



T.C.
KIRŞEHİR AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOTEKNİ ANABİLİM DALI

**HİDROPONİK YÖNTEM İLE ÇİMLENDİRİLEN
FARKLI YEMLİK TAHILLARIN BESİN MADDE
İÇERİKLERİNİN SAPTANMASI**

Onur KUŞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KIRŞEHİR / 2020



T.C.
KIRŞEHİR AHI EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ZOOOTEKNİ ANABİLİM DALI

HİDROPONİK YÖNTEM İLE ÇİMLENDİRİLEN FARKLI YEMLİK TAHILLARIN BESİN MADDE İÇERİKLERİNİN SAPTANMASI

Onur KUŞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN

II. DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇAYAN

KIRŞEHİR / 2020

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Bu çalışma Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri biriminin ZRT-A4-19.020 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

Onur KUŞAN



20.04.2016 tarihli Resmi Gazete’de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi’nin aboneli olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.



ÖNSÖZ

Yüksek Lisansa başlamamda ve yüksek lisans ders sürecinde kendisini tanıdığım günden bu yana gösterdiği sakin ve sabırlı hali ile her zaman bana örnek olmasının yanı sıra bir bilim adamının nasıl çalışması gerektiğini kendisinden öğrendiğim değerli danışmanım Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN'e büyük bir içtenlikle teşekkür ederim.

Tezi yazma sürecimde sorularıma verdikleri cevap ile bana destek olan Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin ÇAYAN, Dr. Öğr. Üyesi Hakan KIR, Dr. Öğr. Üyesi İsmail DEMİR, Doç. Dr. Ramazan BEYAZ ve Öğr. Gör. İlker TÜRKAY'a teşekkür ederim.

Yüksek Lisans Tezimi, beni büyüten ve yetiştiren çok kıymetli annem Halime KUŞAN ve babam Hasan KUŞAN ile kardeşim Alperen'e ithaf ederim.

Kasım, 2020

Onur KUŞAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
TEZ BİLDİRİMİ	iii
ÖNSÖZ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vii
GÖRSEL LİSTESİ	vii
TABLO LİSTESİ	viii
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ	ix
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç	3
1.2. Önem	3
2. GENEL KISIMLAR	4
2.1. Hidroponik Üretim	4
2.2. Tahıl Danelerinin Hidroponik Yöntemle Çimlendirilmesi	7
2.3. Çimlendirilen Tahılların Hayvan Beslemede Kullanılması	9
3. MATERYAL VE YÖNTEM	14
3.1. Materyal	14
3.2. Yöntem	14
3.2.1. Ön Deneme	14
3.2.2. Çimlendirme Aşaması	15
3.2.3. Belirlenen Parametreler	15
3.3. İstatistik Analizler	16
4. BULGULAR	18
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	27
KAYNAKLAR	38
EKLER	47
Ek 1. Kırşehir Şebeke Suyu Analiz Raporu	47
Ek 2. Tezden Üretilen Kongre Bildirisi	48
ÖZGEÇMİŞ	51

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 4.1 Tahıl filizlerinin klorofil miktarları ($\mu\text{g/g}$).....	25
Şekil 5.1 Çimlenme ile bitki bünyesinde tutulan su miktarları (%)	29
Şekil 5.2 Çimlenme ile azalan kuru madde miktarları (g/ çimlenme plakası)	30
Şekil 5.3 Çimlenme ile azalan protein miktarları (g/pasta).....	32
Şekil 5.4 Ham yağ miktarları (g / çimlenme plakası)	33
Şekil 5.5 Toplam inorganik madde miktarı (g/ çimlenme plakası).....	33

GÖRSEL LİSTESİ

	Sayfa No
Resim 2.1 Hidroponik üretim yapan Babil asma bahçeleri için kullanılan yapı.....	4
Resim 3.1 Drenaj deliği açılan kaplara tahılların tartılması.....	15
Resim 3.2 Denemede kullanılan tahıllara ait gelişim süreçleri.....	17
Resim 4.1 Hidroponik sistemde tahılların köklenme durumu	21
Resim 4.2 Arpanın deneme sonundaki bitki boyu (mm)	22

TABLO LİSTESİ

	Sayfa No
Tablo 1.2. Hidroponik sistemde kullanılan besin madde çözeltisi değerleri	8
Tablo 4.1. Topraksız üretimde farklı tahıl tohumlarından elde edilen yeşil yem miktarı, g	18
Tablo 4.2. Tahıl danelerinden elde edilen yeşil yem miktarı (kg/kg dane)	19
Tablo 4.3. Sudan yararlanma oranı (g su/g yeşil yem)	20
Tablo 4.4. Bitki pastasının kalınlığı (mm)	20
Tablo 4.5. Bitkilere ait günlük bitki boyları (mm)	21
Tablo 4.6. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin kuru madde oranları (%).....	22
Tablo 4.7. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ham protein değerleri (% KM)	23
Tablo 4.8. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ham yağ değerleri (% KM).....	24
Tablo 4.9. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ADF ve NDF değerleri (% KM).....	24
Tablo 4.10. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ham kül değerleri (% KM)	25
Tablo 4.11. Hidroponik yemlerin ruminantlar için hesaplanan metabolik enerji değerleri (ME , Kkal /kg KM).....	26
Tablo 5.1. Arpa, buğday, yulaf, çavdar ve tritikalenin kavuz ve dane ağırlıkları (mg/dane)	27
Tablo 5.2. Tahıllardan hidroponik yöntemle 12.günde elde edilen yemin özellikleri.....	34

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

%	Yüzde
°C	Santigrat Derece
ADF	Asit Deterjan Fiber
ADL	Asit Deterjan Lignin
Cu	Bakır
Fe	Demir
G	Gram
Ha	Hektar
HK	Ham Kül
HP	Ham Protein
HS	Ham Selüloz
K	Potasyum
Kg	Kilogram
Kkal	Kilokalori
KM	Kuru Madde
ME	Metabolik Enerji
Mm	Milimetre
Mn	Mangan
N	Azot
NDF	Nötral Deterjan Fiber
OMS	Organik Madde Sindirilebilirliği
P	Fosfor
Pb	Kurşun
pH	Hidrojen İyon Konsantrasyonunun Negatif Logaritması
Zn	Çinko

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HİDROPONİK YÖNTEM İLE ÇİMLENDİRİLEN FARKLI YEMLİK TAHILLARIN BESİN MADDE İÇERİKLERİNİN SAPTANMASI

Onur KUŞAN

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Zootekni Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN

Bu Yüksek Lisans tez çalışmasında, arpa (*Hordeum vulgare* L.), buğday (*Triticum aestivum* L.), yulaf (*Avena sativa*), çavdar (*Secale cereale* L.) ve tritikale (*Triticosecale Wittmack.*) hidroponik yöntemle çimlendirilmiştir. Çimlendirmenin 4., 8. ve 12. günlerdeki üretilen hidroponik yem miktarı, besin madde değişimleri ve sudan yararlanma oranları incelenmiştir. Tahıllar kıyaslandığında 12. günde kg dane başına üretilen kg yeşil yem miktarı, arpa, buğday, yulaf, çavdar ve tritikale için sırasıyla 4.85, 4.03, 3.20, 2.81 ve 7.14 kg ($P<0.01$) olarak belirlenmiştir. Yeşil yemlerin 12. gündeki kuru madde (%)-ME (kkal/kg KM) değerleri aynı sırayla, 14.12-2724, 16.17-2908, 17.21-2920, 24.00-3114 ve 7.55- 2476 ($P<0.01$) olarak tespit edilmiştir. Sudan yararlanma oranında (g su/g yeşil yem), tahıllarda 11.11, 13.43, 16.92, 19.15 ve 7.56 değerleri ($P<0.01$) elde edilmiştir. Hidroponik yeşil yem üretiminde su ekonomisi ve işçilik dikkate alınarak elde edilen biyomas kütlelerine göre 7. günden itibaren hasat edilebileceği saptanmıştır. Çimlendirilen tahılların kuru madde içeriğinin azalmasıyla birlikte kuru madde de bulunan ham protein, ham yağ ve minerallerin oranlarında artış olmasına rağmen bunların miktarlarında mutlak değer olarak azalış gerçekleşmiştir. Bunun sebebi ise büyüme esnasında gerekli olan besin maddelerini şebeke suyundan karşılayamaması üzerine tohumda bulunan rezervi kullanmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuç olarak; tahıllar birbirleriyle kıyaslandığında en fazla biyomass miktarı tritikaleden elde edilmiştir.

Kasım 2020, 63 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Hidroponik, arpa, buğday, yulaf, çavdar, tritikale, besin madde içeriği

ABSTRACT

MSc THESIS

DETERMINATION OF NUTRITIONAL CONTENTS OF DIFFERENT FEED GRAINS GERMINATED BY HYDROPONIC METHOD

Onur KUŞAN

Kirsehir Ahi Evran University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Animal Science

Supervisor: Prof. Dr. Ahmet ŞAHİN

In this MSc thesis, barley (*Hordeum vulgare* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.), oat (*Avena sativa*), rye (*Secale cereale* L.) and triticale (*Triticosecale Wittmack.*) were germinated by hydroponic method. On 4th, 8th and 12th of germination, the amount of hydroponic feed produced, nutrient changes and water efficiency ratio were examined. When the grains were compared, the amount of green fodder produced per kg grain on the 12th day was 4.85, 4.03, 3.20, 2.81 and 7.14 kg for barley, wheat, oats, rye and triticale, respectively (P <0.01). The DM (%) - ME (Kcal / kg KM) values of green mass on the 12th day were determined as 14.12-2724, 16.17-2908, 17.21-2920, 24.00-3114 and 7.55- 2476 (P <0.01), respectively. The water utilization rate (g water / g green feed), 11.11, 13.43, 16.92, 19.15 and 7.56 values (P <0.01) were obtained in cereals. In hydroponic green fodder production, it was determined that it can be harvested from the 7th day according to the biomass mass obtained by considering water economy and labor. With the decrease in the dry matter content of cereals germinated, although the ratio of crude protein, crude oil and minerals in dry matter increased, there was a decrease in quantity. The reason for this is thought to be due to the fact that it cannot meet the nutrients required during growth from the network water and uses the reserve found in the seed. When the grains were compared, it was observed that triticale was the best with respect to biomass production.

November 2020, 63 Pages

Keywords: Hydroponics, barley, wheat, oats, rye, triticale, nutrient content

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de gelişen birçok sektör gibi hayvansal üretim sektörü de artan nüfusun gereksinimlerini karşılayabilmek amacıyla, daha az maliyet ile daha fazla ve kaliteli ürün elde etme isteği hayvansal üretimin temel koşullarından birisi haline gelmiştir. Hayvansal üretimin artırılmasında birim hayvandan alınan ürün miktarının artırılmasının, birçok faktöre bağlılığının yanı sıra; uygun şekilde hazırlanmış dengeli yemlerin hayvanlara verilmesi ile gerçekleştirildiği bilinen bir gerçektir (Ateş, 2002).

Yem, deneyimlerin gösterdiği sınırlar içerisinde kalan miktarlarda ve koşullarda hayvanlara yedirildiğinde, hayvanın sağlığına zararlı etkisi olmayan yaşamlarını sürdürmelerini ve verim vermelerini sağlayan, yararlanabilecekleri formlarda organik ve inorganik besin maddeleri içeren ve ağız yoluyla alınan tüm maddelerdir (Kutlu, 2003). Kaba yemler, ruminant hayvan sağlığı açısından sindirimin gerçekleşebilmesi için önemli bir yere sahip olan selüloz içeriği bakımından yüksek yemlerdir (Arısoy, 1998). Kaba yemler içerdikleri nem miktarına göre suca zengin ve kuru olarak iki gruba ayrılır. Suca zengin kaba yemler; silaj, yumru ve depo köklü bitkiler, meyve ve sebzeler, silo ve hasıl yem bitkileridir. Selülozca zengin kaba yemler; hasat harman kalıntıları ile kuru otlardır (Kılıç, 2016). Kaliteli ot seçimi ve hayvana yedirilmesi açısından yemlerin; lezzetliliği, sindirilebilirliği, tercih edilen kısımları, sağladığı tokluk hissi, zehirlilik durumu, yabancı ot ya da yabancı madde içeriği, hayvan refahı ve verim performansı üzerinde etkilidir. Kaba yemlerin kalite parametreleri bakımından süt sığırlarında yüksek performans hedefleniyor ise rasyondaki NDF oranı % 30’u geçmemelidir. ADF ise en az sindirilebilen lif bileşenidir ve oranının rasyonda %19’dan fazla olması istenmez (Budak ve Budak, 2014). Bu sebeple de yemin miktar ve kalitesi üzerine farklı yem kaynaklarına ihtiyaç duyulmaktadır. İnsan sağlığı için hayvansal ürünlerin kalitesi ne derecede önemliyse ruminantlar için de kaba yemin kalitesi o derece önemlidir.

Meralar ucuz, taze ve sağlıklı yem kaynaklarının başında gelmektedir. Ancak Türkiye mera varlığı bakımından toplam nüfusun gerek duyduğu hayvan varlığını taşıyamayacak durumdadır. Türkiye’de 14.6 milyon hektar mera alanı (TÜİK, 2019) ve toplamda 73.678.381 baş ruminant hayvan (TÜİK, 2020) bulunurken ülke nüfusu artış göstermesinden dolayı mera alanları giderek azalmaktadır.

Hayvan sağlığı ve performansı için kaliteli kaba yemlerin rasyonda oranı %40'lara kadar çıkabilmekte, kaba yemlerin hayvan fizyolojisine uygunluğu ve kesif yeme oranla daha ucuz olması hayvansal üretimde kullanımı kaçınılmaz hale getirmektedir (Alçiçek ve diğ., 2010). Özellikle ruminant beslenmesinde, yılın her zamanında bilhassa kış aylarında normal kaba yem bulmak çok zorken kaliteli kaba yem bulmak neredeyse imkansız olması hayvanların yeterli beslenememesine sebep olmakta ve ekonomik hayvancılık yapmayı engellemektedir. Dolayısıyla alternatif kaliteli kaba yem kaynaklarına ihtiyaç vardır. Bu bağlamda son zamanlarda birçok soruna çözüm getiren topraksız tarım, kaba yem üretimini açısından da bir alternatif olmuştur.

