1969) yaptığı çalışmada; yulaf hasılının %20,7 ham protein oranına sahip olduğunu ve çimlendirilmiş hasıllarda hasat süresinin uzamasının ham protein oranını arttırdığı kanaatine varılmıştır.

Yapılan bir diğer çalışmada Bolayır eşidi arpa tohumlarında ham protein oranı %11 civarında iken arpa yeşil hasılının ham protein oranları %14- 18 arasında değişim göstermiştir. n ıslatma uygulamalarına ait ortalama değerlerin giberellik asit ve ses uygulamalarına göre ham protein oranını arttırdığı kanaatine varılmıştır (zkan, 2012).

Tohumların imlenmesi esnasında bazı besin madde içeriklerinde değişimlerin meydana geldiği bilinmektedir. Yeşil hasıllarda genç sürgünlerin köklere oranla daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Azim vd., 1989). Farklı günlerde hasat edilen yeşil hasılların 4. ve 13. günde sürgün protein değerleri arasında önemli farklılık gözlenirken, kök protein oranları arasında ise hasat günlerine bağlı fark gözlenmemiştir. 4. günde hasat edilen hasılların sürgün protein oranı arpa, buğday ve tritikalede sırasıyla %27,4, %23,9, %24,3 değerleri bulunurken 13. günde hasatta ise yine sırasıyla %31,7, %26,4 ve %30,0 oranında olduğu görülmüştür (Türkmen,2016).

Literatür taraması yapıldığında; kullanılan sistem ve uygulamaların çeşitliliği, tohum çeşidi ve kalitesi, bitki besin elementleri varlığı ve farklılığı, hasat süresi ve örnekleme alınan bitkinin kısmı gibi faktörlerin çalışma sonuçlarında farklılık yaratabileceği varsayılmaktadır.

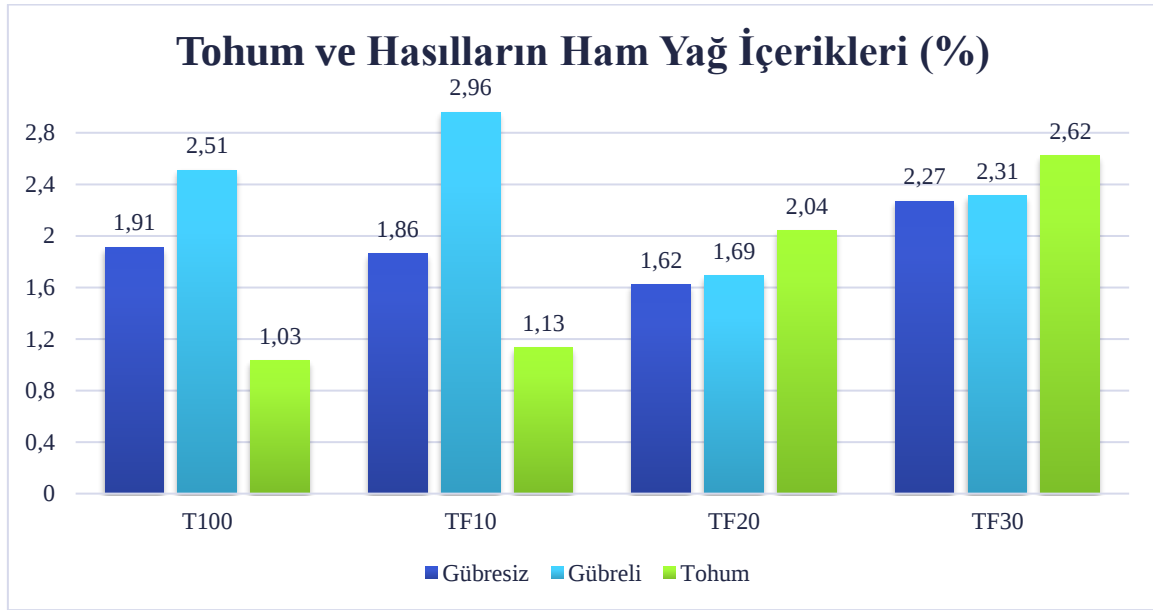
#### **4.7. Ham Yağ Analizi**

Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar ham yağ bakımından incelendiğinde (Tablo 4.9.); T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %1,91, %1,86, %1,62 ve %2,27 değerleri elde edilmiştir ve aradaki fark istatistiki açıdan önemli olmamıştır ( $p>0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar ham yağ bakımından incelendiğinde ise; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %2,51, %2,96, %1,69 ve %2,31 değerleri elde edilmiştir ve istatistiki açıdan fark önemlidir ( $p<0,05$ ).

Tohumların ham yağ değerleri incelendiğinde ise; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %1,03, %1,13, %2,04, %2,62 değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.13.).

**Tablo 4.9.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham yağ içerikleri, (%)



Gübresiz ve gübreli hasıllar karşılaştırıldığında; TF10 grupları arasında (sırasıyla 1,86, 2,96) fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). T100 (sırasıyla 1,91, 2,51), TF20 (sırasıyla 1,62, 1,69) ve TF30 (sırasıyla 2,27, 2,31) grupları arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.16). En yüksek ham yağ içeriği gübreli TF10 grubundan (2,96) ve en düşük içerik ise gübresiz TF20 grubundan (1,62) elde edilmiştir.

Yapılan çeşitli araştırma sonuçlarına göre; HY bulgularımızın kısmen düşük olduğu görülmektedir. Karaşahin (2017a) farklı çeşitlerdeki yeşil arpa hasıllarında HY değerlerinin %2,34-2,61 arasında değiştiğini, Emam (2016) farklı arpa çeşitlerinin %2,72- 3,91 arasında HY oranına sahip olduğunu, Al Karaki ve Al Momani (2011) %4,2 ve Ata (2016) ise %3,2 ham yağ değeri elde ettiğini bildirmiştir.

Fiğ ve aspir tohumlarının arpa tohumuna farklı oranlarda eklenmesi ve sıvı gübrenin yem değerleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir çalışmada; ham yağ verimlerinde sadece sıvı gübre uygulanan ve arpaya ek %20 fiğ karışımı yapılan yeşil hasıllarda tohumlara göre %10'luk bir artış tespit edilmiştir (Özdemir, 2017).

Hidroponik sistemde arpa ve yulaf tohumlarının kullanıldığı çalışmada; 5. günde ham yağ değerleri yulaf, arpa ve arpa + yulaf hasılı grubunda sırasıyla %4,30, %2,47 ve %3,17 iken 7. günde %5,23, %3,22 ve %4,20 olarak belirlenmiştir (Gümüş ve Bayır, 2020).

Yapılan çalışmalar incelendiğinde HY değerleri arasındaki farklılığın kullanılan sistemlerin çeşitliliği, sıcaklık, nem, ışıqlanma süresi, sulama sıklığı, tohum çeşidi ve kalitesi, kullanılan bitki besin elementleri, hasat süresi ve örnekleme alınan bitki kısmı gibi faktörlerin neden olabileceği varsayılmaktadır.

