T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HİDROPONİK SİSTEMLERDE ÜRETİLEN ARPA, YULAF, RYEGRASS VE ARPA+YULAF, ARPA+RYEGRASS KARIŞIMI YEŞİL HASILLARININ BESLEME DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Veteriner Hekim Ahmet Muhammed BAYIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI ANABİLİM DALI

Doktor Öğretim Üyesi Hıdır GÜMÜŞ

BURDUR-2021

T.C.
BURDUR MEHMET AKİF ERSOY ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HİDROPONİK SİSTEMLERDE ÜRETİLEN ARPA, YULAF, RYEGRASS VE ARPA+YULAF, ARPA+RYEGRASS KARIŞIMI YEŞİL HASILLARININ BESLEME DEĞERLERİNİN İNCELENMESİ

Veteriner Hekim Ahmet Muhammed BAYIR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

VETERİNER HAYVAN BESLEME VE BESLENME HASTALIKLARI

ANABİLİM DALI

Doktor Öğretim Üyesi Hıdır GÜMÜŞ

BURDUR-2021

TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, yüksek lisans çalışmam süresince bana her konuda destek veren, yardım ve tavsiyelerini esirgemeyen gündüz-gece, hafta içi-hafta sonu her zaman ve her koşulda yol gösteren değerli Danışman Hocam Doktor Öğretim Üyesi Hıdır GÜMÜŞ'e teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, Hayvan besleme ve beslenme hastalıkları anabilim dalı başkanı Sayın Prof. Dr. Fatma KARAKAŞ OĞUZ'a ve öğretim üyeleri Sayın Prof. Dr. Mustafa Numan OĞUZ'a, Dr. Öğr. Üyesi Eren KUTER ve tezin laboratuvar çalışmaları esnasında yardım eden Dr. Öğr. Üyesi Derya Merve KARAGÖZ'e teşekkür ederim. Eğitim hayatımın her aşamasında beni her anlamda destekleyen nişanlım Elif TORUN' a ve aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK SAYFASI	**ii**
TEŞEKKÜR	**iii**
ETİK BEYAN	**iv**
İÇİNDEKİLER	**v**
ŞEKİLLER	**vii**
TABLOLAR	**ix**
SİMGELER ve KISALTMALAR	**x**
ÖZET	**xi**
ABSTRACT	**xii**
1. GİRİŞ	**1**
2. GENEL BİLGİLER	**4**
2.1. Tohum Materyali	**4**
2.1.1. Arpa	**4**
2.1.2. Yulaf	**5**
2.1.3. Ryegrass	**6**
2.2. Çimlenme Süreci ve Çimlenmeyi Etkileyen Faktörler	**6**
2.3. Çimlenme ve Besin Maddelerinin Değişimi Arasındaki İlişki	**8**
2.4. Çimlenme ve Kuru Madde Değişimi Arasındaki İlişki	**10**
2.5. Çimlenme ve Protein Değişimi	**11**
2.6. Çimlenme ve Vitamin Değişimi	**12**
2.7. Bitki Boyuna Etkisi	**13**
3. MATERYAL VE YÖNTEM	**15**
3.1. Materyal	**15**
3.2. Aletler ve Cihazlar	**15**
3.3 Yöntem	**16**
3.3.1. Yem Üretim Sisteminin Hazırlığı	**16**
3.3.2. Ön Islatma ve Ekim	**16**
3.3.3. Ölçümler	**17**
3.3.4. Kimyasal Analizler	**20**

3.3.4.1. Kuru madde analizi **20**
3.3.4.2. Ham Kül Analizi **21**
3.3.4.3. Ham Protein Analizi **21**
3.3.4.4. Ham Selüloz Analizi **22**
3.3.4.5. Ham Yağ Analizi **23**
3.3.4.6. Asit Deterjan Lif Analizi **24**
3.3.4.7. Nötral Deterjan Lif Analizi **25**
4. ARAŞTIRMA BULGULARI **28**
4.1. Bitki Boyunun Değişimi **28**
4.2. Hasılların Yaş Ağırlık Verimi ve Kuru Madde Analiz Değerleri **30**
4.3. Ham Kül Analizi **30**
4.4. Organik Madde Değişimi **31**
4.5. Ham Protein Analizi **32**
4.6. Ham Yağ Analizi **32**
4.7. Ham Selüloz Analizi **33**
4.8. Asit Deterjan Lif Analizi **34**
4.9. Nötral Deterjan Lif Analizi **34**
5. TARTIŞMA **37**
5.1. Hasılların Bitki Boy Değişimi **37**
5.2. Hasılların Yaş Ağırlık Verimi ve Kuru Madde Değişimi **38**
5.3. Hasılların Ham Kül ve Organik Madde Değişimi **40**
5.4. Hasılların Ham Protein Değişimi **41**
5.5 Hasılların Ham Yağ Değişimi **42**
5.6. Hasılların Ham Selüloz Değişimi **43**
5.7. Hasılların Asit Deterjan Lif Değişimi **43**
5.8. Hasılların Nötral Deterjan Lif Değişimi **44**
6. SONUÇ **46**
KAYNAKLAR **48**

ŞEKİLLER

Şekil 3.1.	Ön ıslatma öncesi tohumların tartımı	**17**
Şekil 3.2.	Ön ıslatma süreci ve tartım	**17**
Şekil 3.3.	%50 arpa+%50 ryegrass grubunun a) 2.gün, b) 3.gün, c) 4.gün, d) 5. gün, e) 6.gün, f) 7. gün çimlenen yeşil hasılların görünümü	**18**
Şekil 3.4.	%100 arpa grubundan seçilen numunenin metre yardımı ile bitki boyu ölçümü	**18**
Şekil 3.5.	Hasat süresi sonunda ön kurutma işlemi için bekletilen yeşil hasıllar	**19**
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	**19**
Şekil 3.7.	a) Bitki öğütme değirmeni, b) Numunelerin öğütülmesi	**20**
Şekil 3.8.	a) Numunelerin hazırlanması, b) Azot – protein tayin cihazı distilasyon ünitesi, c) Yaş yakma ünitesi	**22**
Şekil 3.9.	a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Filtre keselerinin yapıştırılması	**23**
Şekil 3.10.	a)Ekstraksiyon beheri, b) Otomatik yağ tayin cihazı	**24**
Şekil 3.11.	a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) F57 filtre keselerine numune tartımı	**25**
Şekil 3.12.	a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Solüsyon hazırlığı, c) Numunelerin yerleştirilmesi	**26**
Şekil 4.1.	Hasılların kuru madde içerikleri (%)	**30**
Şekil 4.2.	Hasılların ham kül içerikleri (%)	**31**
Şekil 4.3.	Hasılların organik içerikleri (%)	**31**
Şekil 4.4.	Hasılların ham protein içerikleri (%)	**32**
Şekil 4.5.	Hasılların ham yağ içerikleri (%)	**33**
Şekil 4.6.	Hasılların ham selüloz içerikleri (%)	**33**

Şekil 4.7. Hasılların ADF içerikleri (%) **34**
Şekil 4.8. Hasılların NDF içerikleri (%) **35**

TABLOLAR

Tablo 4.1. Tohumların besin madde analiz değerleri, (%100 KM) **28**

Tablo 4.2. Hasılların bitki boyları (cm) **29**

Tablo 4.3. Hasılların besin madde içerikleri **36**

SİMGELER ve KISALTMALAR

ADF : Asit Deterjan Fiber
CH_2O : Formaldehit
cm : Santimetre
g : Gram
ha : Hektar
HK : Ham Kül
HP : Ham Protein
HS : Ham Selüloz
HY : Ham Yağ
kg : Kilogram
KM : Kuru Madde
l : Litre
m^2 : Metrekare
ME : Metabolik Enerji
MHz : Megahertz
ml : Mililitre
mm : Milimetre
NaCIO : Sodyum hipoklorit
NDF : Nötral Deterjan Fiber
NPK : Azot Fosfor Potasyum İçerikli Sıvı Gübre
^oC : Santigrad Derece
OM : Organik Madde
Sa : Saat
% : Yüzde

ÖZET

Hidroponik sistemlerde üretilen arpa, yulaf, ryegrass ve arpa+yulaf, arpa+ryegrass karışımı yeşil hasıllarının besleme değerlerinin incelenmesi

Bu çalışma arpa, yulaf, arpa+yulaf arpa+ryegrass ve ryegrass tohumlarından elde edilen yeşil hasılların bitki boyu ve besleme değerleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Araştırma sonucunda kullanılan tohumların 1 kg'ından 3,360 g ile 6,360 g arasında değişen yeşil ot elde edilmiştir. Tohumlara göre en yüksek kuru madde içeriği yulaf hasılı grubundan ve en düşük ryegrass hasıl grubundan elde edilmiştir. Ham kül içeriği, en yüksek arpa+yulaf hasıl grubunda; en düşük ise ryegrass hasıl grubunda olmuştur. Ham protein içeriği en yüksek yulaf hasılı grubunda, en düşük arpa+yulaf hasıl grubunda olmuştur. Hasılların ham yağ içeriği %1,98 ile %5,28 arasında değişiklik göstermiştir. En düşük ham selüloz içeriği arpa hasıl grubundan elde edilirken en yüksek ham selüloz içeriği arpa+ryegrass hasıl grubundan elde edilmiştir. En yüksek ADF içeriği ryegrass hasıl grubunda kaydedilmiş ve bu değeri sırasıyla arpa+yulaf, yulaf, arpa+ryegrass ve arpa hasıl grupları takip etmiştir. Hidroponik sistemde yetiştirilen ryegrass hasıl grubu %36,41 NDF içeriği ile en yüksek değere ulaşmıştır. Sonuçta, hidroponik sistemlerde arpa tohumunun tek olarak ekilebileceğinin yanı sıra yulaf ve ryegrass tohumlarıyla da karıştırılarak ekiminin mümkün olabileceği tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arpa, Hidroponik Sistem, Ryegrass, Topraksız Tarım, Yulaf

ABSTRACT

Evaluation of nutritional values of barley, oat, ryegrass and barley+oat, barley+ryegrass mixture produced in hydroponic system

This study was carried out to determine the effects of plant height and nutritive value of green fodder obtained from barley, oat, barley+oat, ryegrass and ryegrass+barley seeds. As a consequence of the research, ranging from 3,360 g to 6,360 g of green fodder was obtained from used 1kg of the seeds. Compared with seeds, the highest value in oat green fodder and the lowest value in ryegrass green fodder of dry matter content was obtained. Ash content was highest in barley+oat fodder but lowest in ryegrass fodder .The crude protein content had the highest for the oat green fodder and the lowest barley+oat green fodder. Ether extract content of green fodders ranges from %1,98 to %5,28. The lowest crude fiber content was obtained from barley green fodder while the highest crude fiber from barley+ryegrass. The highest ADF content was recorded by the ryegrass green fodder group followed by barley+oat, oat, barley+ryegrass and barley green fodder groups. The ryegrass green fodder group showed an NDF content of %36,41 produced by the hydroponic system. As a result, it has been determined that produced in hydroponic systems barley seeds can be planted individually as well as mixed with oats and ryegrass seeds.

Keywords: Barley, Hydroponic system, Ryegrass, Soilless agriculture, Oat

1. GİRİŞ

Ruminantların beslenmesinde, kaliteli kaba yem kaynağı yetersizliği en önemli problemlerin başında gelmektedir. Hayvanların beslenmesinde yılın her zamanında yeterince kaba yem bulunamaması ülkemiz hayvanlarının yeterli düzeyde beslenememesine sebep olmakta ve ekonomik hayvancılık yapmayı engellemektedir. Ülkemiz kaba yem ihtiyacının karşılanmasında; çayır mera alanları ile yem bitkileri ekim alanlarından temin edilen kaba yemler kullanılmakta olup, ek olarak tahıl artıkları (sap, saman) ile sanayi bitkileri artıklarından (posa vb.) da faydalanılmaktadır. Kış aylarında kaba yem temini mühim bir sıkıntı olarak karşımıza çıkmaktadır (Güleçyüz ve Kılıç, 2016). Ülkemizde kış aylarında kaba yem kaynağı olarak; kuru ot ve silaj kullanımı yaygın olmakla birlikte, az miktarda kaba yem peletleme de yapılmakta ve hayvan beslemede kullanılmaktadır (Güleçyüz ve Kılıç, 2016). Ne yazık ki bu kaynaklar kış aylarında hayvanların kaba yem ihtiyacını karşılamaya yetmemektedir. Bu nedenle, kaba yem ihtiyacının karşılanması için arayışlar ehemmiyet kazanmıştır. Bu bağlamda kaba yem açığını kapatmak için son zamanlarda yapılan araştırmalarda kurak şartlarda yetişen kaktüs ve bazı çalımsı bitkilerin dahi alternatif kaba yem kaynağı olarak kullanılabilmesi üzerinde durulmakta ve çalışmalar yapılmaktadır. Yakın geçmişte ülkemizde saman gibi kalitesiz kaba yem kaynaklarının ithal edildiği ve oldukça yüksek fiyatlara satıldığı göz önüne alındığında durumun önemi anlaşılmaktadır (Ateş ve ark., 2013). Hayvancılıkta giderlerin yaklaşık %70'ini yem maliyetleri oluşturmaktadır. Hayvan sağlığı ve performansı için kaliteli kaba yemlerin rasyonda oranı %40'lara kadar çıkabilmektedir. Kaba yemlerin hayvan fizyolojisine uygunluğu yanında kesif yeme göre ucuz olması hayvansal üretimde kullanımını kaçınılmaz hale getirmektedir (Alçiçek ve ark., 2010). Ülkemizde 2020 yılı itibariyle 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. Türkiye'de çayır mera alanları ise toplam tarım alanının 14,6 bin hektarlık büyük bir kısmını oluşturmaktadır (TÜİK, 2019).