Hidroponik bitki üretimi, topraksız tarım teknolojisi içerisinde yer alan tohumun çimlenmesi ve erken bitki gelişimine en uygun ortamın sağlandığı *in vitro* yetiştirme sistemidir. Bu sistemde kısa süre içerisinde çimlendirilen tahılın besin değeri yüksek, maliyeti düşüktür. Büyükbaş ve küçükbaş hayvanlar için yeşil ot ihtiyacının meralardan karşılanamadığı dönemlerde çiftçi ve işletme sahipleri için taze yeşil yem kaynağı ve yılın her mevsiminde bulunabilecek alternatif bir kaynak sağlar. Topraklı tarıma göre kontrolü daha kolay olan bir sistem olup sızıntı su ve besin madde kaybı olmadığı için su ve besin madde kullanım randımanı oldukça yüksek bir sistemdir. Hidroponik bitki üretimi ile kısıtlı alanlarda seri ve kontrollü bir şekilde yem üretmek mümkündür. Doğal su kaynaklarının azaldığı günümüzde konunun farklı bir önemi de ortaya çıkmaktadır. Özellikle kurak, toprağı verimsiz olan bölgelerde önemli yeşil ot kaynağı gibi görülmüş ve hayvanlar tarafından da sevilerek tüketildiği test edilmiştir. Hatta bu yöntemle elde edilen çimlenmiş otların verilmesi ile yem giderlerinde %35-45 tasarruf sağlandığı bildirilmiştir (Atıcı, 2012).

Önceki çalışmalarda, hidroponik sistem ile farklı yem bitki türlerinin; arpa (Reddy ve diğ.,1991), yulaf, buğday (Snow ve diğ., 2008); sorgum, yonca, bürölce (Al-Karaki ve Al-Hashimi, 2012) ve mısır (Naik ve diğ., 2012; Naik ve Singh, 2013) üretiminin yapılabileceği rapor edilmiştir.

1.1. Amaç

Bu tez çalışması ile giderek önem kazanan hidroponik üretim sistemi ile çimlendirilen bazı yemlik tahılların üretilmesi ve bunların besin madde içeriklerinin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Ayrıca;

1. Hayvancılık alanında önemli bir potansiyele sahip olan Kırşehir’de sürekli yeşil kaba yeme ulaşma sorununa bir parça çözüm olmak,
2. Bu üretim tekniğinin Kırşehir tarımına kazandırılmasında etkili olacak pratiğe aktarımı kolay olan bilgilerin ortaya konulması ve
3. Hayvancılığa katkı sağlaması, amaçlanmıştır.

1.2. Önem

Kırşehir ili nüfusunun %40’ı kırsal kesimde yaşamakta ve çalışan nüfusun %51’i tarım sektöründe çalışanlardan oluşmaktadır. İldeki tarıma elverişli arazi oranı %69.14’tür (Kıymaz, 2011). Bunun yanında ilin iklim koşullarının sert olması kış aylarında üretimi sınırlamaktadır. Hayvancılıkta önemli problemlerden olan her mevsim yeşil kaba yem teminini ortadan kaldıracak özellikte bir çalışma olması sebebiyle üretiminin yaygınlaşması özellikle kırsal alanda yaşayan kadınlara ve gençlere yeni bir iş alanı oluşturacaktır. Bu yöntemle üretim için geniş ve verimli arazilere ihtiyaç duyulmaması yanında nispeten daha az sermaye kullanılarak üretim tesislerinin kurulabilmesi, gibi önemli avantajlara sahiptir. Ayrıca, iklim koşulları nedeni ile kış aylarında üretim yapamayan çiftçilere ek bir iş imkanı sunma potansiyeline sahiptir. Yukarıda sayılan bu avantajlar doğrultusunda, bölge çiftçisinin ekonomik standartlarının yükseltilmesinde bakımından çalışma önem arz etmektedir.

2. GENEL KISIMLAR

Günümüzde tarım arazilerinde geleneksel ekimler ile hem tahıl ve hem de baklagil yem bitkileri tarımı farklı teknikler kullanılarak üretilmektedir. Bu kısımda ise daha çok seracılıkta kullanılan hidroponik üretimin tarihçesi ve kaba yem üretiminde kullanımı veya danelerin işlenmesiyle dane yemin kalite özelliklerinin geliştirilmesine ve hayvan beslemede kullanılmasına dair yayın özetlerine yer verilmiştir.

2.1. Hidroponik Üretim

Günümüzden 4000 yıl önceki Mısır kayıtlarında suda bitki yetiştirilmesinden bahsedilmektedir. Babil'in asma bahçeleri (Resim 2.1), Azteklerin ve Çinlilerin yüzen bahçeleri tarihte topraksız yetiştiriciliğe örnek olarak gösterilmektedir (Raviv ve diğ., 2008).



Resim 2.1 Hidroponik üretim yapan Babil asma bahçeleri için kullanılan yapı (Anonim, 2020)

Bitkilerin gelişimleri için gerekli mineralleri içeren bir çözelti ile durgun bir ortamda yetiştirilebileceği 1800'lerin ikinci yarısında ispatlanmıştır. 1860'lı yıllarda iki Alman araştırmacı besin çözeltisi içerisinde bitki yetiştiriciliğini gerçekleştirmiştir. Knop tarafından geliştirilen besin çözeltisi formülü halen kullanılmaktadır (Hershey, 1992; Gül, 2008).

Amerika'da seracılıkta, 1925-1935 yılları arasında topraksız yetiştiriciliğin uygulamaya aktarılması konusunda önemli gelişmeler kaydedilmiştir. İlk saha çalışması, Gericke (Gericke, 1937) tarafından 1937'de Kaliforniya Üniversitesinde besin çözeltisi içinde domates yetiştirilerek gerçekleştirilmiş ve bu tekniğe Yunanca su (hydro) ve çalışma (ponos) anlamına gelen iki kelimedenden oluşan "hidroponik" (hydroponics) adı verilmiştir.

Hidroponiğin ilk uygulanması ise, 2. Dünya Savaşında, Pasifik Okyanusu'ndaki adalardaki askerlerin beslenmesi için taze sebze sağlamak amacıyla su ve çakılın kullanılmasıyla Amerikan ordusu tarafından gerçekleştirilmiştir (Gül, 2008).

Hidroponik sistemle bitki üretiminin esasları, Pensilvanya Devlet Üniversitesi Tarımsal Yayın Ofisinin ürettiği tarımsal yayında detaylı bir şekilde verilmiştir (Anonymous, 1993). Hidroponik üretimde bitki büyümesi için; besinler, su, O₂ / CO₂ atmosferi, bitkiye destek, sıcaklık, pH, iletkenlik ve ışık kaynağının sağlanması gerektiği bildirilmiştir (Akram, 2013).

Hidroponik yöntemle üretilen filiz miktarı (verim) ve kalitesi aşağıdaki faktörlerden etkilenir (Sneath ve McIntosh, 2003);

- Tahıl - tahıl kalitesi, tahıl çeşidi ve işlemler
- Yetiştirme ortamı - sıcaklık, nem ve küf oluşumu
- Sistemin yönetimi - su kalitesi ve pH, ıslatma süresi, besin kaynağı, tahıl katmanının derinliği, yoğunluğu ve büyüme süresi

Hidroponik tarım daha çok bahçe bitkileri üretimi için uygulansa da hayvansal üretimde yeşil kaba yem üretiminde de kullanılabilir. Kısa zamanda özellikle yeşil kaba yem üretimi açısından birer alternatif olmuştur. Hayvanlara dane olarak yedirilen arpa, buğday ve mısır gibi bitkilerin kısa bir çimlenme döneminden sonra aynı bitkinin çimlenmiş ve yeşil kaba yem formu haline gelmiş versiyonu, kaba yem kaynağı olabilme potansiyeline sahiptir (Chavan ve Kadam, 1989). Ayrıca, taze sürgünlerin öğütülmüş tozları kesif yem kaynağı dahi olabileceği yıllar öncesi yapılan yonca unu (İpek, 1972) eldesinden ilham alabilir.

Hidroponik üretimin bazı avantajları da aşağıda sıralanmıştır (Gaikwad, 2016);

- Daha az toprak kullanımı
- Daha az su kullanımı
- Daha hızlı büyüme ve olgunlaşma
- Kontaminasyonun önlenmesi
- Daha az tarımsal ilaç kullanımı
- Daha az işçilik
- Tam kontrollü büyüme ortamı
- Zamandan kazanma
- Üretimde süreklilik
- Yabancı otların mücadeleye gerek olmaması
- Yetiştirilen ürünler hayvan tarafından sevilerek tüketilmesi ve besleyici olmasıdır.

Günümüzde, Türkiye’de ve Dünya’da hızlı sanayileşme ve kentleşme nedeniyle, yem bitkileri ekimi için arazi mevcudiyetinde hızlı düşüş yaşanmaktadır. Bu durum hayvansal üretimde büyük rol oynayan yeşil yemlerin yeterince üretilememesi verimliliği olumsuz yönde etkilemektedir. Bu yüzden, hidroponik yöntem alternatif bir yeşil yem üretim metodudur. Bu metotta, bir su çözücü içinde mineral besin çözeltileri kullanarak topraksız bitki yetiştirilmesi yapılmaktadır. Toprakta ve sudan daha fazla tasarruf sağlayan yem üretim yöntemleri, özellikle kurak bölgelerde çiftçilere umut verici sonuçlar gösterebileceği belirtilmiştir (Indira ve diğ., 2020).

Hidroponik üretim ile toprak kaynaklı yabancı ot, mantar ve hastalıklardan korunulur, yabancı ot için herhangi bir ilaç kullanmaya gerek kalmaz, tüketiciler için bu yüzden daha az sağlık riski söz konusudur, herhangi bir toprak hazırlığı gerektirmez, daha hızlı büyüme ile daha fazla ürün alınabilir (Roberto, 2003). Hidroponik üretimde tarımsal işgücü, sulama, gübreleme ve tarımsal ilaç kullanımı yer almaz. Hidroponik üretimde ayda 50 ton üretim sadece 2-3 çalışanla elde edilebilmektedir (Benton, 2014).

Hidroponik üretimde çimlendirme, uygun koşullarda tohum embriyosundan, normal bir bitki oluşturma yeteneğine sahip filizin tohum kabuğunu aşarak dışarı çıkmasıdır. Diğer bir deyişle, bitki hayatının başlangıç safhası olan çimlenme, tohumda büyümenin başlaması ve yedek besin maddelerinin embriyo büyümesinde kullanılmak üzere harekete geçerek, embriyonun tohum kabuğundan dışarı çıkması olayıdır (Çelik ve diğ., 1995).

Bitki yaşamı için gerekli olan su ve besin elementlerinin gereken miktarlarda kök ortamına verilmesi esasına dayalı olan topraksız tarım, su kültürü ve substrat kültürü olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Hidroponik üretimde bitki besleme, bitkilerin herhangi katı ortam içermeyen yapılarda özel besinlerin belirli aralıklarla bitki köklerine verilmesiyle sağlanır. Besin çözeltilisinin uygulanışına bağlı olarak sınıflandırılmaktadır. Bitki kökleri besin çözeltilisinin içinde gelişmesi (durgun su kültürü) veya besin çözeltilisi bitki kökleri boyunca akıtılması (akan su kültürü) ya da besin çözeltilisinin bitki köklerine sis şeklinde (aeroponik) uygulanmasıdır (Gül, 2008).

Trejo-Téllez ve Gómez-Merino (2012) tarafından hidroponik üretimde besin madde solüsyonu yanında besin maddelerinin elektriksel iletkenliği, oksijenleştirme, sıcaklık kontrolü, asit düzenleyiciler, su kalitesi ve ek besin maddesi ilavesi gibi ileri teknolojik uygulamalar etraflıca belirtilmiştir.

2.2. Tahıl Danelerinin Hidroponik Yöntemle Çimlendirilmesi

Peer ve Leeson (1985a) tarafından hasıl makinesinde çimlendirilen arpa tohumlarının besleyiciliği üzerine yaptıkları çalışmada tohumlar çimlenme sürecindeki şişme ile ilk gün 1.72 katına, 7 gün sonra 5.7 katına çıktığını 7. günün sonunda hasılda ham lif, kül, toplam yağ ve protein oranlarında çimlenmeyen arpa tohumlarına göre oransal olarak sırasıyla %61, %26, %25, %17 oranlarında artış olduğunu ancak 7. günün sonunda kuru madde, brüt enerji ve azotsuz ekstraktlarda düşüş olduğunu, kuru maddenin %82, brüt enerjinin %75 ve nişastanın %66'ya gerilediğini bildirmişlerdir.

Hayvansal üretimde genelde dane olarak yedirilen arpa, buğday, yulaf ve mısır gibi bitkilerin kısa sürede çimlendirilerek aynı bitkinin çimlenmiş ve kaba yem formu haline gelmiş versiyonu ile besleme alışılmışın dışında bir yem kaynağı olabilme potansiyeline sahiptir. Ekilen tohumlar bu şekilde filiz vererek 5 - 8 günde 200-250 mm boya ulaşarak yeşil kaba yem olarak değerlendirilebilmektedir. Çimlenme esnasında tohum içindeki enzimlerin protein, karbonhidrat ve lipitleri daha basit bileşenlere hidroliz etmesi ile bazı amino asitlerin, çözülebilir karbonhidratlar ve yağ asitlerinin oranı hidroponik yemde artar (Chavan ve Kadam, 1989).

Dung ve diğ. (2010a) arpa çimlenme çalışmasının 7.gününde hasat ettikleri arpa hasıllarını bazı parametreler yönünden tohumla kıyaslamışlardır. Bu çalışma sonunda kuru madde miktarında %21.9 ve toplam enerji miktarında %2 düşüş, ham protein ve kül ile potasyum ve mangan hariç tüm mineral madde miktarında yükseliş bulmuşlardır.