#### **4.8. Ham Selüloz Analizi**

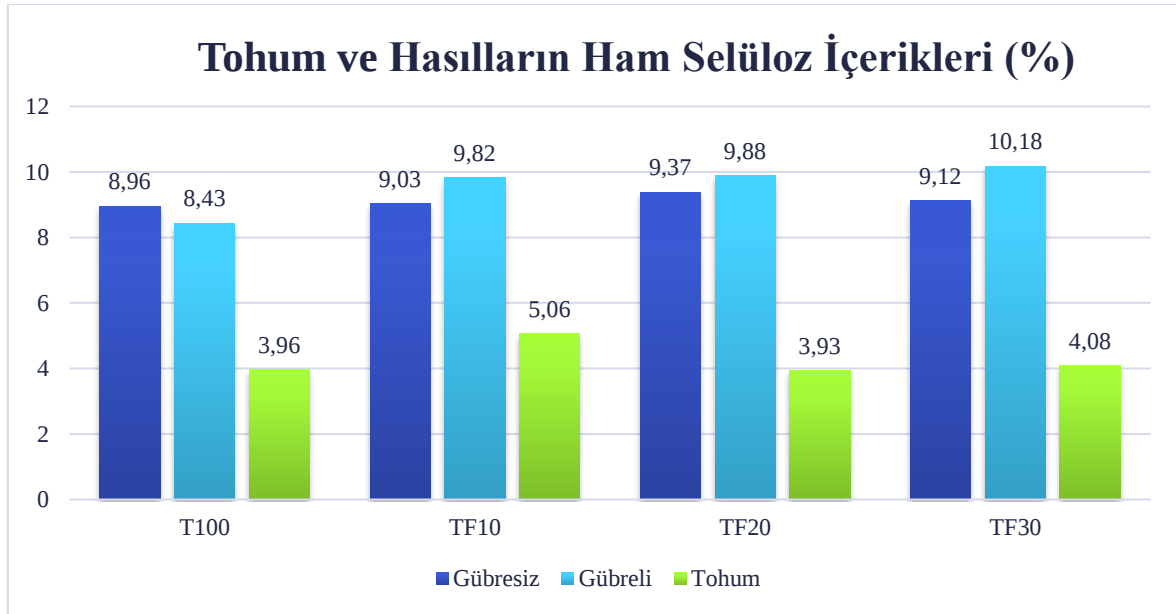
Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar ham selüloz bakımından incelendiğinde (Tablo 4.10.); T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %8,96, %9,03, %9,37 ve %9,12 değerleri bulunmuştur ve fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar ham selüloz bakımından incelendiğinde ise; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %8,43, %9,82, %9,88 ve %10,18 değerleri bulunmuştur ve fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Tohumların ham selüloz değerleri incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %3,96, %5,06, %3,93, %4,08 değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.13.).

Gübresiz ve gübreli hasıllar arasındaki değişim incelendiğinde (Tablo 4.16); TF20 grubu (sırasıyla 9,37, 9,88) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). T100 (sırasıyla 8,96, 8,43), TF10 (sırasıyla 9,03, 9,82) ve TF30 (sırasıyla 9,12, 10,18) grupları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek ham selüloz içeriği gübreli TF30 grubundan (10,18) ve en düşük içerik ise gübreli T100 grubundan (8,43) elde edilmiştir.

**Tablo 4.10.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ham selüloz içerikleri, (%)



Tohumlarının çimlenmesi sırasında bazı besin madde içeriklerinde değişimler meydana gelmektedir. Literatür taramasında; Saidi ve Omar (2015), 8. günde çimlenme sonrası ham selüloz içeriğinin %3,5'ten %8,0'a yükseldiğini, Karaşahin (2017a) deniz yosunu ile gübreleme işlemini yaptığı arpa yeşil hasıllarını 10. günde hasat ederek %10,09-16,02 arasında ham selüloz değeri elde ettiğini, Emam (2016) %8,43- 12,43 arasında HS içeriğinin değiştiğini, Al Karaki ve Al Momani (2011) %12,4 HS içeriğine sahip yeşil hasıl yetiştirdiğini ve Ata (2016) ise %11,4 HS değeri elde ettiğini bildirmiştir.

Hidroponik sistemde arpa ve yulaf tohumlarının kullanıldığı çalışmada; 7. günde ham selüloz değerleri yulaf, arpa ve arpa + yulaf karışımı grubunda sırasıyla %13,34, %11,25 ve %11,69 olarak belirlenmiştir (Gümüş ve Bayır, 2020).

Araştırmamızda elde edilen sonuçlar ile yapılan çalışma sonuçları paralellik göstermekte olup mevcut farklılıkların uygulama çeşitliliği, ortam sıcaklığı ve nemi, ışıklandırma süresi ve şiddeti, sulama süresi ve miktarı, tohum çeşidi, kullanılan bitki besin elementlerinin çeşitliliği ve hasat süresi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı varsayılmaktadır.

#### **4.9. Asit Deterjan Fiber Analizi**

Bitki numunelerinin asit deterjan çözeltisi muamelesi ile yapısında bulunan hemiselüloz grubu maddelerin uzaklaştırılması sonucu ADF değeri elde edilir. Numunenin

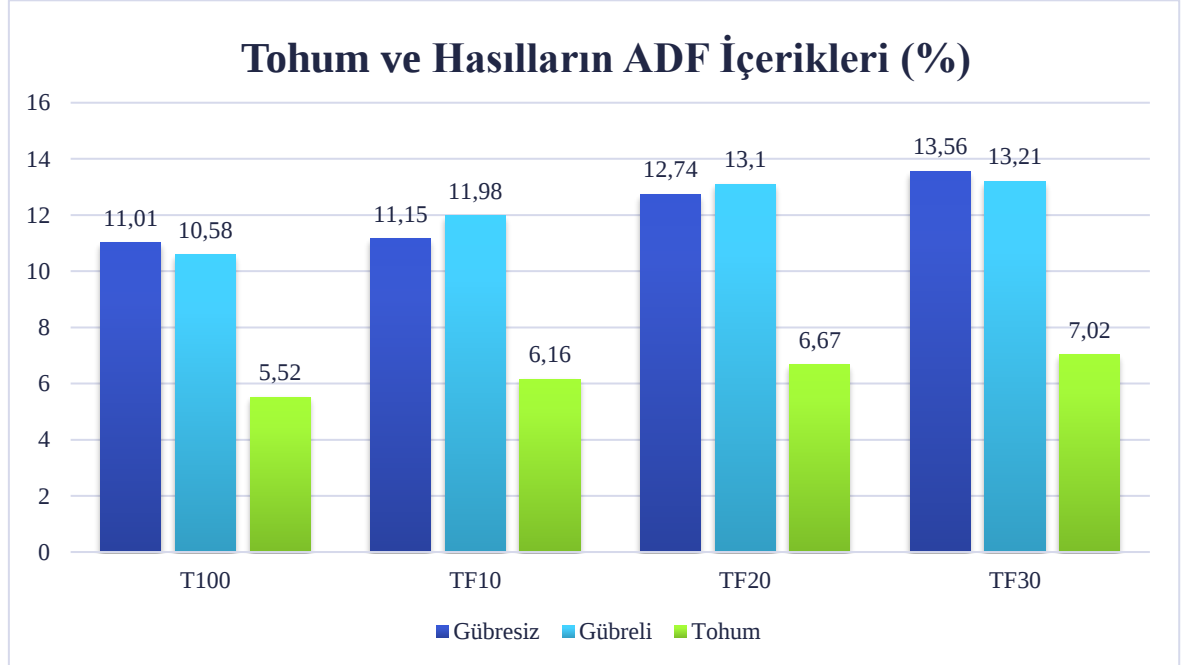
bünyesinde bulunan selüloz ve lignin miktarını ifade etmektedir. Selüloz ve ligninin sindirilme düzeyleri düşük olduğundan yem numunesinde yüksek oranda olması istenmez. Bununla birlikte, rumen fonksiyonu için gerekli maddeler olup yemdeki ADF seviyesi yükseldikçe rumende sindirilmeyen daha fazla miktarda yem alınmış olur.

Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar ADF bakımından incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %11,01, %11,15, %12,74 ve %13,56 değerleri bulunmuştur (Tablo 4.11.). Gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllarda ise; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %10,58, %11,98, %13,10 ve %13,21 değerleri bulunmuştur ve gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Tohumların ADF değerleri incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %5,52, %6,16, %6,67, %7,02 değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.13.).

**Tablo 4.11.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre ADF içerikleri, (%)



Gübresiz ve gübreli hasıllar arasındaki fark incelendiğinde (Tablo 4.16.); T100 (sırasıyla 11,01, 10,58), TF10 (sırasıyla 11,15, 11,98), TF20 grubu (sırasıyla 12,74, 13,10) ve TF30 (13,56, 13,21) grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır

( $p>0,05$ ). En yüksek ADF içeriği gübresiz TF30 grubundan (13,56), en düşük içerik ise gübreli T100 grubundan (10,58) elde edilmiştir. Tohumlara göre yeşil hasıllarda %81- 99,4 oranında ADF içeriği artışı gözlenmiştir.

Al Karaki ve Al Momani (2011) yapmış olduğu çalışmada; analiz sonucu %14,3 olan dış koşullarda yetiştirilen yoncanın ADF değerinden %34 daha düşük olduğunu belirtmiş ve kaba yemin ADF değerinin %30- 35' ten küçük ise yemin besleyici değerlerinin iyi olduğuna karar verilebileceğini, Budak ve Budak (2014) kaba yemlerin kalite parametreleri bakımından ADF oranının %19'un altında olması gerektiğini vurgulamıştır. Çalışma bulgularımızda hasılların bu değerler içerisinde olduğu görülmektedir.

Literatür taraması yapıldığında; hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak ADF oranlarında artış gözlenmektedir (Akbağ vd., 2014). Fazaeli vd., (2012) arpa yeşil hasılının ADF içeriklerinin 6., 7. ve 8. günlerinde sırasıyla %14,35, %15,50 ve %17,15 oranında artış gösterdiğini, Gümüş ve Bayır (2020) arpa ve yulaf yeşil hasılının farklı günlerde besin madde içeriklerini belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada; %100 arpa, %100 yulaf ve %75 arpa + %25 yulaf tohumu karışımı kullanarak denemenin 5. gününde ADF değerlerini sırasıyla %17,27, 11,38 ve 14,16 olarak belirlenirken, 7. günün sonunda ise sırasıyla %20,96, %20,89 ve %18,18' e yükseldiğini bildirmiştir. Arpanın çimlenme performansının artırılması amacıyla giberellik asit, ön ıslatma ve ses dalgalarının etkilerinin incelendiği çalışmada tespit edilen ADF oranlarının oldukça düşük düzeyde olduğu ve gelişme dönemi ilerledikçe bütün uygulamalarda ADF oranının kısmen artış gösterdiği bildirilmiştir (Özkan, 2012).

Saidi ve Omar (2015) hidroponik sistemde yetişen arpa yeşil hasılının çimlenmenin 8. gününde ADF içeriğinin %6,0'dan %11,0'e yükseldiğini, Al Karaki ve Al Momani (2011) %14,3 ADF değeri elde ettiğini, Ata (2016) yeşil hasılların %19,6 ADF içerdiğini ve Karaşahin (2017a) ise %20,99- 28,87 oranları arasında değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Türkmen (2016) yaptığı çalışmada, hasadın 10. gününde sürgün ADF oranları bakımından buğday hasılının (%30,9) tritikaleden (%29,9) yüksek olduğunu gözlemiştir.

Arpa tohumuna farklı oranlarda fiğ ve aspir tohumlarının eklenmesi ve sulama suyuna sıvı gübre eklenmesinin yem değeri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada; en düşük ADF verimi arpa yeşil hasılından elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Arpaya ek fiğ ve aspir tohumlarının eklenmesi ADF verimlerini arttırmıştır. Sıvı gübre uygulanan karışımlarda ADF verimleri incelendiğinde ise arpaya ek aspir tohumlarının karıştırıldığı gruplarda en yüksek değere ulaşırken ek fiğ karışımları ise en düşük değerlere sahip olmuştur ( $p<0,05$ ) (Özdemir, 2017).

#### 4.10. Nötral Deterjan Fiber Analizi

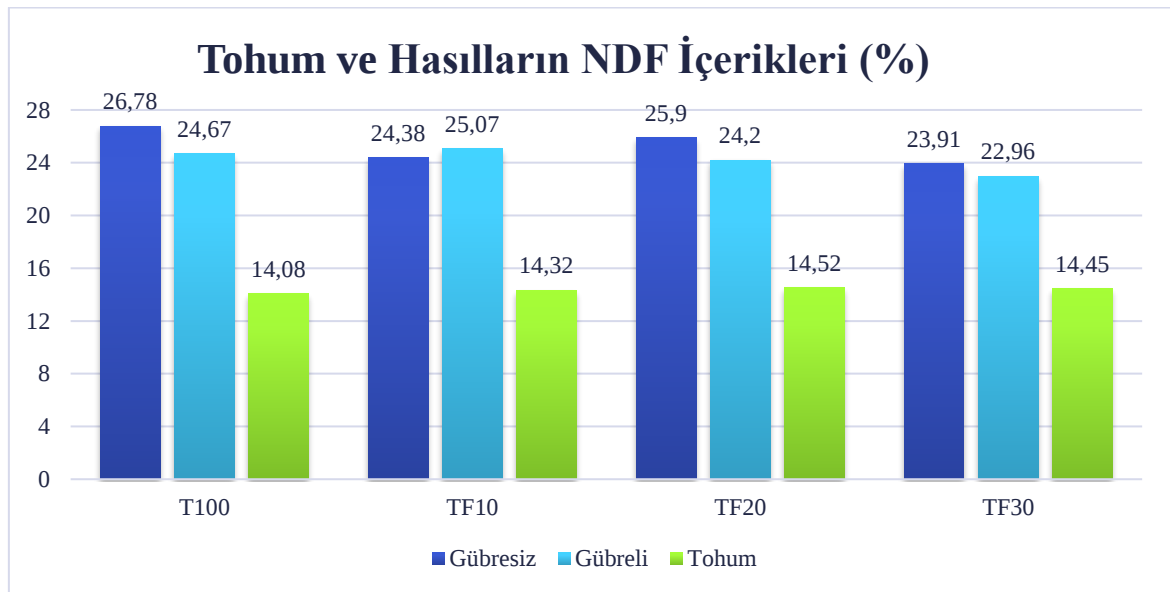
Bitki numunelerinin nötral deterjan çözeltisi muamelesi ile hemiselüloz, selüloz ve lignin elde edilmekte ve NDF değeri belirlenmektedir. Yüksek oranda bulunan NDF değeri, yem tüketiminin önüne geçerek protein ve enerji eksikliğine neden olmaktadır. Diğer taraftan NDF oranının yüksek olması, yem tüketimini azaltmaktadır.