Hayvancılığı gelişmiş ülkelerde yem bitkileri ekiliş oranı %25'in üzerinde iken, bu oran ülkemizde %9'dur. Ülkemizin kaliteli kaba yem açığı 30 milyon ton civarındadır (Özkan ve Şahin Demirbağ, 2016). Sığırcılığın yoğun olarak yapıldığı özellikle Orta ve Doğu Anadolu bölgelerimizde yağış yetersizliği nedeniyle silaj üretiminin zorluğu tohum üretimini ön planda tutmaktadır. Bu bölgelerde bu sistemle hasıl üretimi yeşil yem sorununun da çözümüne destek olabilecek niteliktedir. Hayvan varlığımızın önemli bir kısmını barındıran Doğu Anadolu bölgemizde hayvanların 6 - 7 ay boyunca meraya çıkarılmaları kar örtüsü nedeniyle imkânsızdır. Yaz mevsiminin kısa oluşu silaj üretimini de oldukça kısıtlamaktadır. Bu bölgemizde hasılmatikten yararlanmak hayvan beslemede önemli kolaylıklar sağlayabilecektir. 500 – 600 kg canlı ağırlığa sahip 20 – 25 kg süt veren bir hayvan için 18 – 20 kg yeşil yem hesabıyla taze yeşil yem üretmede ve hayvan beslemede tasarruf sağlamak mümkün görünmektedir. Bu durum et üretimi içinde geçerli olmaktadır. Mevcut hayvan sayımız, meralarımızın durumu ve kullanımı, kaliteli kaba yem üretimimizin yetersiz oluşu değerlendirildiğinde hayvanların yeterli ve dengeli beslenemeyeceği ortadadır. Hayvancılık bakımından gelişmiş ülkelerde yonca kuru otu ve mısır silajı kış aylarında kaba yem açığının kapatılması açısından önemli bir yere sahipse de üretimleri sulama imkânına bağlı olmakta ve ılıman bölgelerimizde yoğunlaşmaktadır. Burada üretilen silajların hayvan varlığının yoğun olduğu bölgelere nakliyesi de maliyeti oldukça arttırmaktadır. (Özdemir H, 2017).

Kaba yem sorununun çözülmesinde birim alandan daha fazla ürünün daha az girdiyle üretilmesi esas teşkil etmektedir. Hasıl üretimi için sadece elektrik ve suyun kullanıldığı, üretim miktarına göre çok az yer kaplayan, yılın her döneminde üretim yapabilen ve kullanımı kolay olan hidroponik sistemler kaba yem ihtiyacının karşılanmasına katkıda bulunacak yapıda gözükmektedir. Bu sistemlerde, işletmelerin isteğine bağlı olarak farklı kapasitelerde üretim yapmak mümkündür (Özdemir H, 2017).

Sistemde arpa, yulaf, buğday ve mısır gibi tahıl taneleri bu üretimde kullanılabilmekte ise de en yaygın kullanılan arpadır (Sneath ve McIntosh, 2003). Hidroponik üretimde verim ve kalite; sistem yönetimi, kullanılan tohum çeşidi ve kalitesi, su kalitesi ve pH, sulama süresi ve sıklığı, ön ıslatma süresi, bitki besi elementi

varlığı, sıcaklık, nem oranı, ışık yoğunluğu ve pozisyonu, tohum yoğunluğu ve yetiştirme süresi gibi özelliklerden etkilenmektedir (Sneath and McIntosh, 2003; Dung ve ark., 2010; Fazaeli ve ark., 2012). Hidroponik yeşil yem üretiminde bazı zorluklar mevcuttur. İyi yönetilmeyen yetiştirme ortamında küflenme başlıca sorunlardandır. Küflü yeşil yemler hayvanların performansını düşürmekte hatta ölümler gözlenebilmektedir (Myers, 1974).

Ortamın iklimlendirilmesi için sürekli enerji kullanımı vardır. Besin değerini ölçme açısından yalnızca yeşil yem ağırlığı değil kuru madde verimi, enerji ve protein değerleri de dikkate alınmalıdır. Hayvan gelişimi ve performansında protein hayati rol oynamaktadır. Bu sebeple yemde bulunan protein miktarı yemin değerini belirlemede çok önem arz eder. Hidroponik yeşil yem üretiminde özellikle vitamin E, beta-karoten, biotin ve serbest folik asit miktarında önemli artışlar elde edilmiştir (Sneath ve McIntosh, 2003; Dung ve ark., 2010; Fazaeli ve ark., 2012).

Bu çalışma arpa, yulaf, ryegrass arpa+yulaf ve arpa+ryegrass tohumlarından elde edilen yeşil hasılların bitki boyu ve besleme değerleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tohum Materyali

2.1.1. Arpa

Dünyada ve ülkemizde arpanın en önemli tüketim alanı, hayvan yemi ve malt sanayisi olup, ülkemiz dünyanın önemli arpa üreticileri arasında yer almaktadır. Serin iklim tahılları içerisinde arpa, dünyada ve Türkiye'de ekiliş ve üretim yönünden buğdaydan sonra ikinci sırayı alan tahıldır. Önceleri insan beslenmesinde kullanılan arpa, bugün hayvan beslenmesinde ve bira sanayinde olmak üzere başlıca iki amaçla yetiştirilmektedir (Kün, 1988). Genel olarak hayvan beslenmesi, malt yapımı ve azda olsa insan gıdası olarak tüketilen arpa, dünya yüzeyinde ağırlıklı olarak yarı kurak ve yarı nemli alanlarda, çok farklı enlem ve boylamlarda tarımı yapılan bir tahıl cinsidir (İlgün ve ark. 2016). Arpanın Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri gibi gelişmiş ülkelerde öncelikli olarak malt yapımı için tarımı yapılırken, gelişmekte olan ülkelere doğru gidildikçe hayvan yemi ve insan beslenmesinde kullanılmaktadır. 1960'lı yıllarda dünya genelinde 100 milyon ton civarında üretilen arpa, son on yıllık ortalama dikkate alındığında ise üretimi yaklaşık 145 milyon tona çıkmıştır (Anonim, 2015). Aynı dönemdeki verim rakamları incelendiğinde birim alan veriminin 150 kg/da'dan 250 kg/da düzeyine ulaştığı görülmektedir (İlgün ve ark. 2016). Son 50 yıl içerisinde dünya genelinde arpa üretiminde % 45'lik bir artış görülürken birim alan veriminde ise %60'lık bir yükseliş sağlanmıştır (İlgün ve ark. 2016). Ülkemizde arpa tarımında üretim artışı 1930 ve 1960 yılları arasında genel olarak yeni üretim alanlarının (1930'da 1,4 milyon ha iken 1960'da 2,78 milyon ha) arpa tarımına açılmasıyla sağlanmıştır. 1960-2000 yılları arasında arpa üretiminde %20'ye varan artış, birim alan veriminde %120'ye varan artış olmuştur (Anonim, 2015). Arpada kalite kavramı ürünün kullanım alanına göre değişmektedir. Arpa tanesi yaklaşık 8-12 mm uzunluk, 3-4 mm genişlik ve 2-3 mm kalınlıktadır (İlgün ve ark. 2016). Belirtilen boyutlar çeşitlere göre farklılık arz ederken özellikle iki ya da altı sıralı ve sık ya da seyrek başaklı oluşuna göre değişir. Bin tane ağırlığı 30-62 g, hektolitre ağırlığı 60-72 kg arasında bulunur. Arpa tanesinde kuru maddede yaklaşık %52-72 nişasta, %9-14

ham protein, %4-6 selüloz/lignin, %3-6 beta-glukan ve %4-7 arabinoksilan bulunmaktadır (MacGregor, 1998).

2.1.2. Yulaf

Yulaf (A*vena sativa L.*), buğday ve arpaya göre daha yeni bir kültür bitkisidir. Yulaf, son yıllara kadar sadece hayvan beslenmesinde kullanılırken, bugün insan beslenmesinde aranan bir ürün olmaya başlamıştır. Bu amaçla bisküvi, bebek maması, yulaf unu, yulaf ezmesi, yulaf gevreği ve yulaf çorbası yapımında kullanılmaktadır (Coffman, 1961)

Yulaf; çözünür lifler, proteinler, doymamış yağ asitleri, vitaminler, mineraller ve fitokimyasallar gibi değerli besin maddelerini yüksek miktarda içermektedir (Flander ve ark., 2007). Yulaf son zamanlarda, yüksek beta glukan içeriği ve antioksidan etkisine sahip bileşikleri nedeniyle araştırmalarda ve ticari alanda dikkat çekmektedir (Gray ve ark., 2000; Wang ve ark., 2007). Yulafta ham protein miktarı % 12.4 - 24.4 arasında değişmekte, protein yulafın kepek kısımlarında daha fazla bulunmaktadır (Robins ve ark., 1971). Protein içeriği yulafın çeşidine, yetiştiği şartlara ve kültüre alınmasına bağlı olarak değişmektedir. Esansiyel bir amino asit olan lizin amino asidi diğer tahıllarda olduğu gibi, yulafta da sınırlı olarak bulunmaktadır (Konak, 2008).

Saastaominen ve ark. (1989) tarafından yapılan bir çalışmada yulafın ham yağ içeriğinin % 3 - 12 (%KM) arasında olduğu, hububatlar arasında tam tanede en fazla yağ içeren tanelerin yulafa ait olduğu belirtilmiştir. Pomeranz (1986) tarafından yapılan bir çalışmada yulafın özellikle B kompleksi ve E vitamini bakımından zengin olduğu; A, C, D vitaminlerini çok az içerdiği ya da hiç bulunmadığı tespit edilmiştir. Vitaminlerin büyük bir kısmının kepekte, özellikle aleuron tabakasında ve embriyoda bulunduğu belirtilmiştir (Pomeranz, 1986).

2.1.3. Ryegrass

İtalyan çimi olarak da bilinen ryegrass hızlı gelişen yıl içerisinde çok sayıda biçim verebilen uzun boylu bir yem bitkisidir (Çolak 2015). Kışları ılıman geçen bölgelerde tek yıllık baklagil ve buğdaygil yem bitkileri ile karışım halinde yetiştirilir. Karışımlar otlatılabileceği gibi biçilerek de değerlendirilebilir. İtalyan çimi; tarımsal özellikleri bakımından, hızlı gelişmesi, bol ot üretimi elde edilebilmesi yanında, sulu şartlarda gübreye olumlu sonuçlar vermesi ve tek yıllık olması nedeniyle tarla tarımı içerisinde ekim nöbetine girebilmesi gibi özellikleri ile üretimi hızla artabilecek potansiyele sahip olan bir buğdaygil yem bitkisidir (Çolak 2015).

Güney Avrupa orijinli olan İtalyan çimi, çim cinsi içerisinde, kültürü yapılan tek yıllık türdür. Ülkemizde son yıllarda İtalyan çimi yetiştiriciliği, yem bitkilerine verilen teşviklerle yeni yeni benimsenmektedir (Baytekin ve ark. 2009). İtalyan çimi Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK)'nun 2014 yılı yem bitkileri istatistiklerinde 4.832 dekar ekiliş alanı ve 17.023 ton yeşil ot üretim miktarı ile yerini almıştır (Anonim 2014). Ülkemizde tescilli olarak Efe-82, Caramba, Trinova, Axcella1 ve Pollanum ile üretim izinli Rambo, Hellen, Barspectra II, Bartigra, Bartigra II, Devis, Excellent, Medoacus ve Vallivert çeşitleri bulunmaktadır (Çolak 2015). İtalyan çimi bütün bu olumlu özellikleri nedeniyle, hayvancılığımızın ihtiyaç duyduğu kaliteli kaba yem üretimi amacıyla tarla tarımı içerisinde çok geniş yer alabilecek bir yem bitkisi olarak öne çıkmaktadır (Çolak 2015). İtalyan çiminin besin değerleri; kuru madde %90,12, ham protein % 11,94, ham kül % 9,54, asit deterjan lif % 31,10 ve nötral deterjan lif % 56,86 olarak belirtilmiştir (Çolak 2015).

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 ark. 2010).

Peer ve Leeson (1985), yaptıkları bir çalışmada, yeşil arpa hasılını çimlendirmek için 4,5 kg/m^2 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 periyodu içerisinde, tohum materyalinde depo edilen nişasta, yağ ve protein miktarı üretilen yeşil hasılın verim ve kalitesiyle direkt ilişkilidir. Tohumlar sağlam, kontamine olmamış ve yabancı tohumlardan ari 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 meydana getirilen alanda tohum yoğunluğu, yetiştirme süresi ve kontaminasyon riskine karşı steril bir ortamda yetiştiriciliğin sağlanmasıdır (Karaşahin, 2014).

Çimlendirme ünitelerinde su yoğunluğunun fazlalığı sebebiyle yeşil hasıllarda küf oluşumları meydana gelebilmekte ve buna bağlı olarak ekonomik kayıplara sebep olabilmektedir (Karaşahin, 2014). Tohumlar içinde kontaminasyon riskini en aza indirmek amacıyla hijyen kurallarına uyulması ve kullanılacak malzemelerin steril hale getirilmesi gerekmektedir.

Tohum materyali 30 dakika süresince NaCIO (sodyum hipoklorit) çözeltisi içinde sterilize edilerek kalıntılar temizlendikten sonrasında tohumun doygun hale getirilmesi amacı ile ön ıslatma işlemi yapılabileceği bildirilmiştir (Al-Karaki ve Al-Hashimi, 2012).

Çimlendirme işlemi öncesi ekimi yapılacak olan tohum materyalleri doygun hale gelene kadar su içinde bekletilmekte ve fazla suyun uzaklaştırılması işlemi peşinden ekimi yapılacak tablalara yerleştirilmektedir. Çimlendirme işlemi için ısı, ışık ve rutubet açısından optimum şartların sağlandığı ortamlarda 5-8 gün içinde çimlenme sağlanmaktadır (Karaşahin, 2017b). Yapılan çalışmalar (Özdemir, 2017) çimlenme süreciyle alakalı olarak tohumların filizlenme işleminin 24 saat içinde gerçekleştiği, 2. ve 3. günde yeşil aksamın oluştuğunu göstermektedir. Hasat işleminin 5. günde yapılabilir bulunmasına karşın 7. günden itibaren büyümenin

yavaşlamasından ötürü en uygun hasat zamanının 7. gün olduğu belirtilmektedir. Bu süreçte ışık seviyesinin yüksek olmasının lüzumlu olmadığı ama serin iklim şartlarının sağlanmasının gerekliliği belirtilmiştir (Sneath ve McIntosh, 2003).