Al- Karaki ve Al-Momani (2012), yaptıkları çalışmada beş yem bitkisini yonca (*Medicago sativa*), arpa (*Hordeum vulgare*), börülce (*Vigna unguiculata*), sorgum (*Sorgum bicolor*) ve buğday (*Triticum aestivum*) topraksız ortamda 8 gün yetiştirmiştir. Taze ağırlık olarak en yüksek değerler börülce, arpa ve yonca için sırasıyla 217, 200 ve 194 ton/ha'dır. Ancak, börülce ve arpa bitkileri en yüksek yeşil kuru madde verimini verdiğini, su tüketimleri bakımından, yeşil yem üretimi için arpa bitkisi en az su tüketimi ile yetiştirebileceğini ifade etmişlerdir.

Kutlu (2012) yaptığı çalışmada, çimlendirilmiş arpa 7.günün sonunda 15-20 cm yüksekliğe ulaştığında ve tartıldığında; tartılan materyalin yaklaşık %20'sinin yeşil aksam ve %80'inin ise kök kısmından oluştuğu görülmüştür. Yeşil aksamın ham protein bakımından zengin ancak metabolik enerji bakımından fakir olduğu, bütün materyalin HS ve hücre

duvarı yapı elemanları (NDF, ADF) bakımından yeşil aksama göre daha düşük değer gösterdikleri belirlenmiştir. Arpa filizi %15,8 ham protein içermektedir ancak, çimlendirilmiş arpa bazlı yemlerde protein seviyeleri %29,5'a kadar çıkmaktadır. Arpa filizinde normalde düşük seviyede bulunan kalsiyum seviyesi yaklaşık 2 kat (2.0 mg/kg'dan 4,1 mg/kg'a) artmaktadır.

Karavaşin (2014), üç farklı tahıl (arpa, buğday ve mısır) tohumlarını hidroponik ortamda yetiştirerek, çim suyu verimi, pH, bitki boyu ve kök uzunluğu, bitki çim kuru madde ve besin değerlerini belirlemek amacıyla yürüttüğü çalışmada en yüksek çim suyu verim ve enerji değerlerini mısırdan, protein lif, N ve Cu içerikleri bakımından buğday ve arpa çim suyundan, P, K, Fe ve Mn içerikleri bakımından sadece buğday çim suyunun ön plana çıktığını bildirmiştir.

Van Os ve diğ. (2016) tarafından hidroponik sistemde kullanılan besin madde çözeltilisinin içeriği Tablo 1.2'de detaylıca vermiştir.

Tablo 1.2. Hidroponik sistemde kullanılan besin madde çözeltilisi değerleri

Parametreler	Birimler	Kullanım kısıtlama derecesi		
		Yok	Hafif	Şiddetli
İletkenlik	dsm ⁻¹	0-0.75	0.75-2.25	>2.25
Bikarbonatlar	mol m ⁻³ (ppm)	0-2(0-120)	2-6 (120-360)	>6(360)
Nitratlar	mol m ⁻³	<0.5	0.5-2	>2
Amonyum	mol m ⁻³	0	0.1-1	>1
Fosfor	mol m ⁻³	<0.3	0.3-1	>1
Potasyum	mol m ⁻³	<0.5	0.5-2.5	>2.25
Kalsiyum	mol m ⁻³	<1.5	1.5-5	>5
Magnezyum	mol m ⁻³	<0.7	0.75-2	>2
Sodyum	mol m ⁻³	<3	3-10	>10
Klor	mol m ⁻³	<3	3-10	>10
Sülfat	mol m ⁻³	<2	2-4	>4
Demir	mmol m ⁻³	-	-	>90
Bor	mmol m ⁻³	30	30-100	>100
Bakır	mmol m ⁻³	-	-	>15
Çinko	mmol m ⁻³	-	-	>30
Manganez	mmol m ⁻³	-	-	>10

Yurtseven ve diğ. (2020) hidroponik yemde kuru madde kaybı ve yemde oluşan küflenmeyi önlemek, çimlenme gücü ve etkilerini araştırmak için arpa çimlendirme ortamına saman ve zeytin posası ilave etmişlerdir. Çimlenmeden sonra örtü malzemeleri kaldırılmıştır. En yüksek kuru madde verimi saman destekli hidroponik arpada elde edilmiştir; ancak kuru maddede önemli bir değişiklik gözlenmemiştir. Sonuçlar, saman örtüsünün kuru madde verimi ile gösterildiği gibi çimlenme ve müteakip arpa büyümesi

üzerine zeytin posasına göre daha fazladır. Saman destekli hidroponik yem üretimi, su kullanımının verimliliğini artırmıştır.

Hidroponik yeryüzündeki birçok kullanımının yanı sıra, NASA tarafından uzay yolculuğunda kullanılabilirliğinin araştırılması uzun zamandır devam etmektedir. Bunun en önemli sebebi uzayda yaşamı desteklemek için henüz toprağın bulunamamış olmasıdır. Bunun için uzaya toprak götürmek zor olur ve gereksizdir. Bunun yerine hidroponik üretim bitki yetiştirilmesine olanak sağlayarak uzayda uzun görevler için iyi bir besin kaynağı sağlamaktadır (Heredia, 2014).

2.3. Çimlendirilen Tahılların Hayvan Beslemede Kullanılması

Hillier ve Perry (1969) çalışmalarında doğal protein kaynağı olan yulaf hasılına düşük ve yüksek konsantrasyonlarının sığırların beslenmesindeki etkisini araştırmışlardır. Yulaf tohumlarını 21° C sıcaklıkta florasan ışığı altındaki sepetlerde 6 gün boyunca günde yarım saat sulamışlardır. 6. gün sonunda 100 g yulaf tohumundan (%89.7 kuru madde) 550 g yeşil hasıl (%13.4 kuru madde) elde etmişlerdir. 0, 4.54, 6.80 ve 9.08 kg/sığır/gün yeşil yulaf hasılı ile beslenen hayvanlara toplamda vücut ağırlıklarının % 2 'si kadar beslenmesine izin verilerek, tuz takviye etmişlerdir. Kuru madde, protein azotsuz ekstrakt, eter ekstraktı ve enerji seviyesi için en yüksek çözünebilirlik kat sayısı günlük 6.8 kg yulaf hasılıyla beslenen sığırlarda olduğunu bildirmişlerdir.

Peer ve Leeson (1985b) arpa hasılına 1-7 gün süreyle çimlendirilerek kanatlı ve domuz beslenmesinde kullanılma olanakları üzerine yaptıkları çalışmada artan çimlenme süresine bağlı olarak metabolize edilebilir enerjinin ve sindirilebilirliğin düştüğü sonucuna ulaşmışlardır.

Eshtayeh (2004) yüksek lisans çalışmasında sera ortamında plastik tablolarda su kültürü yöntemiyle ürettiği saf arpa hasılı ve zeytin küspesinde yetiştirdiği arpa hasılına 13. günde hasat edip, farklı oranda (saf arpa hasılı, %15-25 arpa hasılı + prina %15-25, buğday kepeği %13, arpa %55-70, tuz %2 ve besin konsantresi %5-15 olarak hazırlanan) rasyonlara karıştırarak koyunlarda canlı ağırlık ve süt kompozisyonu üzerine etkisini incelemiştir. Arpa hasılı oranının artması ile koyunların günlük süt miktarında 185 g'dan 251 g'a kadar artış olduğunu; sütte yağ, kuru madde değişimleri ve protein miktarında istatistikî açıdan önemli artışlar gözlemiştir. Saf arpa hasılı ve az orandaki zeytin küspesi uygulaması ile hayvanlarda canlı ağırlık artışı meydana getirdiğini bildirmiştir.

Marsico ve diğ. (2009), topraksız filizlenmiş tohumlar içeren yemle beslenen keçilerin refah ve süt üretimin değerlendirmek için yaptıkları çalışmada 30 Jonica ırkı keçilerin günlük rasyonlarına 7 gün çimlendirilmiş 0, 1.5 ve 3 kilogram yulaf hasılı ilave etmişler ve uygulamalar arasında istatistiki açıdan önemli bir fark olmadığını bildirmişlerdir.

Dung ve diğ. (2010b) çimlendirilen arpa tohumlarının yaş ya da kuru olarak yulaf samanına ilave edilmesinin koyunların sindirim karakterleri, amonyum nitrat ve uçucu yağ asitleri üzerine etkisini incelemişlerdir. Arpa hasılı eklenmesi ile alınan kuru madde miktarı ve rumende toplam amonyak konsantrasyonunda artış gözlenmesine karşı hayvanlarda canlı ağırlık artışı olmadığını bildirmiştir.

Fazaeli ve diğ. (2011), arpa çiminin buzağuların performansına etkisini değerlendirmek amacıyla yürüttükleri çalışmada 24 adet (Holstein x Loral) 9 aylık erkek buzağı kullanmışlardır. Bu buzağular %35.5 kaba + %64.5 kesif yem ve %35.5 kaba %41.7 kesif + %22.8 6 günlük çimlenmiş arpa içeren 2 farklı karma yem ile 6 ay beslemişlerdir. Deneme sonunda çimlendirilmiş tahılda ağırlık, ham protein, gerçek protein, protein olmayan azot, NDF, ADF, suda çözünür karbonhidratta artış, kuru madde organik madde ve lifsiz karbonhidrat oranında azalma olduğunu, yem dönüşüm oranında kontrol grubu ile beslenen buzağılarda çimlendirilmiş arpa içeren karma yeme göre daha yüksek olduğunu ve arpa çimi ile beslemenin yem maliyetini %24 arttırdığı bildirilmiştir.

Tölu ve diğ. (2013), Saanen, Maltız ve Gökçeada keçi genotiplerinin tek yıllık kışlık hasıl bitkilerini otlama istekleri üzerine yaptıkları çalışmada tritikale, yulaf, adi fiğ ve macar fiği kullanmışlardır. Çalışmada tahıl hasıllarının fiğden önemli düzeyde daha çok tercih edildiğini gözlemlemişlerdir. En yüksek otlama Saanen keçilerinde (1.57 kg/gün) ve tritikale tercihiyle (0.7 kg/baş) gerçekleştiğini en düşük tercih ise yaygın fiğ olduğunu bildirmişlerdir.

Del Castillo ve diğ. (2013) yaptıkları çalışmada topraksız yetiştirdikleri arpa ve buğday hasılı ile besledikleri Pelibuey koyunlarının ağırlık artışı üzerinde durmuşlardır. Hasıl ile beslenen koyunların günlük canlı ağırlık artışı 159 g, konsantre yem destekli serbest otlama sisteminde 136g, yalnız konsantre yemle beslenenlerde ise günlük ağırlık artışı 116 g bulmuştur. Sonuç olarak; topraksız üretimde elde edilen hasılın teknik ve ekonomik yönden koyunların ağırlık artışı bakımından mantıklı bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir.

İvesi kuzuların rasyonuna toplam kuru maddede % 30 filizlenmiş arpa ile ikame edilmesinin, kuzularda besin madde sindirilebilirliğine ve yemden yararlanmaya olumlu etkisi saptanmıştır (Al-Saadi ve Al-Zubiadi, 2013).

Karaşahin (2014), ön ıslatma süresi, sıcaklık, sulama süresi, sulama sıklığı, ışıklandırma süresi ve ışık rengi faktörlerinin hasıl üretimine etkisini incelediği çalışmada en yüksek kuru madde hasıl verimine 24 saat ön ıslatma, 24 saat sarı ışıklandırma ve 24°C sıcaklık uygulamalarında ulaşmıştır.

Akbağ ve diğ. (2014) hidroponik sistemde yetiştirilen arpa bitkisinin besleme değeri üzerine farklı hasat zamanlarının etkisinin araştırılması amacıyla yaptıkları çalışmada arpa hasılı 4, 7, 10 ve 13. günlerde hasat edilmiş bitki örnekleri üzerinde kimyasal bileşimin belirlenmesine yönelik analizler ve *in vitro* gaz üretimin tekniği kullanarak organik madde sindirimi (OMS) ve ME içerikleri belirlenmişlerdir. Bitkide hasat gününün ilerlemesiyle KM içeriğinin düştüğünü HP içeriğinde düzenli bir değişim olmadığını, hücre duvarı bileşen miktarı (NDF, ADF, ADL) ve kül içeriğinin arttığını, KM, ADF ve kül içeriklerinin önemli düzeyde değiştiğini tespit etmişlerdir. *In vitro* analizler sonucunda ise bitkide 96 saatlik kümülatif gaz üretimi, OMS ve ME içeriklerinin, hasat gününün ilerlemesiyle düştüğü fakat bu düşüşün istatistiksel açıdan önemli olmadığı tespit etmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre, besleme değeri açısından en uygun hasat zamanının 7. gün olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Saidi (2014)'in yüksek lisans tezinde bir kg arpaya karşılık 8 günlük çimlenme periyodunda 6.6-7.5 kg yeşil yem elde etmişlerdir ve ayrıca hidroponik arpa ile besleme yem maliyetini ivesi koyunlarında %42 düşürmüştür.

Rasteh ve diğ. (2014) rasyondaki arpayı %100 oranında çimlendirilmiş arpa ile değiştirerek beslemenin, yumurta tavuklarında yumurta verimi (%95.97 ve 87.61) ve yumurta kitlesini (61.08 ve 57.67 g) önemli miktarda arttırdığını saptamışlardır.

Kide ve diğ. (2015), Konkan Kanyal çepiçlerinin rasyonlarına %80 oranında katılan hidroponik olarak üretilen mısır ve arpanın besin madde sindirilebilirliği, canlı ağırlık artışı ve yemden yararlanmayı olumlu yönde etkilediklerini saptamışlardır. Araştırmacılar hidroponik üretimde 8 günlük çimlendirme sonucu bir kg kuru daneden 8 kg mısır, 9 kg arpa elde etmişlerdir. Bunları %80 oranında yeme katmışlardır. Araştırmacılar, ayrıca hidroponik üretimde çeşme suyuna ilave herhangi bir besin maddesi kullanmamıştır.