Yapılan araştırma sonucunda; sıvı gübre içermeyen ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllar NDF bakımından incelendiğinde (Tablo 4.12.); T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %26,78, %24,38, %25,90 ve %23,91 değerleri elde edilerek gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Sıvı gübre içeren ve farklı oranlarda karıştırılan tohumlardan elde edilen hasıllarda ise; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %24,67, %25,07, %24,20 ve %22,96 değerleri elde edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ).

Tohumların NDF değerleri incelendiğinde; T100, TF10, TF20 ve TF30 gruplarında sırasıyla %14,08, %14,32, %14,52, %14,45 değerleri elde edilmiştir (Tablo 4.13.).

**Tablo 4.12.** Tohum ve gübreli- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre NDF içerikleri, (%)



Gübresiz ve gübreli gruplar arasındaki değerler (Tablo 4.16.) incelendiğinde; TF20 (sırasıyla 25,90, 24,20) gruplarında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). T100 (sırasıyla 26,78, 24,67), TF10 (sırasıyla 24,38, 25,07) ve TF30 (sırasıyla 23,91, 22,96)

gruplarında ise fark istatistiki olarak önemli olmamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek NDF içeriği gübresiz T100 grubundan (26,78) ve en düşük içerik ise gübreli TF30 grubundan (22,96) elde edilmiştir. NDF içerikleri tohumlara göre incelendiğinde %58,9- 90,2 oranında artış gözlenmiştir.

Kaba yemlerin kalite parametreleri bakımından NDF oranının %30 ve ADF oranının ise %19'un altında olması düşünüldüğünde (Budak ve Budak, 2014), çalışma bulgularımızda hasılların bu değerler içerisinde olduğu görülmektedir. Farklı olarak Al Karaki ve Al Momani (2011) yapmış olduğu çalışmada ise analiz sonucu %29,6 olan değer dış koşullarda yetiştirilen yoncanın NDF değerinden %43 daha düşük olduğunu belirtmiş ve kaba yemin NDF değerinin %40- 45'ten küçük değer taşıması ile yemin besleyici değerinin iyi olduğuna karar verilebileceğini bildirmiştir.

Saidi ve Omar (2015), hidroponik sistemle yetiştirilen arpa yeşil hasılının çimlenmenin 8. gününde NDF içeriğinin %13,0'ten %35,0'e yükseldiğini, Özdemir (2017) yapmış olduğu çalışmada tüm karışımların NDF içeriğinin tohumlara oranla %17,8- 45,9 arasında düşüş gerçekleştiğini, Karaşahin (2017a) ise NDF değerlerinin %35,63- 44,16 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Farklı günlerde hasat edilen (6, 7 ve 8. gün) arpa yeşil hasıllarının NDF oranları sırasıyla %31,25, %31,80 ve %35,40 olarak bulunmuştur (Fazaeli vd., 2012). Hidroponik sistemde arpa ve yulaf tohumlarının kullanıldığı çalışmada; 7. gündeki NDF değerleri 5. güne göre yulaf, arpa ve arpa + yulaf hasılı grubunda sırasıyla %21,48, %34,16 ve %27,86 oranında artış göstermiştir ( $p<0,05$ ) (Gümüş ve Bayır, 2020).

Yapılan bir diğer çalışmada; dördüncü günde hasat edilen arpanın kök (%50) ve sürgün (%45) NDF oranları buğday ve tritikaleden daha yüksektir ( $p>0,01$ ). Çimlenmenin 13. gününde arpa sürgün NDF oranı (%52,5) tritikaleye yakın tespit edilirken buğdaydan (%61,8) düşük bulunmuştur ( $p>0,05$ ) (Türkmen,2016).

**Tablo 4.13.** Tane yemlerin deneme gruplarına göre besin madde analizleri, (%)

| Parametreler  | T100  | TF10  | TF20  | TF30  | F100  |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Kuru Madde    | 92,89 | 92,82 | 92,90 | 93,11 | 93,13 |
| Ham Kül       | 1,90  | 1,98  | 2,11  | 3,13  | 2,89  |
| Organik Madde | 98,10 | 98,02 | 97,89 | 96,87 | 97,11 |
| Ham Protein   | 10,32 | 11,33 | 12,53 | 13,41 | 19,74 |
| Ham Yağ       | 1,03  | 1,13  | 2,04  | 2,62  | 1,52  |
| Ham Selüloz   | 3,96  | 5,06  | 3,93  | 4,08  | 6,25  |
| ADF           | 5,52  | 6,16  | 6,67  | 7,02  | 10,30 |
| NDF           | 14,08 | 14,32 | 14,52 | 14,45 | 11,02 |

**Tablo 4.14.** Gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre besin madde analizleri

| Parametreler      | T100                    | TF10                     | TF20                     | TF30                    | P     |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------|
| Yaş Ağırlık (kg)  | 4516,5±10,68            | 4484,0±30,27             | 4463,0±15,21             | 4499,5±29,17            | 0,441 |
| Kuru Madde (%)    | 18,62±0,26              | 20,15±1,07               | 19,65±0,20               | 20,30±0,80              | 0,353 |
| Ham Kül (%)       | 2,25±0,60 <sup>a</sup>  | 2,17±0,04 <sup>a</sup>   | 2,24±0,03 <sup>a</sup>   | 2,39±0,03 <sup>b</sup>  | 0,032 |
| Organik Madde (%) | 97,74±0,06 <sup>a</sup> | 97,82±0,41 <sup>a</sup>  | 97,75±0,03 <sup>a</sup>  | 97,60±0,03 <sup>b</sup> | 0,037 |
| Ham Protein (%)   | 13,74±0,25 <sup>a</sup> | 14,46±0,18 <sup>ab</sup> | 14,49±0,48 <sup>ab</sup> | 15,29±0,20 <sup>c</sup> | 0,028 |
| Ham Yağ (%)       | 1,91±0,14               | 1,86±0,19                | 1,62±0,10                | 2,27±0,11               | 0,061 |
| Ham Selüloz (%)   | 8,96±0,12               | 9,03±0,70                | 9,37±0,23                | 9,12±0,33               | 0,900 |
| ADF (%)           | 11,01±0,15 <sup>a</sup> | 11,15±0,66 <sup>a</sup>  | 12,74±0,34 <sup>b</sup>  | 13,56±0,54 <sup>b</sup> | 0,049 |
| NDF (%)           | 26,78±0,17 <sup>b</sup> | 24,38±1,13 <sup>a</sup>  | 25,90±0,40 <sup>ab</sup> | 23,91±0,63 <sup>a</sup> | 0,042 |