2.3. Çimlenme ve Besin Maddelerinin Değişimi Arasındaki İlişki

Ön ıslatma ile doygun hale gelen tohum materyalinin metabolik faaliyetleri, suyu bünyesine almasıyla başlamaktadır. Bitki gelişimini destekleyen kompleks biyokimyasal değişimler, hidrasyon ve filizlenmeyle beraber meydana gelir (Özdemir, 2017). Arpa tanesinin kuru maddesinde bulunan U-65 seviyesindeki nişastanın ana materyal olduğu bilinmektedir. Protein, nişasta ve lipit şeklinde depo kimyasal bileşenler enzimler tarafınca parçalanarak yeni bileşikler yapmak için kullanılır ve bitkinin öteki aksamlarına nakledilir (Chavan ve Kadam, 1989; Cuddeford, 1989).

Tohumda yüksek oranda bulunan enzimler; nişastanın şekere, proteinin amino aside ve yağın serbest yağ asidine parçalanmasında rol almaktadır (Chavan ve Kadam, 1989; Naik ve ark., 2015). Bunun sonucunda; yem içeriğindeki amino asitlerin kalitesi ve vitamin konsantrasyonlarının değeri yükselmektedir (Koehler ve ark., 2007; Naik ark., 2015). Çimlendirilmiş yeşil hasılların besi hayvanlarında bağışıklık sistemini güçlendirici ve verimliliği arttırıcı klorofil, antioksidan, enzim ve alkali deposu olduğu belirtilmektedir (Sneath ve Mclntosh, 2003; Naik ve ark., 2016). Çimlenme esnasında solunumda karbonhidratların enerji kaynağı olarak kullanılması ile kuru madde kaybının oluştuğu ve toplam karbonhidratların azalması ile diğer besin maddelerinin nispi olarak arttığı çalışmalarda ortaya konulmuştur (Chavan ve Kadam 1989; Akbağ ve ark., 2014).

Yeşil hasılların yüksek sindirilebilirlik ve metabolik enerjiye 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 düşmüş olduğu saptanmıştır. Çimlenme süresi artıkça metabolik enerjinin azalmasının sebebi ise lif miktarındaki artış ve nişasta miktarındaki azalışa bağlıdır (Peer ve Leeson, 1985). Çimlenmenin 7. gününden sonrasında artan lif içeriğine bağlı olarak taze yeşil yemlerin

sindirilebilirliğinde düşüş gözlendiği için en uygun hasat zamanının 7. gün olduğu belirtilmiştir. Hasat süresinin gecikmesi ile hasılların besin madde içeriklerinin azalacağı belirtilmiştir. Hidroponik tarım sistemi ile yetiştirilen arpa yeşil hasılının çimlenme sırasında kuru madde kaybından dolayı ruminantların ham yağ, ham lif ve ham proteinden taneye göre daha az yararlandığı belirtilmiştir (Akbağ ve ark., 2014; Sneath ve Melntosh, 2003).

Serin iklim bitkisi olan buğdaygillerin gelişiminin ilk evresinde kuru madde sindirilebilirlikleri %80 oranında bulunmasına karşın ilerleyen dönemlerde bu oran azalarak %50'ye kadar düşmektedir. Gelişme döneminde selüloz ve lignin payı artış gösterirken, ham protein içeriğinde azalma görülmektedir. Arpa yeşil hasılında selüloz içeriğinin %3,7'den 5 günlük zaman içerisinde %6 oranına çıktığı gözlenmiştir. Selüloz oranının artmasıyla beraber sindirilebilirlik azalmaktadır (Baytekin ve Gül, 2009; Fazaeli ve ark., 2012).

Tohumların çimlenmesi ile beraber depolanan yapısal maddeler sindirilebilirlik yönünden yüksek ürünlere dönüşmektedir. Bu vaziyet süt kalitesinde önemli artışları meydana getirmektedir (Sneath ve McIntosh, 2003). Çimlendirilmiş yeşil hasıllar ruminant beslemede kuru madde gereksinimini karşılayabilecek oranda kullanılmasıyla hayvanların performansının iyileştiği bildirilmiştir (Tudor ark., 2003). Besi sığırları için hazırlanan rasyonlarda çimlendirilmiş yeşil hasıl kullanıldığında kuru madde, ham protein, organik madde ve NDF sindirilebilirliğinin arttığı, ADF sindirilebilirliğinin ise azaldığı bildirilmiştir (Lardy ark., 2004).

Çimlendirme sırasında sulama suyuna besin çözeltisi ilavesi ile hidroponik sistemde yetiştirilen yeşil hasılların sadece sulama suyu ile yetiştirilenlerden daha yüksek miktarda ham protein ve ham kül içeriğine sahip olduğu gözlenmiştir (Özdemir, 2017). Besin çözeltisi kullanılarak üretilen yeşil hasıllarda Ca, K, P, Mg, Na, Fe, Cu ve Zn konsantrasyonların daha yüksek olduğu ve bununla beraber kuru madde kaybının daha az olduğu saptanmıştır (Özdemir, 2017).

Çimlendirilmiş yeşil hasıllarda, besin gereksinimlerinin tohum materyalinde bulunan besin rezervlerinden karşılandığını ve bu süreç içinde besin çözeltisi

kullanılmasının üretim maliyetini arttırarak ek bir avantaj sağlamadığını göstermiştir (Bakshi ve ark., 2017).

2.4. Çimlenme ve Kuru Madde Değişimi Arasındaki İlişki

Tohumların çimlenme döneminde optimum şartlar sağlanırsa enzimler kompleks molekülleri basit moleküllere daha etkin şekilde parçalayabilmektedir. Böylece depo molekülleri parçalanarak gelişme ve büyüme olaylarında kullanılacak olan metabolik enerjiyi sağlayabilmektedir. Buradaki dezavantaj ise kuru madde kaybının önemli miktarda artmasıdır. Farklı cins ve türlere bakılırsa çimlenme dönemi sırasında birim tohumdan elde edilen çimlenme performansları ve kuru madde içeriği kayıpları farklılık göstermektedir (Türkmen, 2016).

Yetiştirme süresi ile arpa yeşil hasılının besin madde içeriği arasındaki ilişki incelendiğinde, hasat tarihinin gecikmesine bağlı olarak kuru madde içeriğinin giderek azaldığı tespit edilmiştir. (Akbağ ark, 2014). Optimum şartların sağlandığı hidroponik sistemlerde, çimlenme ile beraber metabolik enerji ve solunum sonucunda meydana gelen kuru madde kaybının %7- 47 oranları içinde değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir. Hasat süresinin uzaması yeşil hasıl verimini arttırırken bununla beraber kuru madde kaybını da artırmaktadır (Dung ve ark, 2010).

Kuru madde içeriklerinde oluşan farklılıkların; sıcaklık, ışık, nem, tohum yoğunluğu ve ortamdaki bitki besin elementlerinin varlığı gibi faktörlerden kaynaklanabileceği varsayılmaktadır (Özdemir, 2017). Tohum miktarı arttıkça kuru madde kaybındaki artış bitkilerin ışık için rekabete girmesi ve bunun cevabında fotosentez miktarının azalması ile açıklanmaktadır (Özdemir, 2017). Tohum yoğunluğunun artması ile birlikte solunum yoluyla kuru madde kaybında da artış olmaktadır. Ön ıslatma süresi, sıcaklık (18, 22 ve 24ºC), sulama sıklığı ve süresi, ışık rengi benzer biçimde parametrelerin yeşil hasılların kuru madde verimi üstüne etkilerinin incelenmiş olduğu bir çalışmada, en yüksek kuru madde içeriğinin 24 saat ön ıslatma, 24 ºC sıcaklık ve 24 saat sarı ışıklandırma uygulamasından elde edilmiş olduğu bildirilmiştir (Karaşahin, 2017c; Karaşahin, 2014).

2.5. Çimlenme ve Protein Değişimi

Çimlenme süreci sırasında solunum sonucu karbonhidratların parçalanması ve kuru madde kaybıyla oransal olarak ham protein içeriğinde artış gözlenmektedir. Hasat süresinin gecikmesi kuru madde kaybındaki artışla beraber protein miktarını da arttırır. Çimlendirme öncesi arpa tohumlarının değişik sıcaklık ve sürelerde ön ıslatmaya maruz bırakılması düşük molekül ağırlıklı azotlu bileşiklerin çözünerek uzaklaşmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise protein miktarında düşüş gerçekleşmektedir (Sneath ve Mclntosh, 2003). Yapılan bir çalışmada, en yüksek kuru madde ve ham protein değerleri; 24 saat ön ısıtma süresi, 24 ºC sıcaklık, 2 saatte bir 120 saniye, 80 saniye, 40 saniye ve saatte bir 20 saniye sulama ile gerçekleştirilmiştir (Karaşahin, 2014).

Arpa tohumlarının çimlenmesi esnasında birtakım besin madde içeriklerinde değişimlerin meydana geldiği bildirilmektedir. Hidroponik sistemlerde 8 günde yetiştirilen yeşil hasılda arpa tohumuna göre ham protein içeriğinin %12'den %19,8'e; ham selüloz içeriğinin %3,5'tan %8,0'e; asit deterjan lif içeriğinin %6,0'dan %11,0'e; nötral deterjan lif içeriğinin %13,0'ten %35,0'e ve ham kül içeriğinin ise %2,2'den 3,6'ya artış gösterdiği rapor edilmiştir (Saidi ve Omar, 2015).

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

Çimlenme sürecinde yeşil hasılların kuru madde kaybetmesi bir dezavantaj şeklinde görünse de enerji olarak kullanılan maddelerin sakkaroz kaynaklı olması hem protein miktarının ve aromatik bileşenlerin hem de sindirilebilirliğin artmasına neden olmaktadır (Ben-Arye ark., 2002). Çimlenme sırasında proteaz enzimi etken hale gelerek protein polimerlerini amino asit ve peptitlere dönüştürür (Shewry ark., 1995). Enzimlerin proteinleri albümin ve globüline dönüştürmesi ile protein kalitesinde artış olmakla beraber lizin içeriğinde de artış gözlenmektedir. Çimlenme anında amilaz ve lipaz enzimlerinin etken hale gelmesi tanelerin bünyesinde şeker ve esansiyel yağ

asitleri miktarında artışa neden olmaktadır (Chavan ve Kadam, 1989; Sharif ve ark., 2013).

Yeşil hasılların kök ve sürgünlerinde bulunan protein içeriği karşılaştırıldığında; genç sürgünlerde protein içeriğinin köklere oranla daha yüksek olduğu görülmektedir. Bitki gelişiminin protein payı artışına etkisi incelendiğinde, yeşil arpa hasılının protein içeriklerinin 6. gün %69, 7. gün %68 ve 8. gün %47 arttığı gözlenmiştir (Fazaeli, 2012; Azim ve ark., 1989; Türkmen, 2016).

Yemlerin besin değerleri ve içerikleri kıyaslandığında yeşil yem ağırlığı dışında kuru madde içeriği, ham protein ve enerji değerleri de dikkate alınmalıdır. Protein hayvan gelişimi ve performansında yüksek bir öneme sahiptir (Özdemir, 2017). Çimlendirilmiş yeşil hasılların beslemede kullanılmasının nedeni yemlerin protein miktarı ve kalitesindeki artıştır. Yeşil hasıllarda bilhassa vitamin E, beta-karoten, biotin ve serbest folik asit miktarında mühim artışlar elde edilmiştir. Tohumların çimlendirilmesi antioksidan özellikli fenolik bileşiklerin miktarını artırmada da başarıya ulaşmış bir strateji olarak görülmektedir. Bu fenolik bileşikler serbest radikalleri vücuttan dışarı atmada rol oynamaktadır (Sneath ve McIntosh, 2003; Dung ve ark., 2010; Fazaeli ve ark., 2012; Dziki ve ark., 2015).

2.6. Çimlenme ve Vitamin Değişimi

Hidroponik sistemlerde yetişen yeşil hasıllarda bilhassa E vitamininin 6 kat artması, alternatif bir yem olarak hayvan beslemede kullanılabileceğini göstermektedir. Elde edilen hasıllar; A ve E vitaminleri, folik asit ve organik enzimler bakımından zengin olduğundan hayvanlarda döl verimi ve hastalıklara karşı direnci arttırmaktadır. Sindirilebilirliğin %98 civarında olması hayvanlar tarafınca tamamının tüketilebileceği anlamına gelir. Ayrıca yeşil hasılların organik enzimler, antioksidan, organik şeker ve lif açısından etken olması da mühim bir özelliktir (Sneath ve McIntosh, 2003; Dung ve ark., 2010; Atıcı, 2012; Güler, 2019).

Yeşil hasılların hemen hemen olgunlaşmamış yardımcı dokulara sahip olması, zengin su ve aroma içeriği ile basit sindirilebilir olma özelliğini sağlar. Çimlendirilen

hasıllar, yüksek rutubet 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 ihtiva ettiği çim suyu; bağışıklık sistemini destekleyici kuvvetli bir tedavi unsurudur. Sebebi ise E ve C vitaminleri ile biyoflavonoidler bakımından zengin besin madde deposu olmasıdır (Yadav ve ark., 2013).

Taze yemlerin rasyonda kullanılması hayvanlarda sindirilebilirliği arttırdığı için, hayvanların refahına müspet katkılarda bulunabilir. Çimlendirilmiş yem; kan dolaşımında bulunan kırmızı kan hücre sayısını artırır. Kan içeriğinde oksijenin artmasıyla beraber hayvanlar, su kaynağına kadar yürümek gibi günlük aktivitelerde daha az enerji harcamakta ve daha çok performans sergileyebilmektedirler (Sharif ve ark., 2013; Güler, 2019).