FAO (2015) tarafından Filistin’de yapılan bir hidroponik üretim projesinde üretim metodolojisi ve parametreleri ayrıntılı bir şekilde ortaya konulmuştur. Bu projede bir kg buğday danesinden 7 kg yeşil yem ve bu yemin kuru maddesinin %15-17 ham protein içerdiği; süt üretim ve kalitesinde ve hayvan sağlığında iyileşmeleri sağladığı bahsedilmektedir.

Türkmen (2016), çalışmasını iki ana konu üzerinde yürütmüştür. İlki topraksız hasıl üretimi için uygun buğdaygil tohumluk tür seçimi ve çimlenme performansları, ikincisi Türk Saanen keçilerini besleme çalışmalarıdır. Sonuç olarak ilk çalışma konusunda arpa hasılının diğer tahıl türlerinden üstün olduğunu tespit etmiştir. Arpa çeşitleri arasında önemli farklılıklar olduğunu, Sladoran, Epona ve Sur çeşitleri en yüksek sürgün yaş ağırlığına, Özdemir çeşidinin ise en yüksek sürgün kuru ağırlığına sahip olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, farklı oranda hasılla beslediği keçilerde süt verimleri, canlı ağırlıkları, kan parametreleri arasında önemli fark olmadığını, süt yağı bakımından tam hasıl grubunda düşüş olduğunu bildirmiştir.

Brown ve diğ. (2018), hidroponik yöntem ile üretilen mısır yemini kurudaki domuzların beslenmesinde kullanmış ve bu yemin domuzların beslenmesi ve yemde sindirilebilirlik üzerine etkilerini araştırmak için bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda hidroponik mısır yeminin domuz beslemesine dahil edilmesi sonucunda kurudaki domuzların besin performansını ve yemin sindirilebilirliğini arttırdığı kanaatine varmışlardır.

Jemimah ve diğ. (2018), yapmış olduğu çalışmada, hidroponik mısır yeminin Yeni Zelanda beyaz tavşanlarının büyüme performansı üzerine etkisini araştırmıştır. Çalışmada 1. grubu tamamen konsantre yem ile 2. grubu % 75 konsantre % 25 hidroponik mısır ile, 3. grubu ise % 50 konsantre %50 hidroponik mısır ile 30 gün boyunca beslemiştir. Deneme sonunda canlı ağırlık artışları sırasıyla; 262 g, 275 g ve 410 g olup, yemden yararlanma oranları ise 5.32, 5.22 ve 3.61 olarak bulmuşlar ve konsantre yeme % 50 oranında hidroponik mısır yemi karışımının yem maliyetini düşürdüğünü ve tavşanlarda önemli derecede vücut ağırlığı artışı sağladığından, tavşan beslemede bu oranın kullanılabileceğini bildirilmişlerdir.

Malta’da yapılan bir çalışmada geleneksel ve topraksız ortamda yetiştirilen arpa çimi ile Holstein - Friesian ırkı 20 inek beslenmiştir. Bireysel ve dökme tank süt örnekleri toplanmıştır. 1 ay süreyle haftada bir kez fiziksel (pH, iletkenlik, yoğunluk, donma noktası) ve kimyasal (yağ, protein, kül, laktoz, katı yağsız) parametrelerinin yanı sıra mineral (Zn,

Cu, Pb, Ba) içeriği analiz edilmiştir. Yağ içeriği ve pH farklılıklar göstermekle birlikte, hidroponik yemde daha yüksek değerler elde edilmiştir. Yine hidroponik yemde Cu ve Pb değerleri daha yüksektir (Agius ve diğ., 2019).

Ramteke ve diğ.(2019) kaleme aldıkları derlemede süt ineklerini mısırdanelerinden elde edilen 5-10 kg hidroponik taze yemin süt üretiminde %8-13 oranında artış sağladığını rapor etmişlerdir. Ayrıca, araştırmacılar mısırdan elde edilen hidroponik yemin lezzetli, sindirilebilirliği yüksek ve besin maddelerince zengin olduğunu ortaya koyan araştırmalara yer vermişlerdir.

Petkova (2017)'e göre; hidroponik yem ile;

- Süt somatik hücre sayısının azalması,
- Asidoz ve mastitis oluşumlarının azalması,
- Daha düşük rumen pH'sı
- Rasyonun sindirilebilirliğinin artması,
- Erken cinsel olgunluk ve daha yüksek gebelik oranı,
- Genç hayvanlarda daha hızlı kilo alımı ve daha kolay sütten kesim,
- Sağmallarda süt veriminin artması
- Daha iyi süt bileşimi ve
- Daha kaliteli hayvansal kökenli ürünlerin (süt, et, yumurta, yn vb.) elde edilebileceği bildirilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Araştırmanın materyali olan yemlik tahıl daneleri (arpa, buğday, yulaf, çavdar ve tritikale) Kırşehir’de faaliyet gösteren ticari bir firmadan temin edilmiştir. Çimlendirmede, 19×9×3 cm boyutlarında drenaj delikleri açılmış tek kullanımlık plastik kaplar kullanılmıştır. Denemede bitki besleme materyali olarak sadece şehir şebeke suyu kullanılmıştır. Şehir şebeke suyunun analiz sonuçları Ek 1’de verilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Ön Deneme

Ön deneme, tahıl danelerinin çimlenmesi için uygun ortam, yeterli su miktarı ve sulama sıklığını belirlemek için kurulmuştur. Ortam olarak Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesinde, ışıklandırması ve ısıtması kontrollü uygun laboratuvar ortamında, aydınlatması, ısıtması ve nem kontrollü kabinde ve iklimlendirme odasında olmak üzere 3 farklı ortamda yürütülmüştür. Su miktarını belirlemek için şeffaf polistiren petrilere yerleştirilen 20 gram daneler, ağırlıklarının sırasıyla 0.5, 1, 1.5 ve 2 katı (10, 20, 30 ve 40 ml su) mililitre su olmak üzere 4 farklı miktarda işlem uygulanmıştır. Ayrıca sulama sıklığını belirlemek için ise deneme 2 gruba ayrılmıştır. Birinci grupta ilk sulamadan sonra her bir kabın suyu tükendikçe, 2.grup ise 8 saatte bir olmak üzere günde 3 defa şebeke suyu ile sulanmıştır. Tüm gruplara 8 saat karanlık 16 saat aydınlık uygulanarak 72 saat çimlenmeleri gözlemlenmiştir.

Deneme sonunda su miktarı ve sulama sıklığında tüm ortamlardaki 1. gruplar sürekli ıslak kalmalarından kaynaklı oluşan küflenmeden dolayı çimlenme gerçekleşmemiştir. 2. grupta ise dane ağırlıklarının 0.5 ve 1 katı sulamalar yetersiz, 2 katı sulamanın ise fazla olduğu, en ideal su miktarı 1.5 katı olduğu gözlemlenmiştir. Ortam denemelerinde ise iklimlendirme odası ve kontrollü kabin de hava akışından kaynaklı çimlenme gerçekleşmezken kontrollü laboratuvar ortamında çimlenme gerçekleşmiştir. Sonuç olarak; en ideal, ortamın ışıklandırması ve ısıtması kontrollü uygun laboratuvar ortamı, su miktarının tohum ağırlığının 1.5 katı, sulama sıklığının da 8 saatte bir çimlenme için yeterli olduğu gözlemlenmiştir.

3.2.2. Çimlendirme Aşaması

Ön denemede belirlenen değerler doğrultusunda hidroponik çimlendirme çalışması, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesinde, ışıklandırması ve ısıtması kontrollü (25°C ve %35 nem) uygun kapalı laboratuvar ortamında kurulmuştur. Tek kullanımlık plastik kaplara her bir tahıl 3 tekerrür olmak üzere her kaba 40 gram ekilmiştir (Resim 3.1). Bu danelerin, günlük ağırlık artışı hassas terazi ile her sulamadan önce tartılmıştır. Bitki boyu ve pasta (bitkilerin yeşil aksamının altında kalan tohum ve köklerin oluşturduğu beyaz halımsı kısım) kalınlığı ise dijital kumpas ile 4.günden itibaren gün sonunda ölçülmüştür. Sulama yöntemi şebeke suyu ile 60 mililitre günde 3 defa sulanmıştır. Işıklanma süresi ve renk olarak ilk 3 gün karanlık 4.günden itibaren ise 8 saat karanlık 16 saat aydınlık 60x60 cm 54 watt gün ışığı (sarı ışık) led panel armatür ile sağlanmıştır. Bitkilere ait gelişim süreci Resim 3.2’de verilmiştir.



Resim 3.1 Drenaj deliği açılan kaplara tahılların tartılması

3.2.3. Belirlenen Parametreler

Tahıl daneleri ekimi takip eden 1., 4., 8. ve 12. günlerde hasat edilerek; yaş ve kuru ağırlıkları, sürgün ve kök katman uzunlukları (pasta), sudan yararlanma oranı (g su/g yaş ağırlık), besin madde içerikleri (kuru madde, ham yağ, ham protein, ADF, NDF, ham kül) ve klorofil içerikleri belirlenmiştir.

Çimlenme oranı belirlemek için her bir tahıldan 100'er tane alınarak denemenin yapılacağı ortamda ve şartlarda 3 gün çimlendirilmiş ve çimlenen daneler sayılarak belirlenmiştir.

Kavuz ve dane ağırlıkları belirlenmesinde; her tahıldan 10'ar tane alınmış ve bisturi yardımıyla kavuzlar danelerden ayrılmıştır. Daha sonra kavuz ve danenin havada kuru

ağırlıkları 65° C de 72 saat kurutularak ölçülmüş ve kuru ağırlıkları ise 105 °C 3 saat etüvde kurutularak belirlenmiştir.

Bitkilere ait yaş ağırlıkları; her sulamadan önce 8 saatte bir hassas terazi ile ölçülüp ortalama değerleri alınmıştır. Havada kuru ağırlıkları örneklerin 65° C de 72 saat kurutularak ölçülmüş ve kuru ağırlıkları ise 105 °C 3 saat etüvde kurutularak belirlenmiştir.

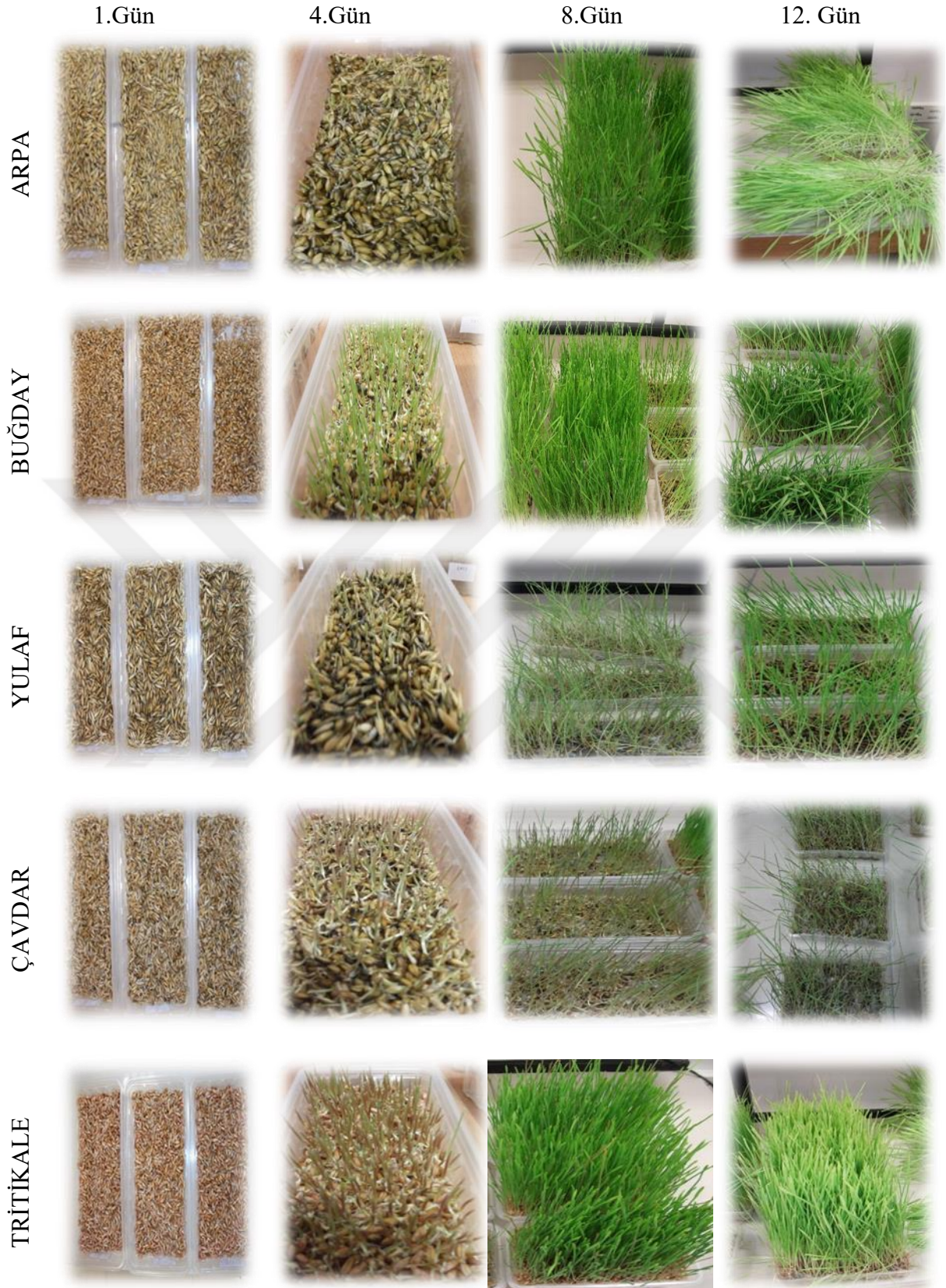
Bitkilere ait sürgün uzunlukları ve pasta kalınlıkları ilk üç günlük süreçte karanlık uygulandığı ve yeterli kalınlığa ulaşmaları beklendiğinden 4. günden itibaren dijital kumpas ile ölçülmüştür.