**Tablo 4.15.** Gübreli yeşil hasılların deneme gruplarına göre besin madde analizleri

| Parametreler      | T100                    | TF10                     | TF20                    | TF30                    | P     |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------|
| Yaş Ağırlık (kg)  | 4574,5±17,40            | 4532,0±21,18             | 4513,5±11,44            | 4541,5±5                | 0,121 |
| Kuru Madde (%)    | 20,62±0,98              | 19,65±1,17               | 18,62±0,26              | 19,62±0,62              | 0,447 |
| Ham Kül (%)       | 1,97±0,05 <sup>a</sup>  | 2,18±0,02 <sup>b</sup>   | 2,36±0,05 <sup>c</sup>  | 2,52±0,08 <sup>c</sup>  | 0,001 |
| Organik Madde (%) | 98,02±0,05 <sup>a</sup> | 97,81±0,02 <sup>b</sup>  | 97,60±0,03 <sup>c</sup> | 97,48±0,08 <sup>c</sup> | 0,001 |
| Ham Protein (%)   | 11,93±0,51 <sup>a</sup> | 14,28±0,18 <sup>b</sup>  | 16,20±0,22 <sup>c</sup> | 17,02±0,43 <sup>c</sup> | 0,001 |
| Ham Yağ (%)       | 2,51±0,19 <sup>b</sup>  | 2,96±0,24 <sup>b</sup>   | 1,69±0,11 <sup>a</sup>  | 2,31±0,13 <sup>ab</sup> | 0,002 |
| Ham Selüloz (%)   | 8,43±0,47               | 9,82±0,69                | 9,88±0,17               | 10,18±0,19              | 0,066 |
| ADF (%)           | 10,58±0,68 <sup>a</sup> | 11,98±1,01 <sup>ab</sup> | 13,10±0,61 <sup>b</sup> | 13,21±0,61 <sup>b</sup> | 0,041 |
| NDF (%)           | 24,67±0,97              | 25,07±1,15               | 24,20±0,35              | 22,96±0,45              | 0,324 |

**Tablo 4.16.** Gübrelili- gübresiz yeşil hasılların deneme gruplarına göre besin madde analizleri

| Parametreler      |          | T100          | TF10          | TF20                    | TF30          |
|-------------------|----------|---------------|---------------|-------------------------|---------------|
| Yaş Ağırlık (kg)  | Gübresiz | 4516,50±10,68 | 4484,00±30,27 | 4463,50±15,21           | 4499,50±29,17 |
|                   | Gübreli  | 4574,50±17,40 | 4532,00±21,18 | 4513,50±11,44           | 4541,50±5     |
|                   | P        | 0,030         | 0,242         | 0,039                   | 0,246         |
| Kuru Madde (%)    | Gübresiz | 18,62±0,26    | 20,15±1,07    | 19,65±0,20              | 20,30±0,80    |
|                   | Gübreli  | 20,62±0,98    | 19,65±1,17    | 18,62±0,26              | 19,62±0,62    |
|                   | P        | 0,098         | 0,764         | 0,022                   | 0,532         |
| Ham Kül (%)       | Gübresiz | 2,25±0,60     | 2,17±0,04     | 2,24±0,03               | 2,39±0,03     |
|                   | Gübreli  | 1,97±0,05     | 2,18±0,02     | 2,36±0,05               | 2,52±0,08     |
|                   | P        | 0,015         | 0,092         | 0,104                   | 0,220         |
| Organik Madde (%) | Gübresiz | 97,74±0,06    | 97,82±0,41    | 97,75±0,03              | 97,60±0,03    |
|                   | Gübreli  | 98,02±0,05    | 97,81±0,02    | 97,60±0,03              | 97,48±0,08    |
|                   | P        | 0,015         | 0,929         | 0,036                   | 0,229         |
| Ham Protein (%)   | Gübresiz | 13,74±0,25    | 14,46±0,18    | 14,49±0,48              | 15,29±0,20    |
|                   | Gübreli  | 11,93±0,51    | 14,28±0,18    | 16,20±0,22 <sup>c</sup> | 17,02±0,43    |
|                   | P        | 0,019         | 0,520         | 0,019                   | 0,012         |
| Ham Yağ (%)       | Gübresiz | 1,91±0,14     | 1,86±0,19     | 1,62±0,10               | 2,27±0,11     |
|                   | Gübreli  | 2,51±0,19     | 2,96±0,24     | 1,69±,11                | 2,31±,13      |
|                   | P        | 0,057         | 0,013         | 0,807                   | 0,794         |
| Ham Selüloz (%)   | Gübresiz | 8,96±0,12     | 9,03±0,70     | 9,37±0,23               | 9,12±0,33     |
|                   | Gübreli  | 8,43±0,47     | 9,82±0,69     | 9,88±,17                | 10,18±0,19    |
|                   | P        | 0,319         | 0,456         | 0,039                   | 0,091         |
| ADF (%)           | Gübresiz | 11,01±0,15    | 11,15±0,66    | 12,74±0,34              | 13,56±0,54    |
|                   | Gübreli  | 10,58±0,68    | 11,98±1,01    | 13,10±0,61              | 13,21±0,61    |
|                   | P        | 0,579         | 0,517         | 0,270                   | 0,599         |
| NDF (%)           | Gübresiz | 26,78±0,17    | 24,38±1,13    | 25,90±0,40 <sup>b</sup> | 23,91±0,63    |
|                   | Gübreli  | 24,67±0,97    | 25,07±1,15    | 24,20±0,35 <sup>a</sup> | 22,96±,45     |
|                   | P        | 0,078         | 0,716         | 0,019                   | 0,269         |

## 5. SONUÇ

Çalışmada kullanılan gruplar arasında tohum oranına göre en yüksek yaş ağırlık verimi sıvı gübre içeren T100 grubundan, en düşük değer ise sıvı gübre içermeyen TF20 karışımından elde edilmiştir. Gübresiz ve gübreli grupların yaş ağırlıkları birbiri ile karşılaştırıldığında T100 (sırasıyla 4516,5, 4574,5) ve TF20 grubunda (sırasıyla 4463,5, 4513,5) fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). TF10 ve TF30 gruplarında ise fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). Genel olarak sıvı gübre kullanımının tüm gruplarda yaş ağırlığı arttırdığı söylenebilir.

Kuru madde içeriği bulguları incelendiğinde; T100 (sırasıyla 18,62, 20,62), TF10 (sırasıyla 20,15, 19,65) ve TF30 (sırasıyla 20,30, 19,62) grupları arasındaki fark istatistiki açıdan önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). TF20 grubunda (sırasıyla 19,65, 18,62) ise fark önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Çalışmada en yüksek kuru madde içeriği gübre içeren hasıllarda T100 grubunda (20,62) ve en düşük değer ise gübresiz T100 ve gübreli TF20 grubundan (18,62) elde edilmiştir. KM verimleri tüm karışımlarda tohumlara göre değerlendirildiğinde %78,1- 79,9 oranında arasında azalmıştır.