2.7. Bitki Boyuna Etkisi

Hasılmatik sistemi tamamen kapalı olup yeşil yem yetiştirme odalarında boyları 15-20 cm'e ulaşan hasıllar günlük olarak elde edilmektedir. Konvensiyonel hidroponik sistemlerde suyun pH'sı ve EC değeri gibi parametreler arzu edilen değerlere göre ayarlanabilir. Bunun yanısıra sıcaklık, nem, ışık ve su basıncı gibi birçok parametrelerde kontrol edilebilir. Bu parametreler daha hızlı bitki gelişmesi ve sağlıklı bitki olması için önem arz eder (Palande ve ark., 2017). Emam (2016) arpa hasılı (Giza 127 çeşidi) ile yaptığı çalışmada hasılın 10,1 cm sürgün boyuna ulaştığını belirtmiştir. Gümüş ve Bayır (2020) hasılmatik ile yaptıkları çalışmada arpa hasıl boyunun 17,75 cm, yulaf hasıl boyunun ise 12,22 cm olduğunu belirtmişlerdir. Saha ve ark (2016) topraksız tarım sisteminde akuoponik sistemde yetiştirilen bitki boyunun hidroponik sistemde üretilen bitki boyuna göre % 14 daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir. Yapılan tarla çalışmalarda yatma problemi olan macar fiğinin; arpa, buğday, tritikale (Acar ve ark., 2017), yulaf ve çavdar (Yolcu ve ark., 2009) gibi tahıllar ile birlikte yetiştirilmesi önerilmiştir (Aşcı ve ark, 2020). Ekim oranı yüksek olduğunda ise kolzanın macar fiğine yapmış olduğu gölgeleme etkisi ile besin elementi ve su rekabeti muhtemelen daha fazla ortaya çıkmış ve macar fiğinin gelişimini olumsuz etkilemiştir. Farklı bitki türleri kullanılarak yapılan çalışmalarda da karışım

oranına bağlı olarak bitkiler arasında yaşanan rekabetin değiştiği belirlenmiştir (Aşcı ve ark, 2020). Kuşan ve ark (2019), hidroponik sistemlerde üretilen 8. gün tritikale, arpa, buğday, yulaf ve çavdar hasıllarının bitki boylarının sırasıyla 16,08 cm; 17,47 cm; 14,21 cm; 13,90 ve 11,67 cm olduğunu belirtmişlerdir. Karaşahin (2016), hidroponik sistemlerde yetişdikleri mısır hasılında inorganik gübre kullanımıyla bitki boyunun yaklaşık %38 arttığını belirtmişlerdir. Deneme boyunca sıvı gübre uygulanan fiğ hasılının sürgün ve kök boylarının tritikaleye göre daha düşük olduğu ve uygulanan inorganik gübrenin sürgün boyuna etkisinin istatiksel olarak önemsiz olduğu tespit edilmiştir. Yapılan bir çalışmada ise Karaşahin (2017) arpa hasılında (Hordeum vulgare L. conv. Distichon, iki sıralı arpa) inorganik gübre kullanımının ve organik gübre kullanımın bitki boyuna ve kök boyuna etkilerini istatistiki olarak önemsiz bulmuştur. Hidroponik sistemlerde bitki ve kök uzunluğunun üzerine yapılan bir çalışmada arpa, mısır ve buğday hasıllarının sürgün ve kök uzunlukları boylarının sırasıyla 17 ve 12 cm; 15 ve 15 cm ile 10,8 ve 5,8 olarak farklı bulunduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu rapor edilmiştir (Karaşahin, 2015).

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmada kullanılan *Gazda* arpa çeşidi, *Gökova* yulaf çeşidi ve *Efe-82* ryegrass tohumları 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. Yeşil hasılların bitki boy ölçümleri ve besin madde analizleri Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi 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. Her tablanın boyu 70 cm ve eni 30 cm'dir

Besin madde analizleri için;

- Analitik 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 yaş yakma ve distilasyon ünitesi (Gerhardt marka ve VAPODEST® 50s Carousel model) kullanılmıştır.

3.3. Yöntem

Çalışmada; arpa, yulaf ve ryegrass tohumları farklı oranlarda kullanılmıştır. Bu amaçla, %100 Arpa (100A), %100 Yulaf (100Y), %50 Arpa + %50 yulaf (50A+50Y), %100 Ryegrass (100Rye) %50 Arpa+%50 Ryegrass (50A+50Rye) olacak şekilde beş farklı grup hazırlanmıştır. Yeşil hasıl üretim kabininde toplam 25 adet (5 grup x 5 alt grup) 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) içerikleri bakımından incelenmiştir.

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 Sodyum hipoklorit (NaCIO) ile dezenfekte edilmiştir. Sistem her 2 saatte bir 90 saniye süre ile sulama, 12 saat aydınlatma süresi ve 15-17 ºC ortam sıcaklığı olacak şekilde programlanmıştır. Küflenme riskini en aza indirmek amacıyla sulama sularına günlük olarak 50 ml Sodyum hipoklorit (NaCIO) eklenmiştir.

3.3.2. Ön Islatma ve Ekim

Üç bölmeli tablalar ve her bir karışım için 5 bölme hazırlanmıştır. Ekim öncesi tohumlar ön ıslatma amacıyla 1000 gram tohum karışımı olacak şekilde ±1 gr'a hassas teraziyle tartılmıştır.

Şekil 3.1. Ön ıslatma öncesi tohumların tartımı

Sterilizasyon için tüm gruplar 5 dakika boyunca %10'luk NaCIO çözeltisi içerisinde bekletilerek süre sonunda 3-4 kez durulanmıştır. Tartılan tohumların üzerine 1,5 litre su eklenmiş ve ön ıslatma amacıyla 24 saat bekletilmiştir. Bu işlemin sonunda suyun üzerinde kalan sap-saman ve cansız tohumlar temizlenerek tartım işlemi tekrarlanmıştır. Hazırlanan tohumların tablalara ekimi yapılarak 7 günlük inkübasyon sürecine bırakılmıştır.

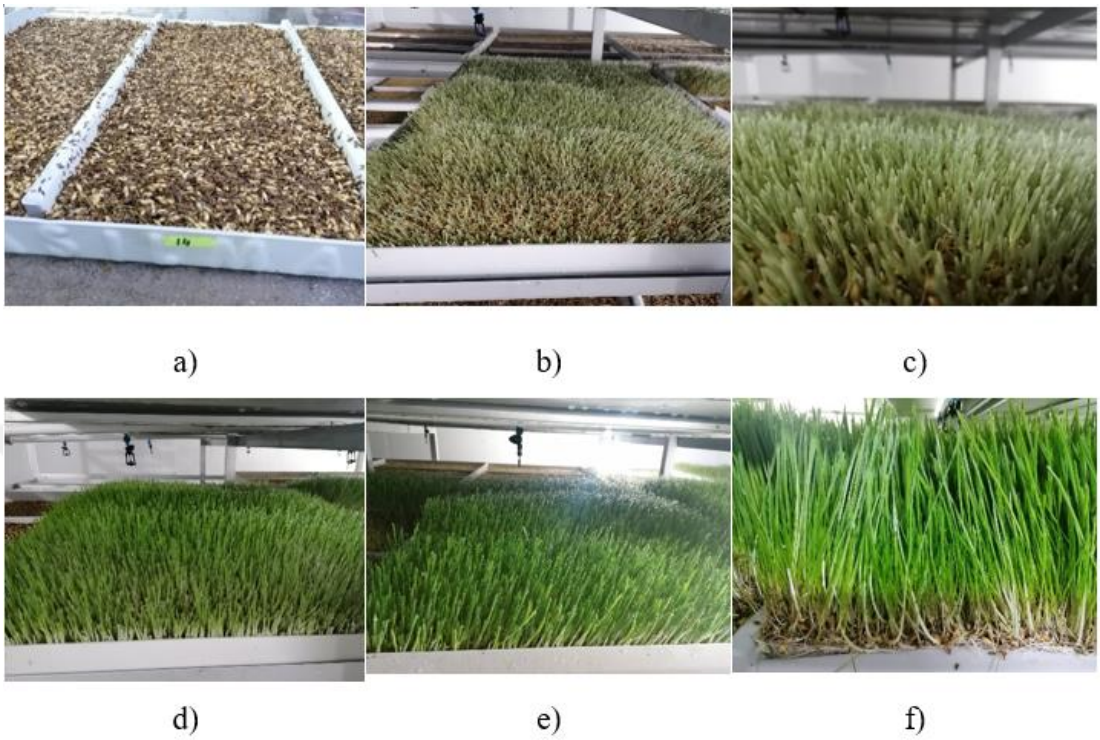
Şekil 3.2. Ön ıslatma süreci ve tartım

3.3.3. Ölçümler

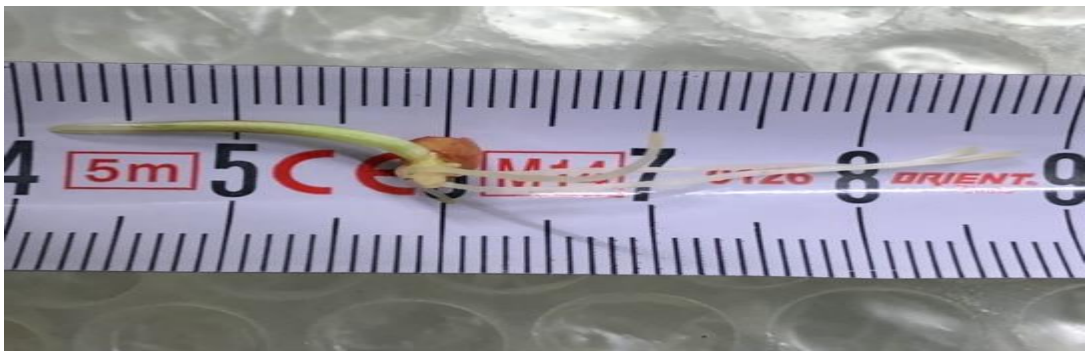
Ön ıslatma sonrası ölçüm (kg): Ekim öncesi 24 saat 1,5 lt su ile ön ıslatma yapılarak doygun hale gelen tohumların ilk ve son ağırlıkları tespit edilmiştir.

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 4., 5., 6., ve 7. gün hasıl ölçümleri yapılmıştır.

Hasıl Verimi: Yedinci günün sonunda çimlenmiş hasıllar tablalardan çıkartılıp yeşil hasıl verimi belirlenmek üzere ±1 g hassas terazi ile tartılarak kaydedilmiştir.

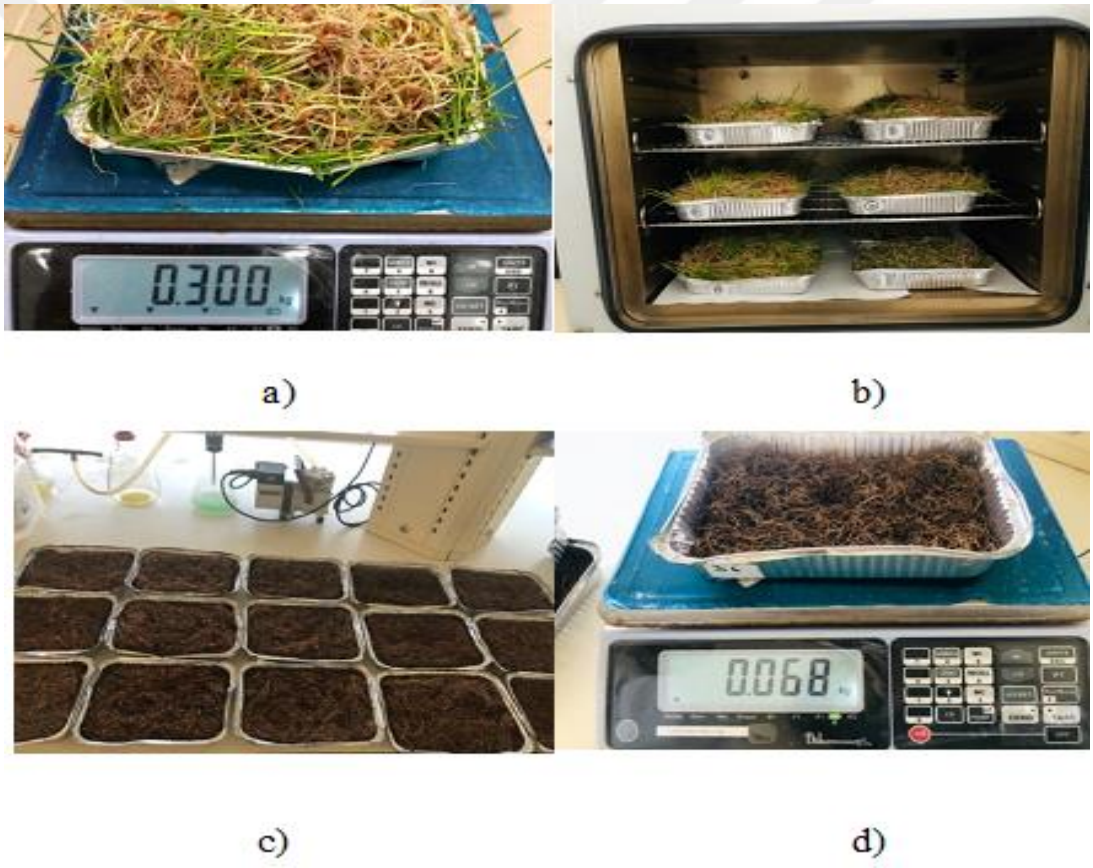


Şekil 3.3. %50 arpa+%50 ryegrass grubunun a) 2.gün, b) 3.gün, c) 4.gün, d) 5. gün, e) 6.gün, f) 7. gün çimlenen yeşil hasılların görünümü



Şekil 3.4.%100 arpa grubundan seçilen numunenin metre yardımı ile bitki boyu ölçümü

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



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

3.3.4. 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 , ham protein, ham yağ, ham selüloz, ham kül, asit deterjan lif ve nötral deterjan lif analizleri yapılmıştır. Her alt grubun 3 farklı noktasından toplam 300 gramlık örneklemeler alınmıştır.