Besin madde analizleri, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Zootečni Bölümü ve Tarla Bitkileri bölümlerine ait kimyasal analiz laboratuvarlarında Weende analiz yöntemine göre yapılmıştır (Kutlu, 2008). Ayrıca; çimlenmeyle birlikte artan yeşil aksamın tahıllar arasında klorofil miktarındaki değişimi ve bu değişimin besin madde değerlerinde bağlantısının olup olmadığını belirlemek için yapılan klorofil analizi; ekimi takip eden 4. günden itibaren deneme sonuna kadar 9 gün boyunca her bir tekerrürden homojen şekilde aynı saatlerde bitki örneği alınarak klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil içerikleri spektrofotometrik yöntem ile ölçülmüştür. Klorofil ölçümü için bitkilerden alınan örnekler hassas terazide 0.5 gram tartılarak, içerisinde 3 mililitre metanol bulunan 15 mililitrelik kapaklı santrifüj tüplerinin içerisine konmuş ve 2 saat karanlık ortamda bekletilmiştir. 2 saat sonunda tüplerin içerisindeki ekstrakt otomatik pipet yardımıyla spektrofotometre küvetlerine aktarılmıştır. Her bir tahıl için 3 ekstrakt hazırlanmış, ekstraktların absorbanları spektrofotometrede 650 ve 665 nm’de okunmuştur. Her bir tahıl örneği için bu üç ölçümün ortalaması alınarak klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil hesaplanmıştır (Miazek ve Ledakowicz, 2013).

Metabolik enerji hesaplaması, Kirchgessner ve Kellner (1977)’in “MJ/kg KM = 14.70 – 0.150 x ADF” formülünden elde edilen MJ değeri, 4.184’e bölünüp 1000 ile çarpılarak Kcal cinsinden hesaplanmıştır

3.3. İstatistik Analizler

Elde edilen verilerin istatistik analizinde SPSS istatistik programının Windows Sürümünde (21.00) yer alan tek yönlü varyans analizi kullanılarak, ortalamaların karşılaştırılmasında aynı istatistik programının Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.



Resim 3.2. Denemede kullanılan tahıllara ait gelişim süreçleri

4. BULGULAR

Hidroponik yöntemle ile çimlendirilen farklı tahılların ağırlık artışları, yeşil yem miktarları, sudan yararlanma oranları, pasta kalınlıkları, bitki boylarındaki değişim, besin madde içerikleri ve klorofil düzeylerindeki değişimlerinin incelendiği çalışmadan elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir.

Çalışma sonucunda farklı tahılların çimlendirilmesiyle elde edilen günlük ağırlık değişimleri Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Topraksız üretimde farklı tahıl tohumlarından elde edilen yeşil yem miktarı, g

Günler	Tahıllar, g					SEM	P Değeri
	Arpa	Buğday	Yulaf	Çavdar	Tritikale		
Tohum	40.12	40.11	40.12	40.11	40.12	0.010	0.100
1.gün	68.75 ^b	70.27 ^b	73.19 ^a	72.80 ^a	70.06 ^b	0.350	0.000
2. gün	77.29 ^{bc}	76.92 ^c	80.37 ^{ab}	82.77 ^a	81.47 ^a	0.580	0.000
3. gün	88.72 ^{bc}	85.56 ^{cd}	85.13 ^d	90.98 ^b	100.1 ^a	0.950	0.000
4. gün	103.28 ^b	96.02 ^c	89.08 ^d	90.66 ^d	128.12 ^a	2.240	0.000
5. gün	120.03 ^b	107.53 ^c	100.31 ^d	96.64 ^d	159.14 ^a	4.320	0.000
6. gün	142.36 ^b	131.40 ^c	113.07 ^d	105.93 ^d	196.39 ^a	6.110	0.000
7. gün	160.93 ^b	147.09 ^c	120.18 ^d	111.57 ^d	233.94 ^a	8.240	0.000
8. gün	168.12 ^b	157.58 ^b	120.42 ^c	110.73 ^c	243.85 ^a	9.070	0.000
9. gün	173.79 ^b	138.55 ^c	120.18 ^d	111.25 ^d	241.35 ^a	12.800	0.000
10. gün	185.35 ^b	143.50 ^c	122.77 ^d	112.20 ^d	254.44 ^a	13.980	0.000
11. gün	171.68 ^b	142.27 ^c	120.45 ^d	107.08 ^e	248.55 ^a	13.500	0.000
12. gün	194.58 ^b	161.53 ^c	128.36 ^d	112.80 ^d	286.66 ^a	16.690	0.000

a, b, c, d, e: Aynı satırlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Tablo 4.1 incelendiğinde; 12 günlük çimlendirme sonucunda yeşil yem ağırlıklarında önemli artışlar olduğu görülmektedir. En yüksek iyi ağırlık artışının tritikalede olduğu bunu sırasıyla arpa, buğday, yulaf ve çavdarın izlediği görülmektedir. Tritikalede ki bu artışın yüksek olması iki türün melezlenmesinden elde edilen bir bitki olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Arpa danesinden üretilen biyomass miktarı 40.12 g daneden 12.günün sonunda 194.58 g iken bu değer çavdarda 112.80 g ile en düşük, tritikalede ise 286.66 g ile en yüksek değerde tespit edilmiştir. Hidroponik olarak çimlenmede taze ağırlıktaki artış, esas olarak % 80-90'ı oluşturan su emilimine atfedilmiştir (Sneath ve McIntosh, 2003).

Hidroponik sistemin sahada uygulanmasına ışık tutacak ve Tablo 4.1'in eldesinde kullanılan araştırma verileri yetiştirme ortamına konulan kg dane üzerinden yapılan yeniden hesaplamalar sonucu aşağıdaki Tablo 4.2 elde edilmiştir. Bu tablo incelendiğinde 12.günün sonunda 1 kg dane karşılığı en fazla yeşil yem kg olarak 7.4 kg ile tritikaleden ve bunu sırasıyla arpa (4.85 kg) ve buğday (4.03 kg) takip etmiştir. Bir kg yulaf ve çavdar danelerinden ise sırasıyla 3.20 kg ve 2.81 kg yeşil yem elde edilmiş olup, bu değerlere tritikale 4.günde ve arpa ise 5.günde ulaşmıştır.

Tablo 4.2. Tahıl danelerinden elde edilen yeşil yem miktarı (kg/kg dane)

Günler	Tahıllar, g					SEM	P değeri
	Arpa	Buğday	Yulaf	Çavdar	Tritikale		
1.gün	1.71 ^b	1.75 ^b	1.82 ^a	1.82 ^a	1.75 ^b	0.009	0.000
2. gün	1.93 ^{bc}	1.92 ^c	2.00 ^{ab}	2.06 ^a	2.03 ^a	0.014	0.000
3. gün	2.21 ^{bc}	2.13 ^{cd}	2.12 ^d	2.27 ^b	2.50 ^a	0.024	0.000
4. gün	2.57 ^b	2.39 ^c	2.22 ^d	2.26 ^d	3.19 ^a	0.056	0.000
5. gün	2.99 ^b	2.68 ^c	2.50 ^d	2.41 ^d	3.97 ^a	0.108	0.000
6. gün	3.55 ^b	3.28 ^c	2.82 ^d	2.64 ^d	4.90 ^a	0.152	0.000
7. gün	4.01 ^b	3.67 ^c	3.00 ^d	2.78 ^d	5.83 ^a	0.206	0.000
8. gün	4.19 ^b	3.93 ^c	3.00 ^d	2.76 ^d	6.08 ^a	0.226	0.000
9. gün	4.33 ^b	3.45 ^c	2.99 ^d	2.77 ^d	6.01 ^a	0.319	0.000
10. gün	4.62 ^b	3.58 ^c	3.06 ^d	2.80 ^d	6.34 ^a	0.348	0.000
11. gün	4.28 ^b	3.55 ^c	3.00 ^d	2.67 ^d	6.19 ^a	0.336	0.000
12. gün	4.85 ^b	4.03 ^c	3.20 ^d	2.81 ^d	7.14 ^a	0.416	0.000

a, b, c, d : Aynı satırlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Aşağıdaki tabloda görüldüğü üzere, tritikale tohumlarının suyu en etkin kullandığı görülmektedir (Tablo 4.3). Birim yaş ağırlık artışı (biyokütle) için en az su tritikale tohumlarının çimlenip büyümesinde kullanılmıştır. Su ekonomisi bakımından arpa tritikaleyi takip etmektedir. Suyu en fazla kullanan tahıl ise her gram biyokütle (yeşil yem) için 19.15 g ile çavdardır. Burada çavdarın su ekonomisi bakımından hidroponik üretime elverişli olmadığı söylenebilir.

Tablo 4.3. Sudan yararlanma oranı (g su/g yeşil yem)

Günler	Tahıllar					SEM	P değeri
	Arpa	Buğday	Yulaf	Çavdar	Tritikale		
1.gün	2.62 ^a	2.56 ^a	2.46 ^b	2.47 ^b	2.58 ^a	0.013	0.000
2.gün	4.66 ^a	4.69 ^a	4.48 ^b	4.35 ^b	4.44 ^b	0.033	0.000
3.gün	6.09 ^b	6.32 ^a	6.34 ^a	5.94 ^b	5.41 ^c	0.059	0.000
4.gün	6.97 ^c	7.51 ^b	8.08 ^a	7.95 ^a	5.64 ^d	0.137	0.000
5.gün	7.51 ^c	8.40 ^b	8.98 ^a	9.32 ^a	5.67 ^d	0.250	0.000
6.gün	7.60 ^d	8.29 ^c	9.56 ^b	10.21 ^a	5.51 ^e	0.314	0.000
7.gün	7.84 ^d	8.67 ^c	10.50 ^b	11.30 ^a	5.39 ^e	0.397	0.000
8.gün	8.60 ^c	9.33 ^c	11.99 ^b	13.01 ^a	5.92 ^d	0.486	0.000
9.gün	9.34 ^d	11.70 ^c	13.52 ^b	14.56 ^a	6.73 ^e	0.766	0.000
10.gün	9.72 ^d	12.55 ^c	14.72 ^b	16.04 ^a	7.09 ^e	0.882	0.000
11.gün	11.54 ^d	13.92 ^c	16.45 ^b	18.49 ^a	7.98 ^e	0.989	0.000
12.gün	11.11 ^d	13.43 ^c	16.92 ^b	19.15 ^a	7.56 ^e	1.116	0.000

a, b, c, d, e: Aynı satırlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Çalışmada çimlendirilen bitkilerde 4. günden itibaren pasta (bitkilerin yeşil aksamının altında kalan tohum ve köklerin oluşturduğu beyaz halımsı kısım) ölçümleri yapılmıştır. Bu ölçümlere ait veriler Tablo 4.4 'de verilmiştir.

Tablo 4.4. Bitki pastasının kalınlığı (mm)

Günler	Tahıllar					SEM	P değeri
	Arpa	Buğday	Yulaf	Çavdar	Tritikale		
4.	2.50 ^b	2.89 ^b	1.40 ^c	1.50 ^c	11.41 ^a	0.500	0.000
5.	5.07 ^b	5.70 ^b	3.08 ^c	2.57 ^c	17.36 ^a	0.730	0.000
6.	10.08 ^b	8.35 ^c	5.34 ^d	4.97 ^d	20.01 ^a	0.750	0.000
7.	11.47 ^b	10.23 ^b	6.55 ^c	6.20 ^c	21.44 ^a	0.760	0.000
8.	13.60 ^b	12.04 ^b	7.38 ^c	8.81 ^c	22.03 ^a	0.790	0.000
9.	15.74 ^b	14.35 ^b	8.18 ^c	9.51 ^c	26.46 ^a	0.960	0.000
10.	18.34 ^b	15.74 ^b	8.87 ^c	9.98 ^c	27.38 ^a	0.960	0.000
11.	21.92 ^b	18.78 ^b	9.56 ^c	11.16 ^c	31.08 ^a	1.150	0.000
12.	23.38 ^b	18.84 ^c	10.25 ^d	12.17 ^d	35.58 ^a	1.320	0.000

a, b, c, d : Aynı satırlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Tablo 4.4'deki veriler incelendiğinde ilk üç günlük süreçte karanlık uygulandığı ve yeterli kalınlığa ulaşmaları beklendiğinden 4. günden itibaren elde edilen veriler değerlendirilebilmiştir. En iyi pasta oluşumları ağırlıkta olduğu gibi tritikalede gözlemlenmiştir (Resim 4.1).



Resim 4.1. Hidroponik sistemde tahılların köklenme durumu

Çimlenme sürecindeki tahılların boylanmaları, 4. günden itibaren (3 gün boyunca karanlık uygulandığı için ölçüm yapılmamıştır) ortalama olarak Tablo 4.5’de verilmiştir. Vejetatif olarak en yüksek bitki boyuna (278.65 mm) arpa tohumu ulaşmış olup bunu tritikale (259.11 mm) ve buğday (227.97 mm) tohumları takip etmiştir. Bitki boyu bakımından en düşük değer (116.66 mm) çavdar danesinin çimlendirilmesi sonucu elde edilmiştir.

Tablo 4.5. Bitkilere ait günlük bitki boyları (mm)

Günler	Tahıllar					SEM	P değeri
	Arpa	Buğday	Yulaf	Çavdar	Tritikale		
4.	131.32 ^a	101.71 ^b	100.11 ^b	85.23 ^c	125.72 ^a	3.150	0.000
5.	145.50 ^a	115.83 ^b	105.34 ^b	79.40 ^a	137.05 ^a	3.770	0.000
6.	159.70 ^a	134.22 ^b	126.49 ^b	110.67 ^c	152.20 ^a	3.230	0.000
7.	164.76 ^a	136.31 ^b	128.77 ^b	112.69 ^c	153.40 ^a	3.260	0.000
8.	174.77 ^a	142.15 ^b	139.05 ^b	116.78 ^c	160.85 ^a	3.570	0.000
9.	194.74 ^a	153.68 ^c	134.50 ^d	118.33 ^e	179.81 ^b	4.260	0.000
10.	216.37 ^a	169.73 ^b	149.32 ^c	111.68 ^d	213.29 ^a	5.590	0.000
11.	244.06 ^a	203.23 ^b	152.80 ^c	114.99 ^d	239.55 ^a	6.870	0.000
12.	278.65 ^a	227.97 ^c	156.11 ^d	116.66 ^e	259.11 ^b	8.320	0.000

a, b, c, d, e: Aynı satırlarda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)



Resim 4.2 Arpanın deneme sonundaki bitki boyu (mm)

Tablo 4.6'deki veriler incelendiğinde, farklı günlerde elde edilen bitkilerin kuru madde oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur ($P < 0.01$). En yüksek kuru madde içeriği 1. gün analizinde arpada, oransal olarak en yüksek değer ise 12. gün analizinde çavdar danesinden çimlenerek elde edilen biyokütlede bulunmuştur.