Ham kül içeriği bulguları incelendiğinde; T100 grubunda (sırasıyla 2,25, 1,97) fark istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). TF10 (sırasıyla 2,17, 2,18), TF20 (sırasıyla 2,24, 2,36) ve TF30 (sırasıyla 2,39, 2,52) gruplarında ise fark istatistiki olarak önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). En yüksek ham kül içeriği gübreli TF30 grubunda (2,52) ve en düşük ise gübreli T100 (1,97) grubundan elde edilmiştir. HK verimleri tüm karışımlarda tohumlara göre incelendiğinde; T100, TF10 ve TF20 gruplarında %3,7- 18,4 oranında artmış ve TF30 grubunda ise %19,5- 23,6 oranında azalmıştır.

Organik madde içeriği bulguları incelendiğinde; T100 (sırasıyla 97,74, 98,02) ve TF20 (sırasıyla 97,75, 97,60) gruplarında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). TF10 (sırasıyla 97,82, 97,81) ve TF30 (sırasıyla 97,60, 97,48) gruplarında ise fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). En yüksek organik madde içeriği gübreli T100 grubundan ve en düşük ise gübreli TF30 grubundan elde edilmiştir. Tohumların organik madde içeriğine göre az miktarda düşüş gözlenmiştir.

Ham protein içeriği bulguları incelendiğinde; T100 (sırasıyla 13,74, 11,93), TF20 (sırasıyla 14,49, 16,20) ve TF30 (15,29, 17,02) gruplarında fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). TF10 grubunda ise (sırasıyla 14,46, 14,28) fark önemsiz bulunmuştur ( $p>0,05$ ). En yüksek ham protein içeriği gübreli TF30 grubundan ve en düşük değer ise gübreli T100 grubundan elde edilmiştir. Gübresiz ve gübreli olarak her iki grupta da

tritikaleye ek proteince zengin fiğ tohumlarının karıştırılması ham protein içeriğini arttırdığı söylenebilir. Tohumların ham protein içeriğine göre yeşil hasıllarda bu içerik %14- 33,1 oranında artış göstermiştir.

Ham yağ bulguları incelendiğinde; TF10 grupları arasında (sırasıyla 1,86, 2,96) fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). T100 (sırasıyla 1,91, 2,51), TF20 (sırasıyla 1,62, 1,69) ve TF30 (sırasıyla 2,27, 2,31) grupları arasındaki fark ise istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek ham yağ içeriği gübreli TF10 grubundan (2,96) ve en düşük içerik ise gübresiz TF20 grubundan (1,62) elde edilmiştir.

Ham selüloz bulguları incelendiğinde; TF20 grubu (sırasıyla 9,37, 9,88) arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). T100 (sırasıyla 8,96, 8,43), TF10 (sırasıyla 9,03, 9,82) ve TF30 (sırasıyla 9,12, 10,18) grupları arasındaki fark istatistiki açıdan önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek ham selüloz içeriği gübreli TF30 grubundan (10,18) ve en düşük içerik ise gübreli T100 grubundan (8,43) elde edilmiştir.

ADF içeriği bulguları gübresiz ve gübreli gruplar arasında incelendiğinde; T100 (sırasıyla 11,01, 10,58), TF10 (sırasıyla 11,15, 11,98), TF20 grubu (sırasıyla 12,74, 13,10) ve TF30 (13,56, 13,21) grupları arasındaki fark istatistiki olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek ADF içeriği gübresiz TF30 grubundan (13,56) ve en düşük içerik ise gübreli T100 grubundan (10,58) elde edilmiştir. Tohumlara göre yeşil hasıllarda %81- 99,4 oranında ADF içeriği artışı gözlenmiştir.

NDF içeriği bakımından gübresiz ve gübreli gruplar arasındaki değerler incelendiğinde; TF20 (sırasıyla 25,90, 24,20) grubunda fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). T100 (sırasıyla 26,78, 24,67), TF10 (sırasıyla 24,38, 25,07) ve TF30 (sırasıyla 23,91, 22,96) gruplarında ise fark istatistiki olarak önemli olmamıştır ( $p>0,05$ ). En yüksek NDF içeriği gübresiz T100 grubundan (26,78) ve en düşük içerik ise gübreli TF30 grubundan (22,96) elde edilmiştir. NDF içerikleri tohumlara göre incelendiğinde %58,9- 90,2 oranında artış gözlenmiştir.

Yapılan çalışma ile hidroponik sistemlerde besin çözeltisi kullanılan ve kullanılmayan gruplar genel olarak incelendiğinde; besin çözeltisi ile yetiştirilen yeşil hasılların sadece sulama suyu ile yetiştirilenlerden daha yüksek yaş ağırlık ve ham yağ içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir. Literatür taraması yapıldığında; yeşil hasılların besin gereksinimlerinin tohum materyalinde bulunan besin rezervlerinden karşılandığı ve inkübasyon süreci içerisinde besin çözeltisinin kullanılmasının üretim maliyetini artırdığı sonucuna ulaşılmış ve ek bir avantajının olmadığı sonucuna varılmıştır. Yapılan diğer çalışmalarda hidroponik sistemlerden elde edilen yeşil hasılların besin madde içerikleri;

kullanılan sistem ve uygulamaların çeşitliliği, tohum çeşidi ve kalitesi, ön ıslatma süresi, bitki besin elementleri varlığı ve farklılığı, sulama süresi ve miktarı, ortam ısısı ve ışıklandırma, hasat süresi ve örnekleme alınan bitkinin kısmı gibi faktörlerin çalışma sonuçlarında farklılık yaratabileceği varsayılmaktadır. Besin madde içeriği yüksek yeşil hasıl üretimi için daha fazla çalışmanın yapılmasının gerekliliği kanaatine varılmıştır.

Hidroponik sistemler ile yeşil hasıl üretimi gerçekleştirilerek yıl boyu çiftlik hayvanlarının doğal beslenme gereksinimlerine uygun üretim gerçekleştirilebilir. Yeşil hasıllar, tohumun çimlenmesi sırasında nişastanın parçalanması ile yüksek sindirilebilirliğe sahip, protein ve lif oranı yüksek kaba yem kaynağıdır. Fakat hayvan besleme açısından bu sistemler ile üretilen yeşil hasılların kullanımını sınırlandıran unsur kuru madde içeriklerinin çok düşük düzeyde olmasıdır. Literatür taramaları sonucunda tane tohum ile yeşil hasılın kuru madde içeriklerinin karşılaştırılmasının doğru olmadığı belirtilmiştir. Bunun nedeni ise tanelerin konsantre yem, hasılların ise kaba yem olmasıdır. Rasyona katılma amaçları hayvan besleme ve performansı açısından farklılık oluşturmaktadır. Tane ile beslenen hayvanlarda yüksek nişasta nedeniyle asidoz ve akciğer rahatsızlıkları için risk artarken, hasıllarda çimlenme sonucu lif içeriğinin artması ve dolayısıyla geviş süresinin artması nedeniyle hastalık riski ortadan kalkmaktadır. Ülkemizin iklim şartları ve diğer coğrafi özellikleri değerlendirildiğinde özellikle kaliteli yeşil yemin zor temin edildiği kış aylarında hidroponik sistemler ile üretilen yeşil hasıllar kaba yem açığını kapatmak için alternatif bir yöntem olabilir.