3.3.4.1. 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 ulaşıncaya 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 ulaşıncaya kadar bekletilen kaplar tekrar tartılmış (c) ve elde edilen değerler formül kullanılarak (AOAC, 1990; metot 934.01) yöntemine göre hesaplanmıştır. [***Formül:*** *%KM = (c-a) x 100 / b*].

a) b)

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

3.3.4.2. Ham Kül Analizi

Yem maddesinin 550-650ºC' 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 ulaşıncaya kadar kül fırınında yakılmıştır. (CarboliteElf) Bu işlemden sonra desikatörde oda sıcaklığına ulaşıncaya kadar bekletilen kaplar tekrar tartılmış (c) ve elde edilen değerler formül kullanılarak (AOAC, 1990; metot 942.05) yöntemine göre hesaplanmıştır. [***Formül:*** *% HK = (c-a) x 100 / b*]

3.3.4.3. Ham Protein Analizi

Kjeldahl cihazı kullanılarak yapılan bu yöntem; yaş yakma, distilasyon ve titrasyon olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmektedir. Analiz için yaklaşık bir gram numune protein tüpüne tartılmıştır. Tüp içerisine bir tablet (3 gr) yakma tuzu karışımı [96,5 g azot içermeyen potasyum sülfat (K_2SO_4) + 1,5 g bakır sülfat ($CuSO_4.5H_2O$) + 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 ºC' 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, 25-30 ml borik asit çözeltisi ve 80 ml %32'lik sodyum hidroksit çözeltisi eklenmiştir. Distilayon işlemi yaklaşık dört dakika sürmüş ve işlem sonunda asit çözeltisinin sarfiyatı (ml) not edilerek, bu değer % ham protein hesabında kullanılmıştır. [***Formül:****% HP = (1,4007 x A x K x (Ö – H)) / Ö*]

- 1,4007: 0,1 ml 0,1 N hidroklorik aside karşılık gelen azotun atom ağırlığı
- A: Asitlik molaritesi, mol/l (0,1)
- K: Standart Kjeldahl faktörü, (6,25)
- T: Titrant harcaması, ml
- H: Kontrol (kör) titrant harcaması, ml
- Ö: Örnek ağırlığı, g

a) b) c)

Şekil 3.8. a) Numunelerin hazırlanması, b) Azot – protein tayin cihazı distilasyon ünitesi, c) Yaş yakma ünitesi

3.3.4.4. 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 selülozdan harici hemiselüloz, lignin, pentozan ve kütin bulunmaktadır. NaOH (PORT B) ve H_2SO_4 (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 (±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 ºC'de 2- 4 saat kurutmaya alınmıştır. Etüv

sonrası filtre keseleri desikatöre alınarak ortam sıcaklığına gelince kadar bekletilmiş ve tartılmıştır. İçinde numune olan torbalar önceden tartılmış krozeler içerisinde 600 ºC (±15 ºC)'de 2 saat yakılmıştır. Desikatörde soğuduktan sonra tartılıp organik kısım ağırlığı hesaplanmıştır. [***Formül:*** *%HS: (W4 – (W1 x C2)) x 100 / W2]*

- 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)

a) b)

Şekil 3.9. a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Filtre keselerinin yapıştırılması

3.3.4.5. 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 ºC' 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 ^{o}C' de 2 saat etüvde bekletilmiştir. Etüvden alınan beherler desikatörde oda sıcaklığına ulaşıncaya kadar bekletilmiş ve sonrasında tartılmıştır (c). [***Formül:*** *% HY = (c-a) x 100 / b*]

- c: Analiz sonu tartım, g
- a: Yağ beheri darası, g
- b: Örnek ağırlığı, g

a) b)

Şekil 3.10. a) Ekstraksiyon beheri, b) Otomatik yağ tayin cihazı

3.3.4.6. Asit Deterjan Lif Analizi

Analiz için 57 µ gözenek çaplı F57 filtre keselerinin boş ağırlıkları (W1) ve yaklaşık olarak 0,5 gram (±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 otomatik poşet kapatma makinesi (Heat sealer) kullanarak mühürlenmiştir. Hazırlanan numuneler cihaza yerleştirilmiştir. 2 lt ADF çözeltisi (ANKOM FAD20C+1N H_2SO_4) 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±2 ºC derecede 2– 4 saat arasında kurutulmuştur. Kurutulan numuneler desikatör torbaya alınarak oda sıcaklığında bekletilmiş ve tartılmıştır (W3). Elde edilen değerler formül kullanılarak (Van Soest ve ark., 1991) yöntemine göre hesaplanmıştır. [***Formül:*** *%ADF = (W3- (W1 x C1)) x 100 / W2*]

- W1: Torba ağırlığı
- W2: Numune ağırlığı
- W3: Ekstraksiyon sonrası ağırlık
- C1: Boş torba düzeltme faktörü (etüvde kurutma sonrasındaki ağırlık / boş torbanın kendi ağırlığı)

a) b)

Şekil 3.11. a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) F57 filtre keselerine numune tartımı

3.3.4.7. Nötral Detarjan Lif 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 sülfit ve 4 ml alfa amilaz eklenmiştir. Solvente dayanıklı kalem ile keselere numara verilmiştir. Filtre kesesi boş halde

tartılmıştır (W1). Numunelerden 0,5 gram (±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 α-amilaz ve 20 gram sodyum sülfitle, 5 dakika sıcak saf suyla yıkandıktan sonra tekrar 4ml α-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 ºC'de 2- 4 saat sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar kurutulmuştur. Numuneler son olarak desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına ulaşıncaya kadar bekletilerek tartılmıştır (W3). Elde edilen değerler formül kullanılarak (Van Soest vd., 1991) yönteme göre hesaplanmıştır. [***Formül:*** *%NDF = (W3-(W1 x C1)) x 100/ W2*]

- W1: Torba ağırlığı
- W2: Numune ağırlığı
- W3: Ekstraksiyon sonrası ağırlık
- C1: Boş torba düzeltme faktörü (etüvde kurutma sonrasındaki ağırlık / boş torbanın kendi ağırlığı)

a) b) c)

Şekil 3.12. a) Tam otomatik selüloz tayin cihazı, b) Solüsyon hazırlığı, c) Numunelerin yerleştirilmesi

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. (Dawson ve Trapp, 2001). Sonuçlar minimum %5 hata payı ile incelenmiş ve istatistiksel analizler için SPSS 14.1 paket programından yararlanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu çalışmada; arpa, yulaf, ryegrass, arpa+yulaf ve arpa+ryegrass karışım hasıllarının bitki boyları, yeşil ot verimi, ve besin madde analizleri incelenmiştir. Deneme gruplarının yeşil ot verimi ve besin madde değerleri tablo **4.1.** de verilmiştir.

Tablo 4.1. Tohumların besin madde analiz değerleri, (%100 KM)

Besin maddeleri	**Gruplar**				
	100A	**100Y**	**50A+50 Y**	**100Rye**	**50A + 50Rye**
Kuru Madde (%)	93,34	93,41	93,91	93,28	93,39
Ham Kül (%)	3,04	4,81	3,70	3,21	3,19
Organik Madde (%)	96,96	95,19	96,30	96,79	96,81
Ham Protein (%)	10,99	12,85	11,45	13,34	12,30
Ham Yağ (%)	1,91	4,46	2,50	1,81	1,93
Ham Selüloz (%)	6,31	12,50	10,28	3,65	5,30
NDF (%)	18,37	31,02	23,72	27,51	22,18
ADF (%)	7,33	14,41	12,27	12,15	9,15

100A: *%100 Arpa;* ***100Y:*** *%100 Yulaf;* ***50A+50Y;*** *%50 Arpa + %50 yulaf,* ***100Rye:*** *Ryegrass;* ***50A+50Rye:*** *%50 Arpa+%50 Ryegrass*

4.1. Bitki Boyunun Değişimi

Hasılların bitki boyları tablo 4.2. verilmiştir. Gruplar incelendiğinde; Arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegras ve arpa+ryegrass gruplarında sürgün uzunluklarının günlere göre değişimi istatistiki olarak önemli (P <0,001) bulunmuştur. Çalışmanın sonunda (7. gün) arpa hasılının bitki boyu en yüksek, ryegrassın bitki boyu en düşük olarak tespit edilmiştir. Tüm gruplar incelendiğinde arpa yeşil hasılının bitki boyu sürekli yüksek olarak seyretmiştir.

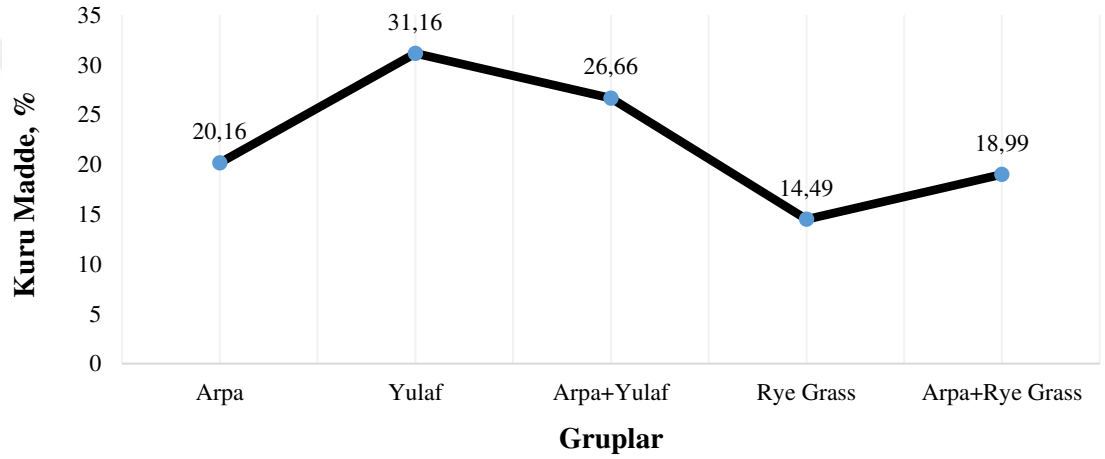
Tablo 4.2. Hasılların bitki boyları (cm)

Gün	Gruplar							
	100A	**100Y**	**50A+50 Y**		**100Rye**	**50A + 50Rye**		**P**
			Arpa	**Yulaf**		**Arpa**	**Ryegrass**	
4	2,85±0,10^{bc}	2,80±0,20^{bc}	3,00±0,28^{bc}	2,49±0,14^{bc}	2,19±0,25^{ab}	3,20±0,16^{c}	1,35±0,06^{a}	0,001
5	6,82±0,25^{bc}	5,79±0,28^{ab}	7,50±0,26^{cd}	6,92±0,17^{c}	5,23±0,16^{a}	8,04±0,18^{d}	6,57±0,22^{bc}	0,001
6	10,22±0,20^{bc}	9,61±0,43^{bc}	10,70±0,33^{d}	9,10±0,14^{b}	7,27±0,11^{a}	9,98±0,27^{bc}	6,78±0,14^{a}	0,001
7	15,34±0,21^{e}	10,59±0,25^{b}	14,75±0,40^{de}	11,85±0,17^{c}	9,75±0,14^{b}	14,06±0,35^{d}	7,95±0,23^{a}	0,001

100A: *%100 Arpa;* ***100Y:*** *%100 Yulaf;* ***50A+50Y;*** *%50 Arpa + %50 yulaf,* ***100Rye:*** *Ryegrass;* ***50A+50Rye:*** *%50 Arpa+%50 Ryegrass*

4.2. Hasılların Yaş Ağırlık Verimi ve Kuru Madde Analiz Değerleri

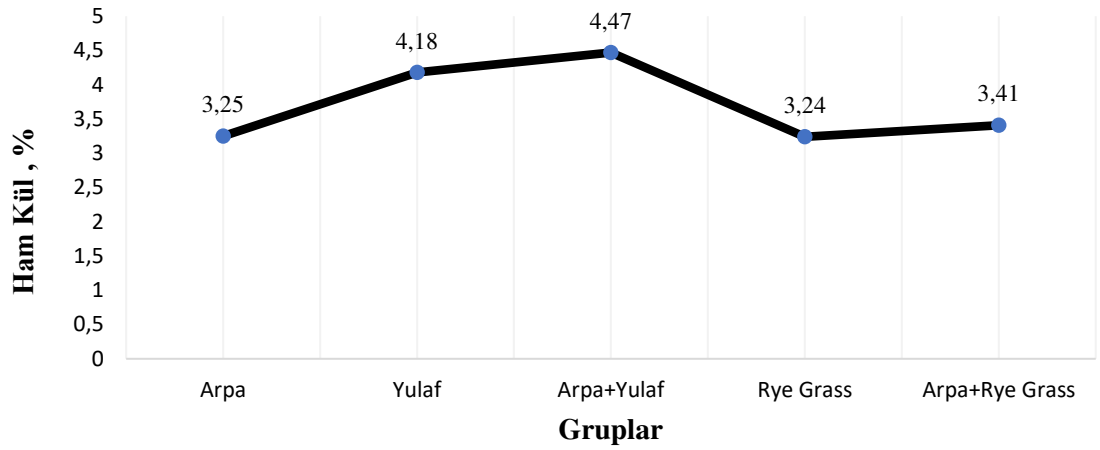
Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar yaş ağırlık bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegras ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla 6360 g; 3360 g; 4349 g; 5566 g ve 6071 g olarak tespit edilmiştir. (Tablo **4.3**.) ve gruplar arasındaki farklılık önemli (P<0,001) bulunmuştur. Kuru madde içeriği, en yüksek %31,16 ile yulaf hasıl grubunda; en düşük ise %14,49 ile ryegrass hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.1. Hasılların kuru madde içerikleri (%)

4.3. Ham Kül Analizi

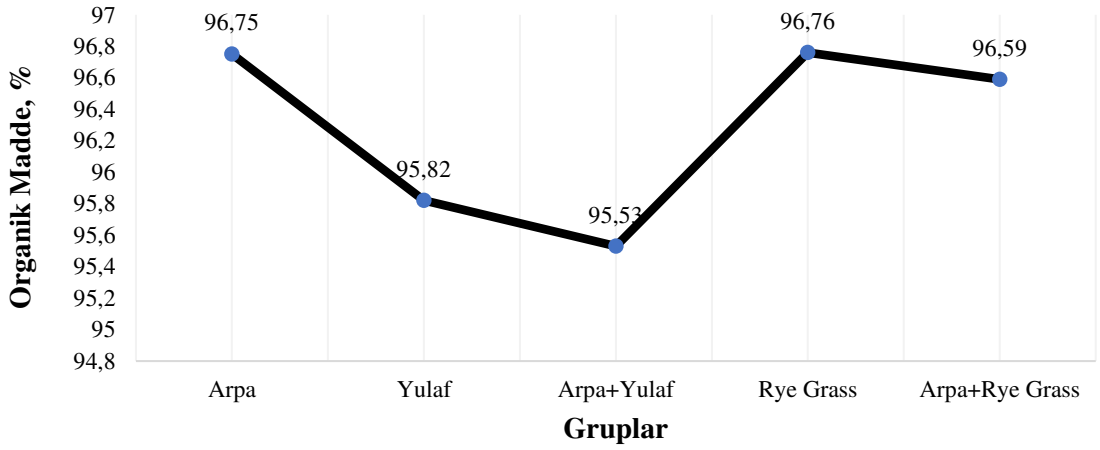
Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar ham kül değerleri bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla %3,25, %4,18, %4,47, %3,24 ve %3,41 değerleri elde edilmiş ve gruplar arasındaki farklılık önemli (P<0,001) bulunmuştur. Ham kül içeriği, en yüksek arpa+yulaf hasıl grubunda; en düşük ise ryegrass hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.2. Hasılların ham kül içerikleri (%)