Tablo 4.6. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin kuru madde oranları (%)

Gün	Parametre	Arpa	Buğday	Yulaf	Çavdar	Triticale	SEM	P değeri
0.gün	HKM (%)	98.27 ^a	97.02 ^a	92.55 ^a	95.5 ^a	94.48 ^a	1.020	0.000
	KM (%)	99.26 ^a	99.09 ^a	99.02 ^a	99.00 ^a	99.12 ^a	0.450	0.000
1.gün	HKM (%)	52.78 ^a	50.26 ^b	48.13 ^c	49.04 ^{bc}	48.34 ^{bc}	0.510	0.000
	KM (%)	51.67 ^a	49.58 ^{ab}	46.36 ^c	48.52 ^{bc}	47.8 ^{bc}	0.540	0.000
4.gün	HKM (%)	33.44 ^b	34.86 ^b	34.63 ^b	39.14 ^a	25.61 ^c	1.200	0.000
	KM (%)	32.86 ^b	34.30 ^b	33.94 ^b	38.68 ^a	24.97 ^c	1.210	0.000
8.gün	HKM (%)	18.73 ^c	17.69 ^c	23.16 ^b	27.02 ^a	11.25 ^d	1.440	0.000
	KM (%)	18.28 ^c	17.25 ^c	22.12 ^b	26.65 ^a	10.96 ^d	1.420	0.000
12.gün	HKM (%)	14.46 ^c	16.63 ^{bc}	17.60 ^b	24.39 ^a	7.76 ^d	1.470	0.000
	KM (%)	14.12 ^c	16.17 ^{bc}	17.21 ^b	24.00 ^a	7.55 ^d	1.450	0.000

a, b, c, d : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ($P < 0.01$)

Tahıllarda kuru madde kaybı tohumda depolanan nişastayı çimlenme sırasında kullanmasından kaynaklanır. Yani bitkinin toplam kuru ağırlığının (tohum, kök, sürgün) azalması şaşırtıcı değildir. Daha sonra, bir bitki kendi besinini güneş ışığından üretebilir ve

hızla ağırlığı artmaya başlar. Dolayısıyla bu tür hidroponik sistemlerde muhtemelen kuru madde kaybı 10-14 günlük büyümeyeler de gerçekleşebilmektedir (Putnam ve diğ., 2013).

Tahıl tohumlarında yapılan besin madde analizi sonucu, buğday ve arpanın sırasıyla birim kuru maddedeki oransal olarak en yüksek ham protein değerlerine sahip olduğu, bu değerleri %13.27'lik ham protein oranı ile arpanın takip ettiği görülmüştür (Tablo 4.7). En düşük ham protein değerleri, çavdar ve tritikale tohumlarında gözlenmiştir. Çimlenmede geçen 1 günlük sürede tüm tahılların ham protein değerlerinde yükselme gerçekleşmiştir. Bu yükselmeler, çimlenmenin 4. 8. ve 12. günlerinde artış göstermiştir. Örneğin, tritikaledeki birim kuru maddedeki ham protein artışı, çimlenmenin 12.gününde %9.16' den %16.63'e yükselmiş olup, artış %81'e tekabül etmektedir. Buğdayda ise bu oran %46'dır.

Tablo 4.7. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ham protein değerleri (% KM)

Tahıllar	Tohum	1.gün	4.gün	8.gün	12.gün
Arpa	13.27 ^a	13.31 ^b	14.20 ^a	15.29 ^b	18.80 ^b
Buğday	14.67 ^a	14.65 ^a	14.91 ^a	17.64 ^a	21.61 ^a
Yulaf	14.21 ^a	14.61 ^a	14.35 ^a	17.05 ^{ab}	17.49 ^c
Çavdar	9.81 ^b	10.06 ^c	10.44 ^b	10.69 ^d	13.70 ^d
Tritikale	9.17 ^b	10.62 ^c	11.15 ^b	12.76 ^c	16.63 ^c
SEM	0.180	0.660	0.620	0.890	0.860
P değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

a, b, c, d : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Tahıl danelerinin çimlenme öncesi ham yağ değerlerine bakıldığında; en fazla %5.9 ile yulafta daha sonra sırasıyla buğday, arpa, çavdar ve tritikale (%2.9, 2.8, 2.57, 2.3) de saptanmıştır. Çimlenmeyle birlikte tüm tahıl danelerinin birim kuru maddedeki oransal yağ oranı artmıştır. En fazla yağ oranı başlangıçta yulaf danesinde (%5.90) olduğu gibi 12.günde de yulaf biyomasında (%7.27) bulunmuştur.

Tablo 4.8. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ham yağ değerleri (% KM)

Tahıllar	Tohum	1.gün	4.gün	8.gün	12.gün
Arpa	2.80 ^b	2.90 ^b	2.63 ^b	3.57 ^b	4.13 ^b
Buğday	2.90 ^b	2.67 ^{bc}	2.30 ^{bc}	2.30 ^b	3.37 ^c
Yulaf	5.90 ^a	6.53 ^a	6.67 ^a	6.77 ^a	7.27 ^a
Çavdar	2.57 ^{bc}	2.03 ^c	2.03 ^c	2.67 ^b	3.97 ^{bc}
Tritikale	2.30 ^c	2.23 ^{bc}	1.60 ^c	2.57 ^b	4.17 ^b
SEM	0.360	0.450	0.500	0.470	0.370
P değeri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

a, b, c, d : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Tablo 4.9’da tahılların hasat edildiği farklı günlerdeki ADF ve NDF değerleri yüzde olarak verilmiştir.

Tablo 4.9. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ADF ve NDF değerleri (% KM)

Tahıllar	Tohum		1. gün		4. gün		8. gün		12. gün	
	ADF	NDF	ADF	NDF	ADF	NDF	ADF	NDF	ADF	NDF
Arpa	8.33 ^b	22.83 ^{ab}	6.55 ^b	26.57 ^a	9.12 ^b	27.71 ^a	13.06 ^c	30.00 ^b	21.95 ^b	38.49 ^b
Buğday	5.14 ^c	12.52 ^b	4.84 ^{bc}	12.59 ^c	5.92 ^d	15.86 ^b	10.95 ^d	23.51 ^c	16.82 ^c	33.34 ^{bc}
Yulaf	19.94 ^a	30.58 ^a	15.97 ^a	26.06 ^a	19.23 ^a	31.30 ^a	19.31 ^a	31.07 ^b	24.40 ^b	28.49 ^{bc}
Çavdar	4.36 ^c	19.01 ^{ab}	4.75 ^{bc}	20.67 ^{ab}	4.79 ^e	16.30 ^b	7.60 ^e	21.13 ^d	11.10 ^d	26.17 ^c
Tritikale	4.31 ^c	23.70 ^{ab}	4.34 ^c	13.83 ^{bc}	7.45 ^c	19.35 ^b	15.74 ^b	34.54 ^a	28.87 ^a	52.31 ^a
SEM	1.620	2.160	1.198	1.820	1.380	1.880	1.090	1.350	1.690	2.820
P değerleri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

a, b, c, d, e: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

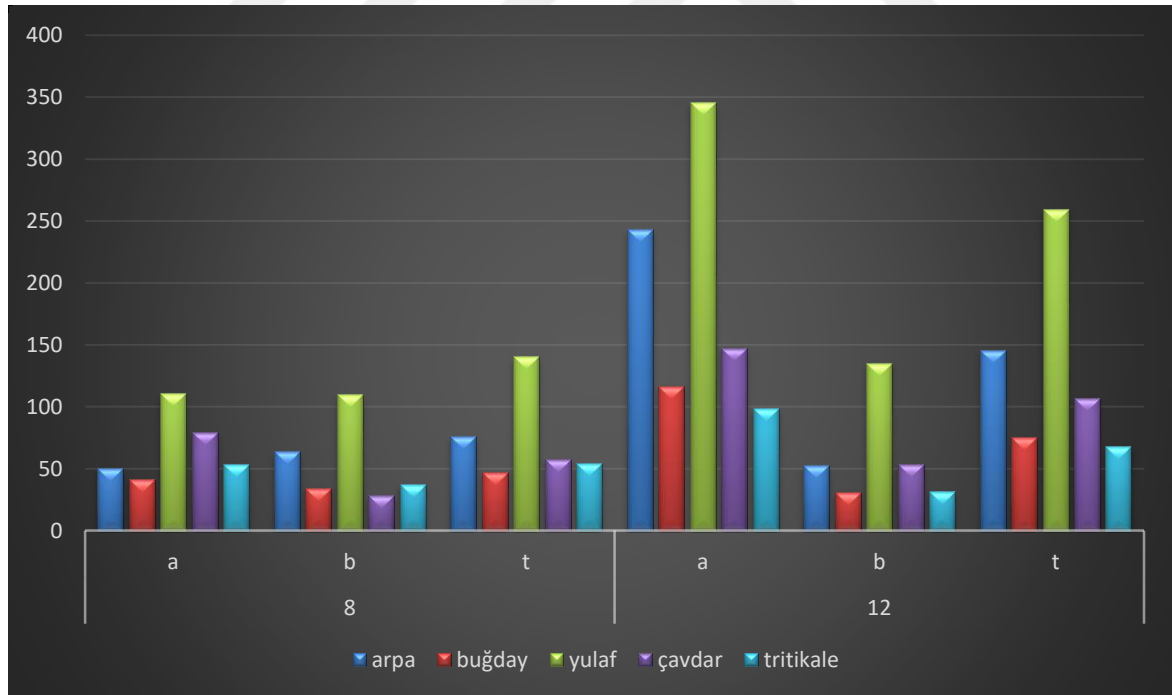
Tablo 4.9'daki veriler incelendiğinde, farklı günlerde elde edilen bitkilerin ADF ve NDF oranları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar olduğu bulunmuştur (P <0.01). Danelerin çimlenmelerinden 12.günde en fazla ADF ve NDF oranları sırasıyla %28.87 ve %52.31 ile tritikalede bulunmuştur.

Tablo 4.10. Farklı günlerde hasat edilen yeşil yemin ham kül değerleri (% KM)

Ham kül	Tohum	1.gün	4.gün	8.gün	12.gün
Arpa	2.71 ^b	2.05 ^b	2.48 ^b	2.51 ^b	3.15 ^c
Buğday	1.42 ^c	1.31 ^c	1.43 ^c	1.83 ^c	2.38 ^d
Yulaf	3.87 ^a	3.95 ^a	4.00 ^a	3.99 ^a	4.61 ^a
Çavdar	1.50 ^c	1.63 ^{bc}	1.40 ^c	2.11 ^b	2.15 ^d
Tritikale	1.90 ^{bc}	1.82 ^{bc}	1.82 ^{bc}	2.70 ^{bc}	3.87 ^b
SEM	0.270	0.260	0.280	0.210	0.250
P değerleri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

a, b, c, d : Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Tablo 4.10 incelendiğinde, tahılların içerisinde bulunan inorganik maddelerin oranlarını belirlemek için yapılan ham kül analizinde 12.günün sonunda en fazla değer yulaf danelerinden elde edilen materyalde (%4.61) bulunmuştur.



Şekil 4.1 Tahıl filizlerinin klorofil miktarları (µg/g)

Şekil 4.1’de çimlenmeden sonraki 8. ve 12. günlerde, arpa, buğday, yulaf, çavdar ve tritikalede klorofil a, klorofil b ve toplam klorofil değişimleri görülmektedir. En fazla

klorofil a, b ve toplam klorofil değerleri yulaf danesinin iminde llmstr. Bunu sırasıyla klorofil a değeri hariç arpa ve avdar takip etmiştir.

Tablo 4.11. Hidroponik yemlerin ruminantlar için hesaplanan metabolik enerji değerleri (ME , Kkal /kg KM)

Tahıllar	Tohum	1.gün	4.gün	8.gün	12.gün
Arpa	3214 ^b	3276 ^b	3185 ^d	3044 ^c	2724 ^{bc}
Buğday	3329 ^a	3338 ^{ab}	3300 ^b	3119 ^b	2908 ^{ab}
Yulaf	2796 ^c	2939 ^c	2822 ^e	2820 ^e	2920 ^{ab}
avdar	3355 ^a	3343 ^{ab}	3341 ^a	3238 ^a	3.114 ^a
Tritikale	3358 ^a	3358 ^a	3245 ^c	2946 ^d	2476 ^c
SEM	58.078	42.782	49.713	38.957	43,977
P değerleri	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010

a, b, c, d, e: Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklılar önemlidir (P <0.01)

Kirchgesner ve Kellner (1977)'in geliştirdiği formülden hesaplanan ME değerleri Tablo 4.11'de verilmiştir. Tablodan anlaşılacağı üzere en düşük ME değeri tritikaleden elde edilirken en yüksek ME değeri avdar danelerinden elde edilen hidroponik yemden sağlanmıştır. Bunun sebebi, tritikaleden sağlanan yemin daha fazla su depolaması için daha fazla yapısal karbonhidrat içeriğinin bulunmasından kaynaklanabilir. Zira tritikale ve çavdardan 12. günün sonunda elde edilen hidroponik yemin ADF - NDF içerikleri sırasıyla %28.87-52.31 ve %11.10-26.17 olarak tespit edilmesi bu varsayımı desteklemektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma ile hidroponik yemin, ucuz plastik kaplarda sadece şebeke suyu ilavesi ile kapalı bir ortamda üretilebileceği ortaya konulmuştur. Hidroponik üretime en iyi cevabı ise tritikale daneleri vermiştir. 12 günlük çimlendirme sonucunda elde edilen toplam biyokütle bakımından en ağır tritikale tohumundan elde edilmiştir. Geleneksel hidroponik üretimde 1 kg arpa danesinden yaklaşık 8 günde 5-10 kg hidroponik yem elde edilirken (Buston diğ., 2002; Shtaya, 2004; Al-Karaki, 2011; Islam ve diğ., 2016), bu tez çalışmasında 8. günde ancak 4.19 kg yem alınabileceği hesaplanmıştır. Bu durum, denemedeki çevre şartları dahil şebeke suyunun kullanılmış olmasından kaynaklanabilir. Diğer bir sebep ise, bu çalışmada tohumluk olmayan yemlik tahıl daneleri kullanıldığından bu danelerin çimlenme oranının düşük olmasından kaynaklandığı söylenebilir. Denemede kullanılan türlere ait tohumların çimlenme hızı ve oranı deneme öncesinde belirlenmesi ne kadar önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Bu durum, tritikalenin dane ağırlığının daha fazla olması ve kavuzla kaplı olmaması ile açıklanabilir (Tablo 5.1). Ayrıca ilgili tablodan görüleceği gibi endosperm bakımından değerlendirildiğinde en iri danenin, tritikale olduğu ve bunu buğday ve arpanın takip ettiğini söylenebilir. Zira bu tez çalışmasındaki hidroponik üretiminde sadece şehir şebeke suyu kullanıldığından danelerin tartılması önem teşkil etmektedir.