## KAYNAKLAR

- Adebıyı, O.A., Adeola, A.T., Osinowo, O.A., Brown, D., Ng'ambi, J.W., 2018. Effects of feeding hydroponics maize fodder on performance and nutrient digestibility of weaned pigs. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(3), 2415-2422.
- Akbağ, H.I., Türkmen, O.S., Baytekin, H., Yurtman, İ.Y., 2014. Effects of harvesting time on nutritional value of hydroponic barley production. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, Special Issue: 2, 1761- 1765.
- Al Ajmi, A., Ali Salih A., Kadim, I., Othman, Y., 2009. Yield and water use efficiency of barley fodder produced under hydroponic system in GCC countries using tertiary treated sewage effluents. *Journal of Phytology*, 1(5), 342- 348.
- Al-Karaki, G.N., Al-Hashimi, M., 2012. Green Fodder Production and Water Use Efficiency of Some Forage Crops Under Hydroponic Conditions. *ISRN Agronomy*, 10, 1-5.
- Al-Karaki, G.N., Al-Momani, N., 2011. Evaluation of Some Barley Cultivars for Green Fodder Production and Water Use Efficiency under Hydroponic Conditions. *Jordan Journal of Agricultural Science*, 7(3), 448–456.
- Alçiçek A., Kılıç A., Ayhan V., Özdoğan M., 2010. Türkiye’de Kaba Yem Üretimi ve Sorunları.
- Amrutkar, S., Amrutkar, S., Deshmukh, B., 2016. Hydroponic Fodder to Refresh Animal Husbandry Sector. <http://benisonmedia.com/hydroponic-fodder-to-efresh-animalhusbandry-sector/> (Erişim Tarihi: Haziran, 2020).
- AOAC, 1990. Association of Official Analytical Chemists. In: Helrich K (Ed.), *Official Methods of Analysis*, USA, 69–88.
- Ata M., 2016. Effect of hydroponic barley fodder on awassi lambs performance. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(8), 60-64.
- Atak, M., Çiftçi, C.Y., 2004. Tritikale (*xTriticosecale* Wittmack)’de Farklı Ekim Sıklıklarının Verim ve Bazı Verim Öğelerine Etkileri. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 11(1), 98-103.
- Atıcı, K.D., 2012. Hasılatik yem derdini ortadan kaldırıyor. *Tarım Gündem Dergisi*, Sayı 9 (Temmuz-Ağustos), 96-97s.
- Azim, A., Naseer, Z., Ali, A., 1989. Nutritional Evalution of Maize Fodder at Two Different Vegetative Stages. *AJAS* 2(1),27-34.
- Bakoğlu, A., Kökten, K., Karadavut, U., 2010. Bazı Macar fiği hat ve çeşitlerinin Bingöl kuru şartlarına adaptasyonu üzerine bir araştırma. III. Bingöl Sempozyumu, Bingöl.
- Baytekin H., Gül İ., 2009. Yem Bitkilerinde Hasat, Kuru Ot Üretimi ve Depolama. Yem Bitkileri Cilt I, T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Yayınları, 121-141, İzmir.

- Bakshi, M.P.S., Wadhwa, M., Harinder, P.S., 2017. Hydroponic fodder production: A critical assessment. *Feedipedia, Broadening Horizons*, 48, Makkar.
- Ben-Arye, E., Goldin, E., Wengrower, D., Stamper, A., Kohn, R., Berry, E., 2002. Wheat Grass Juice in the Treatment of Active Distal Ulcerative Colitis, A Randomized Double-blind Placebo-Controlled Trial, *Scand J Gastroenterol*, 4, 444-449.
- Budak, F., Budak, F., 2014. Yem Bitkilerinde Kalite ve Yem Bitkileri Kalitesini Etkileyen Faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1), 1-6.
- Chavan, J., Kadam, S.S., 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28(5), 401-437.
- Çaçan, E., Kökten, K., Kaplan, M., Yılmaz, H.Ş., 2018. Bazı Adi Fiğ Hat ve Çeşitlerinin (Vicia Sativa L.) Ot Verimi ve Ot Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(1), 47-61.
- Çokuysal, B., Anaç, D., Eryüce, N., Esetlili, B.Ç., Özkan, C.F., Tepecik, M., 2016. Topraksız Tarım ve Bitki Besleme Teknikleri. Birinci Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, 187 s.
- Cuddeford, D., 1989. Hydroponic grass. *In Practice*, 11(5), 211-214.
- Dawson, B., Trapp, R.G., 2001. Basic and Clinical Biostatistics. 3rd ed., Lange Medical Books/ McGraw- Hill Medical Publishing Division, New York, USA, 89(2), 131-153.
- Dung, D.D., Godwin, I.R., Nolan, J.V. 2010. Nutrient Content and in Sacco Digestibility of Barley Grain and Sprouted Barley. *Journal of Animal and Veterinary Adv.*, 9(19), 2485-2492.
- Dündar, F.Ç., 2010. Yazlık Ekilen Bazı Yaygın Fiğ Çeşitlerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Dziki, D., Gawlik-Dziki, U., Kordowska-Wiater, M., Doman-Pytka, M., 2015. Influence of elicitation and germination conditions on biological activity of wheat sprouts, *Hindawi Publishing Corporation Journal of Chemistry*, 1-8.
- Emam, M.S.A., 2016. The sprout production and water use efficiency of some barley cultivars under intensive hydroponic system. *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(2), 161-170.
- Ergün A., Tuncer Ş.D., Çolpan İ., Sakine Y., Yıldız G., Küçükersan M. K., Küçükersan S., Şehu A., 2007. *Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi*. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 3. Baskı, Pozitif Yayınevi, Ankara, 400 s.
- Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Tabatabayee, S.N., Asgarı-Tabrizi, M., 2012. Productivity And Nutritive Value Of Barley Green Fodder Yield İn Hydroponic System. *World Appl. Sci. J*, 16(4), 531-539.