4.4. Organik Madde Değişimi

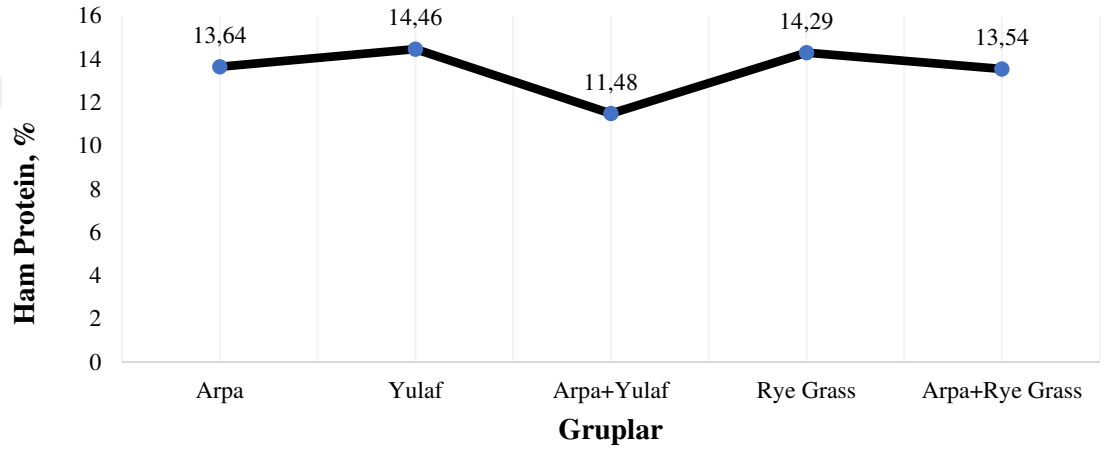
Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar organik madde değerleri bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla %96,75; %95,82; %95,53; %96,76 ve %96,59 olarak tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (P<0,001) bulunmuştur. Organik madde içeriği, en yüksek ryegrass hasıl grubunda; en düşük ise arpa+yulaf hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.3. Hasılların organik içerikleri (%)

4.5. Ham Protein Analizi

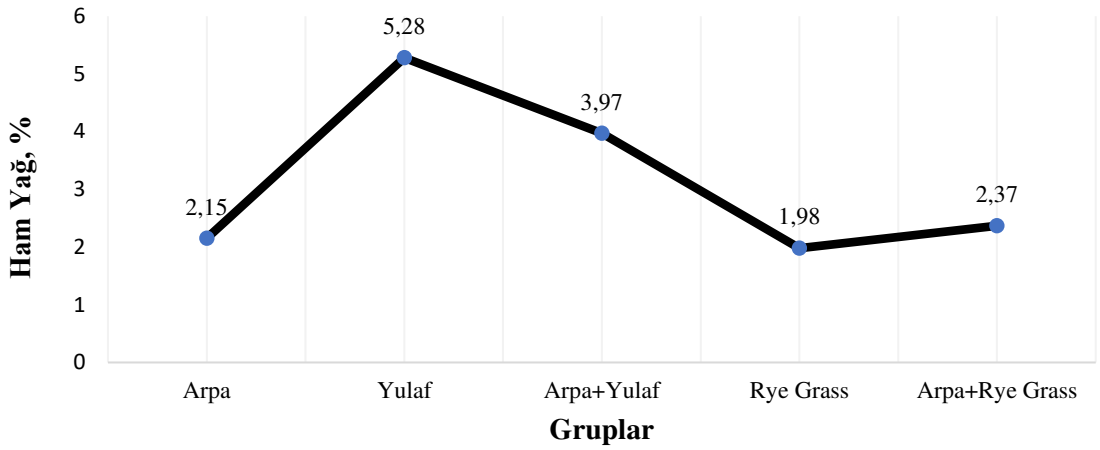
Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar ham protein değerleri bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla %13,64; %14,46; %11,48; %14,29, ve %13,54 olarak tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (P<0,001) bulunmuştur. Ham protein oranı, en yüksek yulaf hasıl grubunda; en düşük ise arpa+yulaf hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.4. Hasılların ham protein içerikleri (%)

4.6. Ham Yağ Analizi

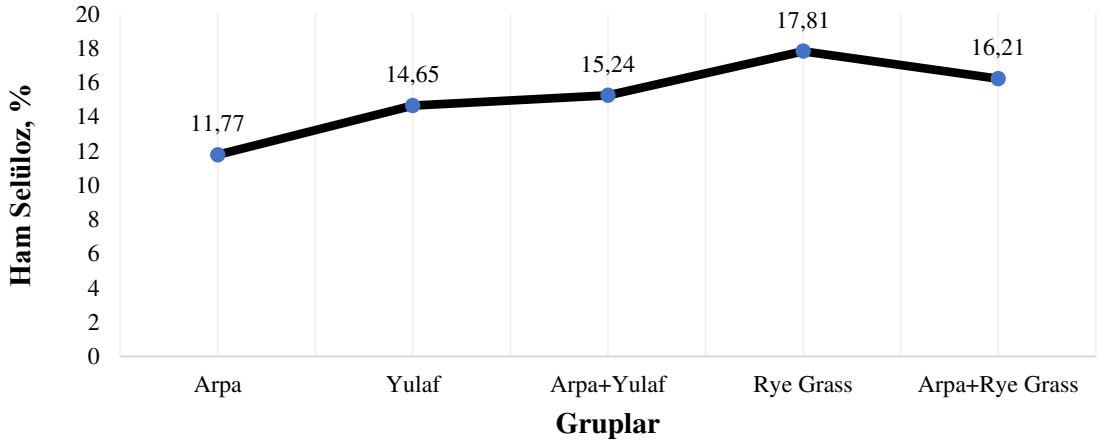
Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar ham yağ değerleri bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla %2,15; %5,28; %3,97, %1,98, ve %2,37 olarak tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (P<0,001) bulunmuştur. Ham yağ oranı, en yüksek yulaf hasıl grubunda; en düşük ise ryegrass hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.5. Hasılların ham yağ içerikleri (%)

4.7. Ham Selüloz Analizi

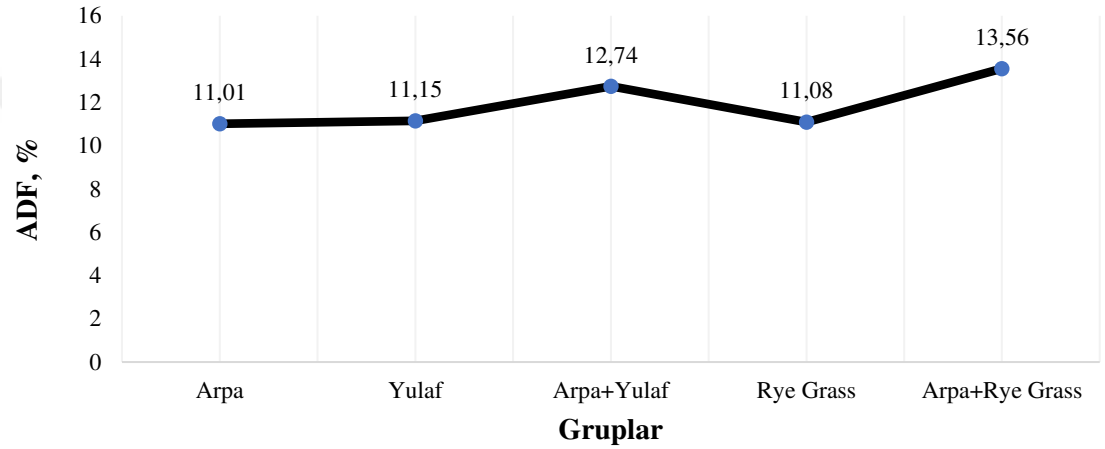
Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar ham selüloz değerleri bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla %11,77; %14,65; %15,24, %17,81 ve %16,21 olarak tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli ($p<0,001$) bulunmuştur. Ham selüloz oranı, en yüksek ryegrass hasıl grubunda; en düşük ise arpa hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.6. Hasılların ham selüloz içerikleri (%)

4.8. Asit Deterjan Lif Analizi

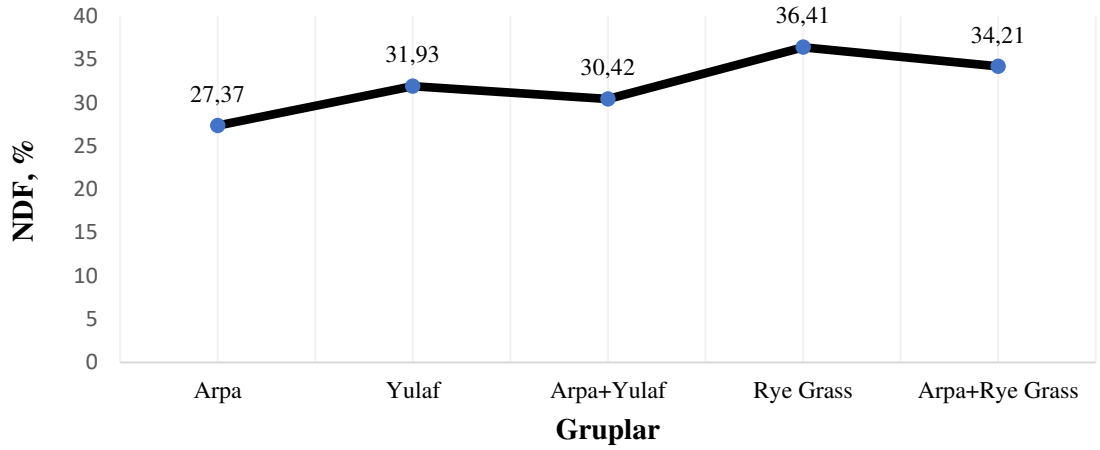
Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar ADF değerleri bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla %11,01, %11,15, %12,74, %11,08 ve %13,56 olarak tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (P<0,002) bulunmuştur. ADF oranı, en yüksek arpa+ryegrass hasıl grubunda; en düşük ise arpa hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.7. Hasılların ADF içerikleri (%)

4.9. Nötral Deterjan Lif Analizi

Yapılan araştırma sonucunda; tohumlarından elde edilen hasıllar NDF değerleri bakımından incelendiğinde; arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass ve arpa+ryegrass gruplarında sırasıyla %27,37, %31,93, %30,42, %36,41 ve %34,21 olarak tespit edilmiştir ve gruplar arasındaki fark istatistiki açıdan önemli (P<0,001) bulunmuştur. NDF oranı, en yüksek ryegrass hasıl grubunda; en düşük ise arpa hasıl grubunda bulunmuştur.



Şekil 4.8. Hasılların NDF içerikleri (%)

Tablo 4.3. Hasıl ağırlıkları ve besin madde içerikleri

Besin maddeleri	Gruplar					
	100A	**100Y**	**50A+50 Y**	**100Rye**	**50A + 50Rye**	**P**
Yaş Ağırlık (Gram)	6360±107,39^{d}	3360±75,94^{a}	4349±105,1^{b}	5566±184,4^{c}	6071±84,41^{cd}	0,001
Kuru Madde (%)	20,16±0,56^{b}	31,16±0,73^{d}	26,66±0,79^{c}	14,49±0,41^{a}	18,99±0,04^{b}	0,001
Kuru Hasıl Ağırlık (Gram)	1281±31,05^{c}	1048±41,83^{b}	1160±47,02^{bc}	808±46,60^{a}	1153±14,41^{bc}	0,001
Kuru Hasıl ağırlık (Gram)/1M^2	6103,17±147,89	4991±199,20	5524,12±233,1	3850,89±221,93	5491,73±66,66	0,001
Ham Kül (%)	3,25±0,06^{a}	4,18±0,04^{c}	4,47±0,03^{d}	3,24±0,05^{a}	3,41±0,06^{b}	0,001
Organik Madde (%)	96,75±0,06^{d}	95,82±0,04^{b}	95,53±0,03^{a}	96,76±0,05^{d}	96,59±0,06^{c}	0,001
Ham Protein (%)	13,64±0,10^{c}	14,46±0,18^{c}	11,48±0,21^{a}	14,29±0,17^{bc}	13,54±0,21^{b}	0,001
Ham Yağ (%)	2,15±0,12^{a}	5,28±0,24^{c}	3,97±,0,24^{b}	1,98±0,10^{a}	2,37±0,28^{a}	0,001
Ham Selüloz (%)	11,77±0,54^{a}	14,65±0,22^{b}	15,24±0,32^{bc}	17,81±0,26^{d}	16,21±0,28^{c}	0,001
ADF (%)	11,01±0,15^{a}	11,15±0,66^{a}	12,74±0,34^{ab}	11,08±0,25^{a}	13,56±0,54^{b}	0,002
NDF (%)	27,37±1,29^{a}	31,93±0,77^{b}	30,42±0,65^{ab}	36,41±0,67^{c}	34,21±0,92^{bc}	0,001

100A: *%100 Arpa;* ***100Y:*** *%100 Yulaf;* ***50A+50Y;*** *%50 Arpa + %50 yulaf,* ***100Rye:*** *Ryegrass;* ***50A+50Rye:*** *%50 Arpa+%50*

5. TARTIŞMA

5.1. Hasılların Bitki Boy Değişimi

Hasılmatik sistemi tamamen kapalı olup yeşil yem yetiştirme odalarında günlük olarak yaklaşık boyları 15-20 cm'e ulaşan hasıllar elde edilmektedir. İnkübasyonun 7. gününde bitki boyları incelendiğinde arpa hasılının boyu diğer gruplara göre yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Çalışmanın bulguları Gümüş ve Bayır (2020) sonuçları ile benzerlik göstermekle beraber; %100 arpa, %100 yulaf ve %75 arpa+%25 yulaf tohumu karışımları kullanılan araştırmada 7. gün hasıl bitki boy uzunluklarının 17,75 cm; 12,22 cm ve 16,12 cm olduğu belirtilmiştir Al- Karaki ve Al-Momani (2011) hidroponik sistemde yetiştirilen farklı arpa çeşitlerinin 8.gün yeşil hasıl uzunluklarının 18,7- 22,7 cm arasında olduğunu, Karaşahin (2017a) gübre olarak deniz yosununun etkilerini incelediği bir çalışmada farklı çeşitlerdeki arpa yeşil hasıllarının 10. gün bitki boylarının 12,5 cm ile 20 cm arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Farklı yetiştirme süresi ve gübre uygulamalarının incelendiği diğer çalışmada; bitki boyu uzunluğunun 10. günde 15,5 cm ile en yüksek değere, 6. günde 9,0 cm ile en düşük değere ulaştığı ve farklı gübreleme uygulamalarının ise bitki boyu üzerine etkilerinin istatistiki olarak önemli olmadığı belirtilmiştir (Karaşahin, 2017b). Kuşan ve ark (2019), hidroponik sistemlerde üretilen 8. gün tritikale, arpa, buğday, yulaf ve çavdar hasıllarının bitki boylarının sırasıyla 16.08 cm; 17.47 cm; 14.21 cm; 13.90 ve 11.67 cm olduğunu belirtmişlerdir. 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 giberallik 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 ıslatma süresi, sulama süresi ve sıklığı, bitki besin elementi varlığı ve farklılığı, sıcaklık, nem, ışık şiddeti, yetiştirme süresi gibi parametrelerden kaynaklandığı varsayılmaktadır.