Tablo 5.1. Arpa, buğday, yulaf, çavdar ve tritikalenin kavuz ve dane ağırlıkları (mg/dane)

Daneler	Havada kuru dane, mg	Havada kuru daneden tıraşlanan kavuz, mg	Kurutulmuş dane, mg	Kurutulmuş daneden tıraşlanan kavuz, mg
Arpa	32.8 ^a	9.6 ^a	29.2 ^a	5.9 ^b
Yulaf	29.3 ^{ab}	11.7 ^a	27.1 ^a	11.0 ^a
Çavdar	21.7 ^b	3.6 ^a	19.8 ^b	3.7 ^b
Buğday	34.48 ^a	Tıraşlanamadı	32.42 ^a	Tıraşlanamadı
Tritikale	35.86 ^a	Tıraşlanamadı	33.46 ^a	Tıraşlanamadı
SEM	1.910	1.900	2.150	1.110
P değerleri	0.037	0.204	0.176	0.009

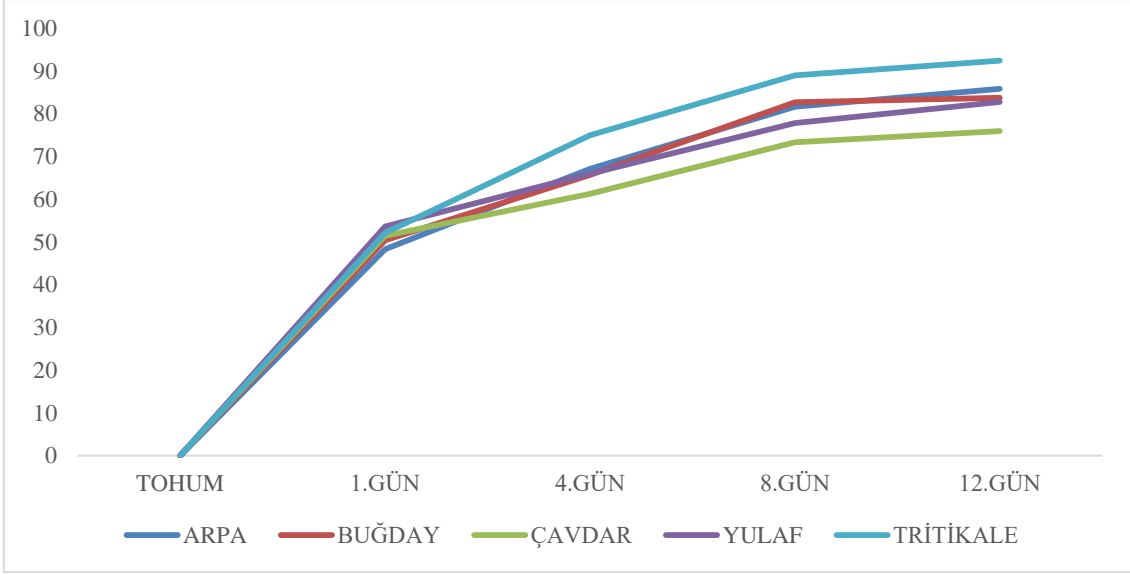
^{a, b} : Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere; çavdar tohumlarının diğer tohumlara göre daha küçük olması çimlenme gücünü de düşürmüş olabilir. Zira çalışma sonuçlarını yorumlamak için deneme danelerinde yapılan çimlenme testlerinden en yüksek çimlenme oranının tritikale danelerinde (%100), bunu sırasıyla arpa (%90), buğday (%80), yulaf (%60) ve çavdar (55) danelerinde olduğu deneysel olarak ortaya konulmuştur. Ayrıca, MERİNO (2011) teknik notuna göre hidroponik üretimde dane kalitesinin oldukça önemli olduğu belirtilmiştir. Zira mevcut çalışmada, yulaf ve çavdar danelerinin kalitelerinin iyi olmadığı yapılan çimlendirme testi ile de ortaya çıkmıştır.

Alcarraz ve diğ. (2016) yaptıkları çalışmada sadece su ile yapılan hidroponik üretime karşılık balık kültürü ile yapılan sulu kültürde daha fazla besin maddesi sulu ortamda olduğundan daha fazla marul elde etmişlerdir. Aynı şekilde, bu tez çalışmasında sadece şehir şebeke suyu kullanılmış olup özellikle nitrat bakımından fakir olan (olması gereken) suyun biyokütle artışına katkısı, danelerin sahip olduğu besin madde rezervi ile sınırlı kalmak zorunda kalmıştır. Ayrıca, besin maddesi eksikliği özellikle potasyum eksikliği fotosentezi sınırlamış olduğundan (Krause, 2019), biyokütle üretimi oldukça sınırlı düzeyde kalmıştır.

Pasta kalınlığı bakımından tahıllar kendi aralarında kıyaslandığında; tritikaleden 36 cm pasta kalınlığı ve arpadan 23 cm pasta kalınlığı her iki tahıldan elde edilecek biyokütlenin yem tüketimi bakımından sığırlar için; daha ince pasta kalınlıkları ile buğday, yulaf ve çavdarın ise yem tüketimi bakımından küçükbaş hayvanlar daha uygun olup olmayacağını besleme denemeleri ile ortaya konulabileceği söylenebilir.

Yulafta pasta oluşumu diğer bitkilere oranla çok daha düşük olması, danelerini kaplayan kavuz miktarı ve çimlenme kabiliyetleri ile ilgili olduğu söylenebilir. Zira yulafta çimlenme gücü %60 olarak tespit edilmiştir.

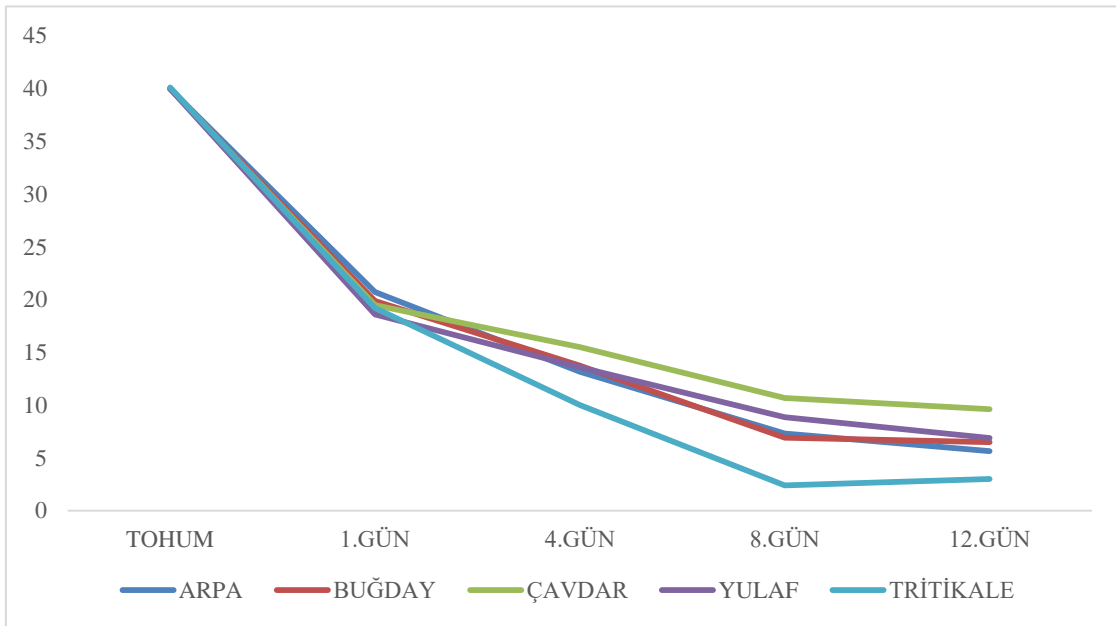


Şekil 5.1 Çimlenme ile bitki bünyesinde tutulan su miktarları (%)

Ayrıca; Şekil 5.1'den de anlaşılacağı üzere, tritikale danesinden çimlenen bitki kısımları diğer tahıllara göre daha fazla su tutmuştur. Tritikaleyi sırasıyla arpa, buğday, yulaf ve çavdar izlemiştir. Tritikalede artan biyokütlenin esas sebebi olarak; bitki bünyesinde tutulan su miktarıdır. Tam aksine, Şekil 5.2'den de görüleceği gibi KM madde miktarında en çok azalma tritikale danesinden çimlenen biyokütlede görülmüştür.

Hidroponik üretimde, bir kg biyokütle üretmek için sadece 2-3 litre su gerekirken, geleneksel yeşil yem üretiminde 60-80 litreye suya ihtiyaç duyulduğu ve suyun bitki beslemede geri dönüşümünün mümkün olabileceği bildirilmiştir (GOA,2015). Bu tez çalışmasında her kg biyokütle için en fazla su (19.15 litre) çavdardan biyokütle eldesinde kullanılmıştır. En az su kullanımı ise 7.56 litre ile tritikaleden biyokütle eldesinde sağlanmıştır. Bu rakamlar, literatürde verilen değerden yüksektir, bunun sebebi ise günde 3 defa su takviyesi yapıldığından ve çimlendirme kabındaki deliklerden sızan suyun fazla olmasından kaynaklanabilir, zira elde edilen değer neredeyse literatürde verilen değerın 3 katı dolayındadır. Deneme süresince herhangi bir küf önleyici kimyasal kullanılmadığında günde 3 defa su yenilemesi zorunluluğu ortaya çıktığından bu sonuç elde edilmiştir. Ancak, ileride daha geniş çapta yapılacak çalışmalarda hayvanlara zararı olmayan küf önleyicilerle birim ürün miktarı daha az suyun kullanıldığı sonuçlar elde edilebilir. Su, tüm bitkilerin önemli bir bileşeni olup tüm bitkinin yaklaşık % 70–95 sudan oluşur. Su farklı işlevlerinden dolayı hayati önem taşır. CO₂ asimile etme, çözücü ve taşıyıcı rolleri yanında biyokimyasal dönüşümler için, impulsları ve sinyal iletir ve turgor ile bitkilere şekil verir ve böylece hücre hacminde artış meydana gelir (Heldt ve Piechulla, 2010). Su

bitki vücut yapısını oluşturması yanında terlemede (su kaybı) hayvanlarda olduğu gibi bitkilerde de sıcaklığı düzenleyici etkisi vardır (Mavrogianopoulos, 2016). Mevcut çalışmada hidroponik sistemde substrat kullanılmamış olup, sadece buharlaşma, ortamda mantar gelişimini önlemek için temiz su sirkülasyonunu sağlamak ve bitki içinde suyun genel fonksiyonlarını yerine getirmek için ortama su eklenmiştir. Bu yüzden birim biyomass üretimi için oldukça fazla su kullanılmıştır. Hidroponik sistemlerde, aslında, aynı miktarda yem üretimi için, % 87 daha az su kullanılır (Al-Karaki ve Al-Moani, 2011). Bu durum mevcut çalışmada haliyle ortaya konulmuştur.