- Güler, A., 2019. Topraksız Tarım ile Üretilen Kaba Yemlerin Besin Madde Değerleri Üzerine Bir Araştırma, Yüksek lisans tezi. Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa, Türkiye.
- Gülmezoğlu, N., Özer, E., Taner, S., Kınacı, E., 2007. Orta Anadolu Bölgesi Koşullarında Kışlık Triticale Çeşitlerinin Tane Verimi ve Verim Öğelerinin Belirlenmesi. Selçuk Üniversitesi, *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 21(43), 53-60.
- Gümüş, H., Bayır, A.M., 2020. Hasılatmatikte Üretilen Arpa ve Yulaf Yeşil Hasılının Farklı Günlerdeki Besin Madde Değerleri. *MAKU J. Health Sci. Inst*, 8(2), 30-36.
- Hashalıcı, S., Uzun, S., Özaktan H., Kaplan M., 2017. Kayseri Kırac Koşullarında Yetiştirilen Bazı Macar Fiği Çeşitlerinin Ot Verimleri ve Kalitelerinin Belirlenmesi. *Erciyes Üniversitesi, Veteriner Fakültesi Dergisi*, 14(2), 113-123.
- Hillier, R.J., Perry, T.W., 1969. Effect of Hydroponically Produced Oat Grass on Ration Digestibility of Cattle. *Journal Animal Science*. 29, 783-785.
- Karavaşin, M., 2017a. Bazı Arpa Çeşitlerinin Topraksız Ortamda Yeşil Yem Performanslarının Belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, 3(2), 87-94.
- Karavaşin, M., 2014. Kaba Yem Kaynağı Olarak Hidroponik Arpa Çimi Üretiminde Kuru Madde ve Ham Protein Verimleri Üzerine Farklı Uygulamaların Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 9(1), 27-33.
- Karavaşin, M., 2017b. Farklı Gübreleme ve Yetiştirme Süresi Uygulamalarının Hidroponik Arpa (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) Çimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(1), 39-46.
- Karavaşin, M., 2017c. Farklı Tohum Miktarlarının Hidroponik Arpa Çimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(4), 63-68.
- Kjeldahl, J., 1883. Neue Methode zur Bestimmung des Stickstoffs in organischen Körpern. *Zeitschrift für Analytische Chemie*, 22, 366–382.
- Koehler, P., Hartmann, G., Wierser, H., Rychlik, M., 2007. Changes of folates, dietary fiber and proteins in wheat as affected by germination. *Journal of Agriculture Food Chemie*, 55, 4678-4683.
- Lardy G.P., Ulmer D.N., Anderson V.L., Caton J.S., 2004. Effects Of Increasing Level Of Supplemental Barley On Forage Intake, Digestibility and Ruminant Fermentation In Steers Fed Medium-Quality Grass Hay. *Journal of Animal Science*, 82, 3662-3668.
- Marsico, G., Micera, E., Dimatteo, S., Minuti, F., Vicenti, A., Zarrilli, A., 2009. Evaluation of Animal Welfare and Milk Production of Goat Fed on Diet Containing Hydroponically Germinating Seeds. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2), 625-627.
- Micera, E., Ragni, M., Minuti, F., Rubino, G., Marsico, G., Zarrilli, A., 2009. Improvement of Sheep Welfare and Milk Production Fed on Diet Containing Hydroponically Germinating Seeds. *Italian Journal of Animal Science*, 8(2), 634-636.

- Naik, P.K., Swain, B.K., Singh, N.P., 2015. Production and Utilisation of Hydroponics Fodder. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 32(1), 1-9.
- Naik, P.K., Dhawaskar, B.D., Fatarpekar, D.D., Chakurkar, E.B., Swain, B.K., Singh, N.P., 2016. Nutrient Changes with the Growth of Hydroponics Cowpea (*Vigna unguiculata*) Sprouts. *Indian Journal of Animal Nutrition*, 33(3), 357-359.
- Özdemir, H., 2017. Arpa, Arpa-Fiğ Ve Arpa-Aspir Karışım Hasıllarının Yem Değerlerinin Arttırılması, Yüksek Lisans Tezi. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.
- Özkan, P., 2012. Taze yeşil yem üretiminde arpanın çimlenme performansının arttırılması üzerine araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye.
- Özkan U., Şahin Demirbağ N., 2016. Türkiye’de kaliteli kaba yem kaynaklarının mevcut durumu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 9(1), 23-27.
- Peer, D.J., Leeson, S., 1985. Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs. *Animal Feed Science and Technology*, 13, 183-190.
- Saidi, A.R.M., Omar, J.A., 2015. The Biological and Economical Feasibility of Feeding Barley Green Fodder to Lactating Awassi Ewes. *Open Journal of Animal Sciences*, 5(02), 99-100.
- Sarıçiçek, B.Z., Yıldırım, B., Hanoğlu, H., 2018. Hidroponik ve Topraklı Sistemle Yetiştirilen Arpa ve Yeşil Yemi ile Silajının Besin Madde Kompozisyonu ve Nispi Yem Değerinin Karşılaştırılması. *Black Sea Journal of Agriculture*, Volume 1, Issue 4, 102-109.
- Seydoşoğlu S., 2014. Diyarbakır Ekolojik Koşullarında Bazı Yaygın Fiğ (*Vicia Sativa L.*) Genotiplerinin Verim ve Verim Unsurlarının Belirlenmesi. *Turk Journal Agric Res*, 1,117-127.
- Sharif, M., Hussain, A., Subhani, M., 2013. Use of sprouted grains in the diets of poultry and ruminants. *Paripex-Indian Journal of Research*, 10(2), 1-7.
- Shewry, P.R., Napier, J.A., Tatham, A.S., 1995. Seed storage proteins: structures and biosynthesis, *The Plant Cell*, 7, 945-956.
- Sneath, R., McIntosh, F., 2003. Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle, Hydroponic Fodder Review. Project number NBP.332, *Meat & Livestock Australia, Department of Primary Industries*.
- Tamkoç A., Avcı M.A., 2004. Doğadan Seçilen Adi Fiğ (*Vicia sativa L.*) Hatlarında Bazı Tarımsal Karakterlerin Belirlenmesi. *Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi* 18(34), 118-121.
- Topal A., 1993. Konya ekolojik şartlarında bazı arpa çeşitlerinde (*Hordeum vulgare L.*) farklı ekim zamanlarının kışa dayanıklılık, dane verimi, verim unsurları ve kalite

özelliklerine etkileri üzerine bir araştırma, Doktora Tezi (Basılmamış). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.

Tudor, G., Darcy, T., Smith, P., Shallcross, F., 2003. The Intake and Live Weight Change Of Drought Master Steers Fed Hydroponically Grown, Young Sprouted Barley Fodder (Autograss). Department Of Agriculture Western Australia.

Türkiye İstatistik Kurumu, 2019. Bitkisel Üretim İstatistikleri, <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=92&locale=tr> (Erişim Tarihi: 19.06.2020)

Türkiye İstatistik Kurumu, 2020. *Hayvansal Üretim İstatistikleri*, <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33874> (Erişim Tarihi: 09.09.2020)

Türkmen, O.S., 2016. Topraksız Hasıl Üretimi ve Kullanım Olanaklarının Geliştirilmesi. Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74, 3583-3597.

Yadav, M., Sethi, J., Dahyia, K., Sood, S., Gupta, V., Singh, V., Talwar, A., 2013. Effect of *Triticum aestivum* on physiological and biochemical parameters in high fat diet fed rabbits. *JK- Practitioner*, 18(3-4), 39-42.

Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O., Hayta, M., 2010. Yenilebilir bitki ve tohum filizlerinin fonksiyonel özellikleri. *GIDA* 35 (3), 205-210.

Yousof, F.I., Amer, K.A., Mersal, I.F., 2017. Screening os some egyptians barley cultivars for sprouted green fodder yield under hydroponic system. *International Journal of Technical Research & Science*, 1(10), 364-371.