5.2. Hasılların Yaş Ağırlık Verimi ve Kuru Madde Değişimi

Denemenin sonunda hasılların yaş ağırlıkları 3360 gram ile 6360 gram arasında değişirken en yüksek yaş ağırlık arpa hasıl grubunda elde edilmiştir. Bulgularımızla benzer sonuçları elde eden bir çalışmada; arpa çeşitlerin yeşil yem tohum^{-1} oranının 4,74- 6,0 kg değerleri arasında değişkenlik gösterdiği bildirilmiştir (Al-Karaki ve Al-Momani, 2011). Yousof ve ark., (2017) yapmış oldukları çalışmada farklı yerel arpa çeşitleri arasında bu oranın 4,5- 5,5 değerleri arasında değiştiğini belirtmiştir. Yapılan bir diğer araştırmada; arpa çeşitleri arasında en yüksek yeşil yem verimi (11,9) ve yeşil yem tohum^{-1} oranı (5,45) Atılır çeşidinden elde edilmiştir. Değerler arasındaki bu değişkenliğin tohumların bin dane ağırlıkları, kavuz kalınlıkları veya genetik yapı farklılığından kaynaklandığı varsayılmaktadır (Karaşahin, 2017a).

Hasıl gruplarının kuru madde içeriği incelendiğinde çalışmada en yüksek kuru madde içeriği yulaf hasıl grubunda (%31,16), en düşük değer ryegrass hasıl grubundan (%14,49) elde edilmiştir (P<0,001). Yulaf grubunda yüksek kuru madde içeriği ile hasılın çimlenme performansı arasında bir ilişkili olabileceği görülmektedir. Hasıllar yaş ağırlıkları bakımından incelendiğinde, yulaf hasıl grubunda yaş ağırlığın düşük olması kuru madde sonuçlarını desteklemektedir. Çalışmanın sonunda yulaf hasıl grupları dışındaki hasılların kuru madde içeriklerinin %14,49 ile %20,16 arasında değiştiği görülmektedir (P<0,001). Bu tez çalışmasında kuru madde içeriği sonuçlarının literatür çalışmalarıyla desteklendiği görülmüştür. Hidroponik sistemlerde yetiştirilen arpa hasıllarının kuru madde içerikleri incelendiğinde; Yousof ve ark., (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 içeriği Kral-97 çeşidinden (%25,10) ve en düşük değer ise Zeynelağa (%13,27) çeşidinden elde edilmiştir (Karaşahin, 2017a). Karaşahin (2017c) yaptığı bir diğer çalışmada farklı tohum miktarlarının arpa yeşil hasılı üzerine etkilerini inceleyerek en yüksek kuru madde değerlerinin 4,4 ve 6,6 kg m^2 uygulamalarından (19,0; 18,9) ve en düşük kuru madde değerlerinin ise 1,1 ve 2,2 kg m^2 uygulamalarından (14,7;14,6) elde ettiğini bildirmiştir.

Çimlendirme süresinin 4., 7., 10. ve 13. günlerinde hasat edilen arpa yeşil hasılının besin maddelerinin incelendiğinde, hasat zamanın gecikmesi ile kuru madde içeriğinde önemli azalmalar olduğu tespit edilmiştir (Akbağ ve ark., 2014). Arpa yeşil hasılının 6., 7. ve 8. günlerinde alınan örnekler incelendiğinde yaş ağırlığın kuru maddeye içeriğinin sırasıyla %19,27; %14,35 ve %13,3 olduğu ve hasat zamanının gecikmesi ile kuru madde miktarında düşüş meydana geldiği bildirilmiştir (Fazaeli ve ark., 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 ve ark., 2010). Hidroponik yeşil yeminin doğal halde KM içeriği kök, çim ve çim+kökte sırasıyla; %6,51, %8,35 ve %17,94 olarak belirlenmiştir (Sarıçiçek ve ark., 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. Kuru madde içerikleri %14,40 ile %10,80 arasında değişim göstermiştir (Özdemir, 2017).

Yulaf yeşil hasılının düşük ve yüksek konsantrasyonlarının sığırların beslenmesinde etkilerinin incelendiği çalışmada; tohumlar 21 ºC' 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 arttırılması için giberallik asit, ön ıslatma ve ses dalgalarının etkilerini tespit etmek amacıyla yapılan bir çalışmada; yeşil ağırlık ve kuru madde artışı %2'lik giberallik 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 ve ark., 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 olmasının 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.

5.3. Hasılların Ham Kül ve Organik Madde Değişimi

Ham kül içerikleri incelendiğinde sadece yulaf hasıl grubunda azalış olurken, diğer tüm hasıl gruplarında artış ($P<0,001$) gözlenmiştir. Hasıl gruplarında ham kül içerikleri % 3,25 ile %4,47 arasında değişmiştir. Yapılan bir çalışmada tohumda %2,87 değerinde bulunan ham kül içeriğinin çimlenmenin 7. gününde %3,32'ye yükseldiği bildirilmiştir (Peer ve Leeson, 1985). Dung ve ark., (2010) tohumdaki %2'lik ham kül içeriğinin 7 günlük inkübasyon sonrasında %4,3'e yükseldiğini, Akbağ ve ark., (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). 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.

Hasıllarda organik madde içerikleri kuru madde ve ham kül değerleri ile hesaplanmıştır. Hasıllarda ham kül miktarı artıkça doğru orantılı olarak organik madde miktarı azalmıştır. Organik madde içeriği bakımında en yüksek değer ryegrass hasıl grubunda (%96,76) en düşük değer arpa+yulaf hasıl grubunda (%95,53) tespit edilmiştir. Bulgularımızla benzerlik taşıyan diğer çalışmalarda; Peer ve Leeson (1985) tohumların 7. günlük inkübasyon sonrası organik madde içeriğini %96,68, Dung ve ark., (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.

5.4. Hasılların Ham Protein Değişimi

Çalışmanın sonunda en yüksek ham protein içeriği yulaf hasılı grubundan en düşük ham protein içeriği ise arpa+yulaf hasılı grubunda elde edilmiştir ($p<0,05$). Bulgularımızla benzer sonuçlar elde eden çalışmalarda; Al Ajmi ve ark., (2009) farklı dozda arıtılmış atık su uygulamaları ile yetiştirilen arpa yeşil hasılında HP içeriklerinin %13,7-%16,1 arasında değiştiğini, Akbağ ve ark., (2014) hasat zamanı ile ham protein içeriklerinin %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 değerlerinin %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 içeriklerinin %9,1-%13,2 arasında değiştiğini, Al Karaki ve Al Momani (2011) arpa hasılının HP içeriğini %25,2 bulduğunu rapor etmişlerdir. Diğer bir çalışmada farklı hasat gününe göre (6., 7. ve 8. gün) arpa yeşil hasılının ham protein içeriklerinin sırasıyla %13,69; %13,68 ve %14,47 olduğu rapor edilmiştir (Fazaeli ve ark., 2012). Hillier ve Perry (1969) yaptığı çalışmada; yulaf hasılının %20,7 ham protein içeriğine sahip olduğunu ve çimlendirilmiş hasıllarda hasat süresinin uzamasının ham protein içeriğini arttırdığı kanaatine varmışlardır. Yapılan bir diğer çalışmada Bolayır çeşidi arpa tohumlarında ham protein içeriği %11 civarında iken arpa yeşil hasılının ham protein içeriği %14-%18 arasında değişim göstermiştir. Ön ıslatma uygulamalarına ait ortalama değerlerin

giberallik asit ve ses uygulamalarına göre ham protein içeriğini arttırdığı kanaatine varılmıştır (Özkan, 2012). Tohumların çimlenmesi esnasında bazı besin madde içeriklerinde değişimlerin meydana geldiği bilinmektedir. Yeşil hasıllarda genç sürgünlerin köklere oranla daha yüksek protein içeriğine sahip olduğu görülmektedir (Azim ve ark., 1989). Farklı günlerde hasat edilen yeşil hasılların 4. ve 13. günde sürgün protein değerleri arasında önemli farklılık gözlenirken, kök protein içerikleri arasında ise hasat günlerine bağlı fark gözlenmemiştir. Hidroponik sistemlerde hasıllar sürgün protein bakımından incelendiğinde 4. gün hasat edilen protein değerleri arpa, buğday ve tritikalede sırasıyla %27,4; %23,9; %24,3; 13. günde 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.

5.5. Hasılların Ham Yağ Değişimi

Çalışmanın sonunda ham yağ değerleri bakımından incelenen hasıllarda en yüksek değer %5,28 ile yulaf hasıl grubundan en düşük ise %1,98 ile ryegrass hasıl grubundan elde edilmiştir. 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 içeriğine sahip olduğunu rapor etmişlerdir. Al Karaki ve Al Momani (2011) %4,2 ve Ata (2016) ise %3,2 ham yağ değeri elde ettiğini bildirmiştir. 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, ışıklanma süresi, sulama sıklığı, tohum çeşidi ve kalitesi, kullanılan bitki besin elementleri, hasat süresi ve örnekleme alınan bitki kısmı gibi faktörlerin neden olabileceği varsayılmaktadır.

5.6. Hasılların Ham Selüloz Değişimi

Çalışmanın sonunda en yüksek ham selüloz içeriği ryegrass hasılı grubundan en düşük ham selüloz içeriği ise arpa hasılı grubundan elde edilmiştir (P<0,001). 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 rapor etmişlerdir. 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 parelellik göstermekte olup mevcut farklılıkların uygulama çeşitliliği, ortam sıcaklığı ve nemi, ışıklanma süresi ve şiddeti, sulama süresi ve miktarı, tohum çeşidi, kullanılan bitki besin elementlerinin çeşitliliği ve hasat süresi gibi çeşitli faktörlerden kaynaklandığı varsayılmaktadır.

5.7. Hasılların Asit Deterjan Lif Değişimi

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 kullanılamayan daha fazla miktarda yem alınmış olur (Budak, 2014). Çalışmanın sonunda en yüksek ADF içeriği arpa+ryegrass hasılı grubundan en düşük ADF içeriği ise arpa hasılı grubundan elde edilmiştir (p<0,001). 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 (2014) kaba yemlerin kalite parametreleri bakımdan ADF oranının %19'un altında olması gerektiğini vurgulamıştır. Deneme sonunda tüm hasıl gruplarında ADF içeriğinin %11,01 ile %12,74 arasında değiştiği tespit edilmiştir (P<0,05). Literatür taraması yapıldığında; hasat zamanının ilerlemesine bağlı olarak ADF oranlarında artış gözlenmektedir (Akbağ ve ark., 2014). Fazaeli ve ark., (2012) arpa yeşil hasılının ADF içeriklerinin 6., 7. ve 8. günlerde 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 değerlerinin sırasıyla %17,27; 11,38 ve 14,16 olduğunu, 7. günün sonunda ise sırasıyla %20,96; %20,89 ve %18,18' e yükseldiğini bildirmiştir. Arpanın çimlenme performansının artırılması amacıyla giberallik 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.

5.8. Hasılların Nötral Deterjan Lif Değişimi

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. Kaba yemlerin kalite parametreleri bakımdan NDF oranının %30 ve ADF oranının ise %19'un altında olması düşünüldüğünde (Budak ve Budak, 2014), çalışma bulgularımızda hasılların bu değerler içerisinde olduğu görülmektedir. Deneme sonunda tüm hasıl gruplarında NDF içeriğinin %27,37 ile %36,41 arasında

değiştiği tespit edilmiştir (P<0,001). Farklı olarak Al Karaki ve Al Momani (2011) yapmış olduğu çalışmada ise analiz sonucu %29,6 olan değerin 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. Çalışmanın sonunda en yüksek NDF içeriği arpa+ryegrass hasılı grubundan en düşük NDF içeriği ise arpa hasılı grubundan elde edilmiştir (P<0,05). Saidi ve Omar (2015), hidroponik sistemle yetiştirilen arpa yeşil hasılının çimlenmenin 8. gününde NDF içeriğinin %13,0'ten %35,0'e yükseldiğini, 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 ve ark., 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).

6. SONUÇ

Hidroponik tarım sisteminde üretilen kaba yemlerin verim ve kalitesini; tohum çeşitleri (arpa, mısır, buğday, tritikale, yulaf vb.), tohum türleri ve kalitesi, ekilen tohumun yoğunluğu, su kalitesi (suyun pH'sı), sulama faktörü (sulama süresi ve sulama sıklığı), nem oranı, ışık uygulaması (beyaz ışık, mor ışık, ışık yoğunluğu), ses frekansları (160,320, 640 Hz), hasat zamanı gibi özellikler etkilemektedir. Bunun yanı sıra hidroponik sistem gibi topraksız tarım teknoloji ile üretilen hasıllarda ekonomik analiz yapılırken işçilik giderleri, su ve enerji kullanımı, sistemin çalıştırılması için gerekli nitelikli eleman varlığı, amortisman giderleri, yatırım maliyetleri ile elde edilen hasılın yeşil yem, kuru madde ve protein verimleri, sindirilebilirlik, metabolik enerji değeri, vitamin ve mineral madde içeriği karşılaştırılmalıdır. Topraksız hasıl üretimi ile yılın belli dönemlerinde ya da 365 gün boyunca hayvancılıkta kaliteli kaba yem açığını kapatmak alternatif yöntem olabilir. Ülkemizde otlatma mevsimi, iklim koşulları ve coğrafi özellikler dikkate alındığında uzun kış koşullarında topraksız hasıl üretimi uygun bir yöntemdir.

Bu çalışmada arpa, yulaf, arpa+yulaf arpa+ryegrass ve ryegrass tohumlarından elde edilen yeşil hasılların bitki boyu ve besleme değerleri belirlenmiştir. Çalışmanın sonunda arpa hasılının bitki boyu en yüksek, ryegrassın bitki boyu en düşük olarak tespit edilmiştir. Denemenin sonunda hasılların yaş ağırlıkları 4349 gram ile 6360 gram arasında değişirken en yüksek yaş ağırlık arpa hasıl grubunda elde edilmiştir. Kuru madde içeriği, en yüksek yulaf hasıl grubunda; en düşük ise ryegrass hasıl grubunda bulunmuştur. Hasıldaki kuru madde içeriğinin az olması hayvan besleme açısından hasılın kullanımını sınırlandıran bir unsurdur. Çalışmanın sonucunda elde edilen veriler değerlendirildiğinde yüksek kuru madde içeriğine sahip olan yulaf hasılının kullanımı avantaj gibi görünebilir. Ancak, bitki boyları analizleri ve görsel analizler sonucunda yulaf tohumunun tam olarak hasıl özelliği taşımadığı gözlenmiştir. Yulafın tohumunun arpa tohumu ile karışımından elde edilen hasıllarda yulaf hasılının daha iyi bitki boyu gösterdiği ve çimlendiği gözlenmiştir. Kuru madde bazında tanelerden ortalama 935 gram kuru tane yeme elde edildiği saptanmıştır. Buna karşılık hasıl olarak 7. günün sonunda arpa hasıl grubundan 1282 gram kuru hasıl, yulaf hasıl grubundan 1041 g kuru hasıl, arpa+yulaf hasıl grubundan 1159 g kuru hasıl,

ryegrass hasıl grubundan 806 g kuru hasıl ve arpa+ryegrass hasıl grubundan 1152 g kuru hasıl elde edilmiştir. Hasıllar ham protein içerikleri bakımından en yüksekten en düşüğe sırasıyla arpa+ryegrass, ryegrass, arpa yulaf ve yulaf hasıl grubunda gözlenmiştir. Tohumdaki ham protein içerikleri ile karşılaştırıldığında artışlar olduğu tespit edilmiştir. Hasıl gruplarında ham kül içerikleri % 3,25 ile %4,47 arasında değişmiştir. Hasıllardaki ham kül miktarındaki artış hasıldaki mineral madde içeriğinin artmasıyla ilişkili olabileceği kanısına varılmıştır. Ham yağ değerleri bakımından incelenen hasıllarda en yüksek değer %5,28 ile yulaf hasıl grubundan en düşük ise %1,98 ile ryegrass hasıl grubundan elde edilmiştir. Kuru madde baz alındığında hasılların ham yağ içeriklerinin tohuma göre arpa, yulaf, arpa+yulaf, ryegrass, arpa+ryegrass hasıl gruplarında sırasıyla %23,88, %18,39 %58,81, %9,40 ve %22,80 arttığı gözlenmiştir. Çalışmanın sonunda en yüksek ham selüloz içeriği ryegrass hasılı grubundan en düşük ham selüloz içeriği ise arpa hasılı grubundan elde edilmiştir. Tezin önceki bölümlerinde de belirtildiği üzere tohum tanelerinde enerji kaynağı olan nişasta çimlenme esnasında solunumda kullanılmak üzere şekerlere dönüşmekte ve bu arada hasılların ham selüloz değerinde artış gözlenmektedir. Hasılların ham selüloz miktarındaki artış hasılın enerji içeriğinin düşmesine neden olmaktadır. Hasıllarda en yüksek ADF içeriği arpa+ryegrass hasılı grubundan en düşük ADF içeriği ise arpa hasılı grubundan elde edilmiştir. Deneme sonunda tüm hasıl gruplarında NDF içeriğinin %27,37 ile %36,41 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Hayvan besleme açısından yemlerin NDF ve ADF düzeylerinin artmasıyla birlikte kuru madde tüketimi ve sindirilebilirlik azalmaktadır. Hayvan beslemede rasyon yapılırken hidroponik sistemde yetiştirilen yeşil hasıl kullanımının tek başına kullanılmasından ziyade diğer kaba yemlerle karıştırılarak rasyona katılması önerilmektedir.

Hidroponik sistemlerde arpa tohumunun diğer tohumlara göre daha yaygın bulunması ve ucuz olmasından dolayı hasıl üretiminde kullanımı daha yaygındır. Tüm veriler incelendiğinde hidroponik sistemde üretilen arpa tohumunun tek başına kullanımının uygun olduğu ve yulaf ile ryegrass tohumunun tek olarak kullanılmaması gerektiği ancak söz konusu tohumların arpa tohumu ile karıştırılarak ekiminin hem bitki boyu hem de besin madde içerikler açısından iyi olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR

Acar R, Özköse A, Koç N (2017). Selvi sirkenin alternatif kullanım potansiyelinin araştırılması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Konya/Türkiye

Akbağ HI, Türkmen OS, Baytekin H, Yurtman İY (2014). Effects of harvesting time on nutritional value of hydroponic barley production. Turk J. Agrıc. Nat., 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 ın GCC countries using tertiary treated sewage effluents. *Journal of Phytology*, **1(5),** 342- 348.

Al-Karaki GN, 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 GN, Al-Momani N (2011). Evaluation of some barley cultivars for green fodder production and water use efficiency under hydroponic conditions. *Jordan J. Agric. Sci.,* **7 (3),** 448–456.

Alçiçek A, Kılıç A, Ayhan V, Özdoğan M (2010). Türkiye'de kaba yem üretimi ve sorunları.

AOAC (1990). Association of Official Analytical Chemists. In: Helrich K (Ed.), Official Methods of Analysis. USA, pp: 69–88.USA: 69–88.

Aşçı ÖÖ, Demirkol G, Kaşko Arıcı Y (2020). Macar fiği kolza karışımlarının ot verimi, kalitesi ve bitkiler arasındaki rekabet bakımından değerlendirilmesi, Akademik Ziraat Dergisi **9(1):** 119-128.

Ata M (2016). Effect of hydroponic barley fodder on awassi lambs performance. *J. Biol. Agr. and Health.,* **6(8),** 60-64.

Atıcı KD (2012). Hasılmatik yem derdini ortadan kaldırıyor. Tarım Gündem Dergisi, Sayı 9 (Temmuz-Ağustos), 96-97s.

Ateş S, Nefzaoui A, Keles G. (2013). Batı asya-kuzey Afrika'da entegre bitkisel-hayvansal üretim sistemlerinde mera ve kaba yem kaynaklarının rolü ve yönetimi. VII. ulusal hayvan besleme kongresi, 26 - 27 Eylül, Ankara. s: 29-37.

Azim A, Naseer Z, Ali A (1989). Nutritional evalution of maize fodder at two different vegetative stages. AJAS., **2(1),** 27-34.

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 MPS, Wadhwa M, Harinder PS (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 SS (1989). Nutritional improvement of cereals by sprouting. *Crit. Revi in Food Sci. and Nutri.*, **28(5),** 401-437.

Coffman FA. 1961 Oats and oat improvement. American Society Of Agronomy, Medison-Wisconsin

Cuddeford D (1989). Hydroponic grass. In Practice, **11(5),** 211-214.

Dawson B, Trapp RG (2001). Basic and clinical biostatistics. 3rd ed., Lange Medical Books/ McGraw- Hill Medical Publishing Division, New York, USA, **89(2),** 131-153.

Dung DD, Godwin IR, Nolan JV. (2010). Nutrient content and in sacco digestibility of barley grain and sprouted barley. *J. Anim. Vet. Adv*., **9(19),** 2485-2492.

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**,**J Chem-Ny, 1-8.

Emam MSA (2016). The sprout production and water use efficiency of some barley cultivars under intensive hydroponic system. Middle East J. Agric. Res., **5(2),** 161-170.

Ergül ÇOLAK (2015*) Azotlu gübre dozlarının italyan çimi (lolium italicum l.) çeşitlerinin ot verimi, kalitesi ve bazı tarımsal özelliklerine etkisi.* Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara/Türkiye.

Ergün A, Tuncer Ş D, Çolpan İ, Sakine Y, Yıldız G, Küçükersan M K, Küçükersan S, Şehu A, Saçaklı P (2016). Yemler, Yem Hijyeni ve Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Hayvan Besleme ve Beslenme Hastalıkları Anabilim Dalı, 6. Baskı, Pozitif Yayınevi, Ankara, s: 1-443

Fazaeli H, Golmohammadı HA, Tabatabayee SN, Asgarı-Tabrızı M (2012). Productivitiy and nutritive value of barley green fodder yield in hydroponic system. World Appl. Sci. J., **16(4),** 531-539.

Flander L, Salmenkallio-Marttila M, Sourtti T, Autio K (2007). Optimization of ingredient and bakiing process for improved whole meal oat bread quality, lwt-food science and technology pp: 860-870.

Güleçyüz E, Kılıç Ü (2016). Kaba yemlerin peletlenmesi ve ruminant beslemede kullanılabilirliği. 12. Ulusal Zootekni Öğrenci Kongresi, 9-11 Mayıs 2016. s: 138. Isparta.

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.

Gümüş H, Bayır A M (2020). Hasılmatikte üretilen arpa ve yulaf yeşil hasılının farklı günlerdeki besin madde değerleri. MAKU J. Health Sci. Inst., **8 (2),** 30-36.

Hillier RJ, Perry TW (1969). Effect of hydroponically produced oat grass on ration digestibility of cattle. *J. Anim. Sci.*, **29,** 783-785.

İlgün A, Uçar H, Toruk İ, Oğul A, Tekcan K, 2016. Hububat Çalışma Grubu, Türkiye Hububat Sektörü Mevcut Durum, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TSÜAB raporu

Karaşahin M (2014). Kaba yem kaynağı olarak hidroponik arpa çimi üretiminde kuru madde ve ham protein verimleri üzerine farklı uygulamaların etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Ziraat Fak. Derg.,* **9(1),** 27-33.

Karaşahin M. (2017a). Bazı arpa çeşitlerinin topraksız ortamda yeşil yem performanslarının belirlenmesi. *Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi*, **3(2),** 87-94.

Karaşahin M (2017b). Farklı gübreleme ve yetiştirme süresi uygulamalarının hidroponik arpa *(Hordeum vulgare L. conv. distichon)* çimi üzerine etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Derg.,* **7 (1),** 39-46.

Karaşahin M (2017)c. Farklı Tohum Miktarlarının Hidroponik Arpa Çimi Üzerine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enst. Derg.*, **7(4),** 63-68.

Koehler P, Hartmann G, Wierser H, Rychlik M (2007). Changes of folates, dietary fiber and proteins in wheat as affected by germination. J. Agric. Food Chem., **55,** 4678-4683.

Konak Ç (2008). *Yoğurt kültürü ile birlikte kullanılan probiyotik ve eksopolisakkarit oluşturan mikroorganizmaların yulaf bozasının bazı kalitatif özelliklerine etkisi*. Yüksek lisans tezi, Selçuk üniversitesi Fen bilimleri enstitüsü, Konya/Türkiye.

Kün E (1988). Serin iklim tahılları. Ankara Üniv. Zir. Fak., 1032, Ankara/Türkiye.

Lardy GP, Ulmer DN, Anderson VL, Caton JS (2004). Effects of ıncreasing level of supplemental barley on forage intake, digesibility and ruminal fermentation in steers fed medium-quality grass hay. J Anım Sci., **82,** 3662-3668.

MacGregor S (1998). Composition of barley related to food uses. Presented at International Food Barley Program, Canadian International Grains Institute in Winnipeg, Manitoba, Canada.

Myers JR. (1974). Feeding livestock from the hydroponic garden. Thesis of Master Degree, Arizona State University, p 101, Arizona-USA.

Naik PK, Swain BK, Singh NP (2015). Production and utilisation of hydroponics fodder. Indian J. Anim. Nutr., **32(1),** 1-9.

Naik PK, Dhawaskar BD, Fatarpekar DD, Chakurkar EB, Swain BK, Singh NP (2016). Nutrient changes with the growth of hydroponics cowpea (*Vigna Unguiculata*) sprouts. Indian J. Anim. Nutr., **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.

Pomeranz Y (1986). Constitues of the oat kennel, advances in cereal science and technology. Chapter II pp; 63-85.

Peer DJ, Leeson S (1985). Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs. Anim. Feed Sci. Tech., **13.** 183-190.

Saidi ARM, Omar JA (2015). The biological and economical feasibility of feeding barley green fodder to lactating awassi ewes. Open J. Anim. Sci., **5(2),** 99-100.

Sarıçiçek BZ, 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 J. Agric**., 1(4),** 102-109.

Sharif M, Hussain A, Subhani M (2013). Use of sprouted grains in the diets of poultry and ruminants. Indian J. Res., **10(2),** 1-7.

Shewry PR, Napier JA, Tatham AS (1995). Seed storage proteins: structures and biosynthesis. The Plant Cell., **7,** 945-956.

Sneath R, Mclntosh F (2003). Review of hydroponic fodder production for beef cattle, hydroponic fodder. Meat and Livestock Australia, Department of Primary Industries.

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.

Türkiye İstatistik Kurumu, (2020). Hayvansal üretim istatistikleri. *http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33874.*

Türkmen OS (2016). *Topraksız hasıl üretimi ve kullanım olanaklarının geliştirilmesi.* Doktora Tezi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA (1991). Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci., **74,** 3583-3597.

Yadav M, Sethi J, Dahyia K, Sood S, Gupta V, Singh V, Talwar A (2013). Effect of Triticum aestivium 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. **35 (3),** 205-210.

Yousof FI, Amer KA, Mersal IF (2017). Screening os some egyptians barley cultivars for sprouted green fodder yield under hydroponic system. Int. J. Technol Res Sci.**, 1(10),** 364-371.

Wang R, Koutinas AA, Campbell GM, (2007). Dry processing of oats application of dry milling. J. Food En. **82;** 559-567.