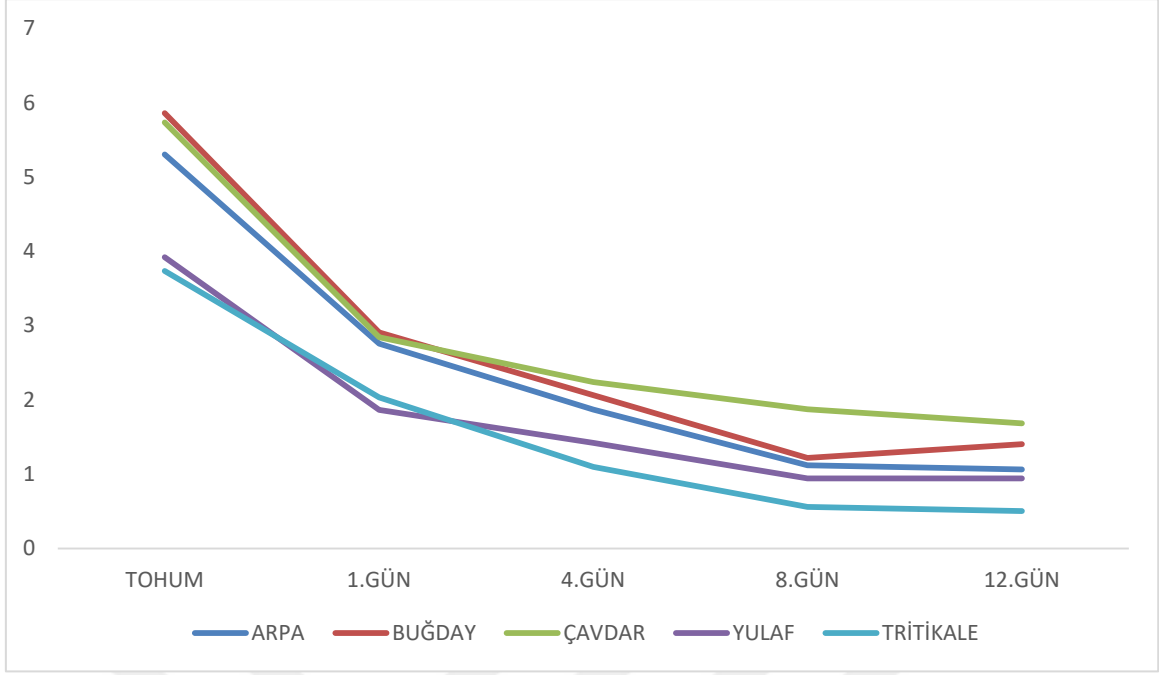
Şekil 5.2 Çimlenme ile azalan kuru madde miktarları (g/ çimlenme plakası)

Hidroponik yem üretim sistemindeki kuru ağırlık kaybı istenmeyen durumdur. Yapılan çalışmada da bu durum gözlenmiş ve beş tahıl türünde zamana paralel olarak çimlenmeyle birlikte kuru ağırlık kaybı olmuştur. Daneler çimlenme sırasında tohumlardaki besin maddelerindeki metabolik enerjiyi büyüme ve gelişme için kullanır ve daha sonra fotosenteze başlarlar. Kuru ağırlık kaybı erken dönemde fotosentez ile telafi edilemediğinden, artan taze ağırlığa karşı kuru ağırlık önemli ölçüde azalmaktadır. Benzer şekilde Bautista (2002), Morgan ve diğ. (1992) ve Naik ve Singh (2013), hidroponik üretimde taze ağırlıkta 5-10 kat artışa rağmen kuru ağırlıkta önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir. Kuru madde de gözlenen azalma hidroponik yemdeki nişasta içeriğindeki azalmaya bağlı olabilir. Çimlenme sırasında nişasta, metabolizmayı desteklemek için

çözünür. Büyüyen bitkilerin solunum ve hücre çeperi sentezi için ihtiyaç duydukları enerji, ihtiyaçları nişasta miktarındaki bir azalma, kuru maddeye karşılık gelen bir azalmaya neden olur (Naik ve diğ., 2015). Aynı şekilde kuru maddede ağırlık kaybı çözünür karbonhidratların süzülmesi ve solunumdan kaynaklanıyor olabilir. Nişastanın endospermde aktive edilmiş enzimlerle hidrolizi sonucu lif ve köklerdeki pektine geçişle birlikte yeşil filizlerde KM kaybı söz konusu olabilir (Bakshi ve diğ., 2017).

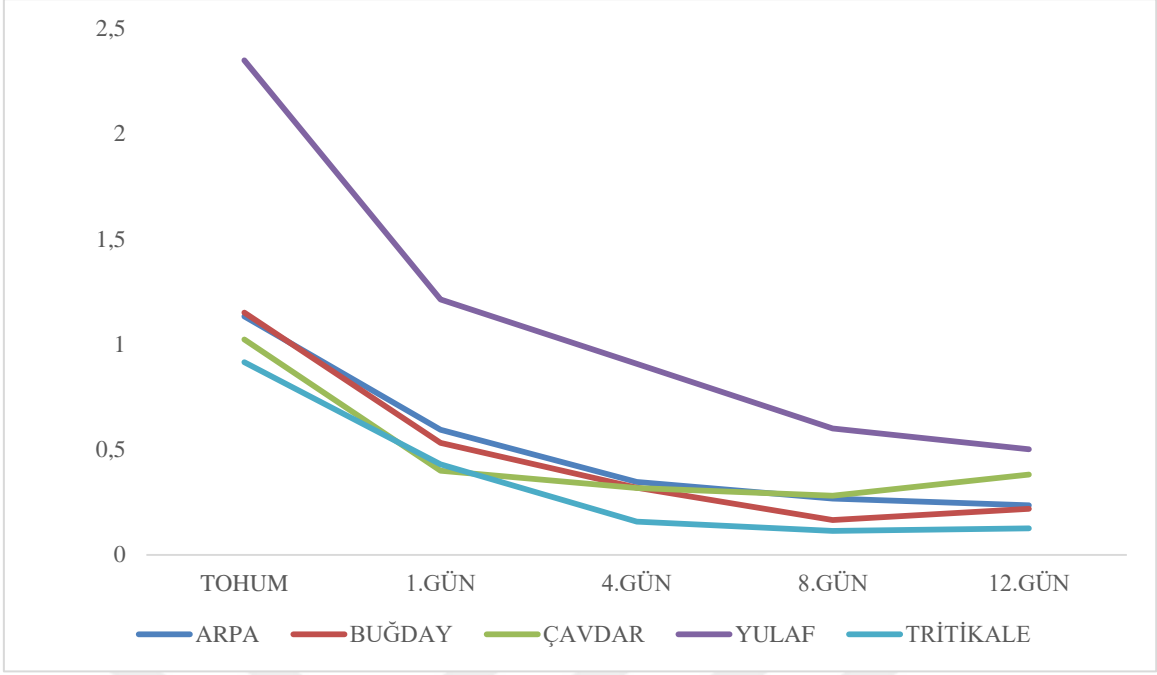
Birim alandan üretilecek en yüksek ot veriminin hangi türden elde edilebileceği konusunda literatürde bir birliktelik bulunmamaktadır. Coblenz ve Walgenback (2010), buğday, tritikale ve yulaf'ın KM verimlerinin hasat süresinin uzamasıyla arttığını ve türler içinde en yüksek ve en düşük KM veriminin sırasıyla, yulaf ve buğdayda olduğunu bildirmiştir. Tritikalenin KM verimi ise bu iki tür arasında olmuştur. Bununla beraber, çavdar, yulaf, buğday ve arpa içerisinde en hızlı gelişen ve genel olarak en yüksek KM verimine sahip türün çavdar olduğunu bildirmektedir (İbrahim, 2004).

Tez çalışmasındaki tahıllarda gözlemlenen kuru madde kaybının esas sebebi bitkilerin sadece şehir şebeke suyundan beslenmeleridir. Oysa hidroponik üretimde besin madde solüsyonu mutlaka eklenmelidir. Örneğin, domates ve marul üretiminde önemli oranda makro ve mikro besin maddesi solüsyonla verilmesi gerektiği Yang ve Kim (2020) tarafından bildirilmiştir. Besin elementlerinin hidroponik sistemde kullandığı solüsyonda sırasıyla domates ve marulda toplam % 0.044-0.043 N, % 0.130-0.093 P₂O₅, %0.034-0.035 K₂O, %0.075-0.075 Ca, %0.037-0.039 Mg, 2.75-2.00 ppm B, 0.95-1.05 ppm Cu, 10.00-21.00 ppm Fe, 8-1.90 ppm Mn, 0.40-0.42 ppm Mo ve 2.70-2.10 ppm Zn içermiştir. Burada domates için verilen değerlerle marul için verilen değerler benzerlik göstermektedir. Tez çalışmasında üretilen sadece yeşil aksam olması sebebiyle marulun ihtiyaçlarına benzer bir besin madde kompozisyonu kullanılması durumunda, daha farklı sonuçlar alınabilirdi.



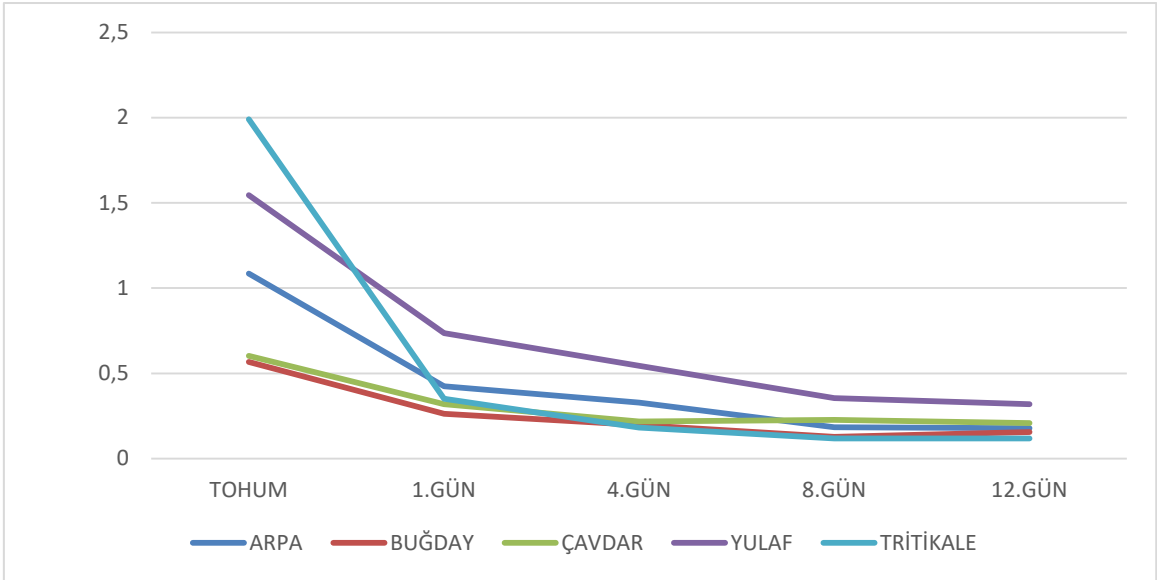
Şekil 5.3 Çimlenme ile azalan protein miktarları (g/pasta)

Tahıl filizlerinde birim kuru madde bazında protein oranı, filizlenme ile her tahılda artmış ve 12. gün hasat edilenlerde en yüksek değere ulaşmıştır. Buğday bitkisinde protein oranı bakımından diğer tahıllardan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Yürütülen benzer çalışmalarda, 7. günde hasat edilen hidroponik arpanın yaklaşık % 14 protein içerdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, Snow ve diğ. (2008) ve Sneath ve McIntosh (2003) filizlenmiş arpanın protein içeriğinin % 24' e kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir. Mackowiak ve diğ. (1989) ve Policarpo ve diğ. (2007) ise farklı günlerde hasat ettikleri hidroponik buğdayda ham protein oranını yaklaşık % 18 olduğunu gözlemlemişlerdir. Ayrıca, Kantale ve diğ. (2017) tarafından yapılan çalışmada hidroponik buğdayın protein içeriğinin % 16.75 sonucu bildirilen sonuçlar ile uyumlu olmuştur. Oransal olarak ne kadar artış göstermiş olsa da, kuru maddenin azalmasıyla birlikte miktar olarak mutlak protein değerinde azalma meydana gelmiştir. Bu azalmanın nedeni bitkinin gelişim esnasında enzimatik sistemde proteinin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zira, çimlenme döneminde aleurone katmanına göç eden gibberellin benzeri hormonlar endojen protein ve nişastanın parçalanması için proteaz ve amilaz enzimlerinin salınmasına sebep olur (Defoor ve diğ., 2008). Ayrıca, çimlenme ile transfer RNA ve ribonükleaz aktivitenin kaybolması da değişen (azalan) protein miktarının bir sebebi olabilir (Vold ve Sypherd, 1968).



Şekil 5.4 Ham yağ miktarları (g / çimlenme plakası)

Tohum içerisinde miktar olarak en fazla yağın yulafda olduğu belirlenmiştir. Çimlenme ile birlikte bu miktar diğer tahıllarda olduğu gibi azalmıştır. Bu azalmanın solunum ve diğer sentez olayları için gerekli ATP enerjisinin üretilmesinde kullanıldığı düşünülmektedir.



Şekil 5.5 Toplam inorganik madde miktarı (g/ çimlenme plakası)

Diğer besin maddelerinde olduğu gibi mineral miktarında da çimlenme ile birlikte düşüş gerçekleşmiştir. Tohum olarak en fazla tritikalede iken çimlenme sonunda en düşük

miktara gerilemiştir. Bu gerilemenin sebebi hidroponik üretim olması ve sulama esnasında sadece şebeke suyu verilmesinden dolayı büyüme için gerekli minerallerin tohumdan karşılandığı ancak çimlendirme esnasında belli periyotlarla yapılan sürekli yıkama ve su değiştirme işlemi de tohumdan zamanla inorganik unsurların yıkanarak azaldığı düşünülmektedir.

Hidroponik bitki yetiştirilmede su kalitesi oldukça önemlidir. Bitkiler besin aldığı için suyun bakteri ile kirlenmesi durumunda besin çözeltisine bulaşabilir. Bu tez çalışmasında hidroponik ürünlerde herhangi bir mikrobiyota yığılması veya film oluşumuna rastlanmamıştır. Bunun sebebi önceden klorlanmış olan şehir şebeke suyunun kullanılmış olmasından ve tohumların günde 3 defa yıkandığından kaynaklanabilir. Kullanılan şehir şebeke suyunun analiz sonuçları da ek olarak verilmiştir.

Hidroponik yemdeki besin maddeleri tamamı değerlendirildiğinde (Tablo 5.2); tahıl danelerinin genellikle yaklaşık% 85-87 kuru madde içerdiği ve bunun hidroponik yemde karşılığı % 80-85 su olarak yansıdığı (Weldegerima, 2015) görülmektedir. Hidroponik üretimde KM' deki azalma fotosentez beşinci gün civarında başlamasından kaynaklanabilir (Al-Karaki ve Al-Momani, 2011; Adjlanea ve diğ., 2016). Zira, mevcut çalışmada olduğu gibi, Dung ve diğ. (2010a) çalışması,7 günlük filizlenme süresi boyunca % 21.9 bir KM kaybı gözlemlenmiştir.

Tablo 5.2. Tahıllardan hidroponik yöntemle 12.günde elde edilen yemin özellikleri

Günler	Tahıllar, g					SEM	P Değeri
	Arpa	Buğday	Yulaf	Çavdar	Tritikale		
Hidroponik ürün, g	194.58 ^b	161.53 ^c	128.36 ^d	112.80 ^d	286.66 ^a	16.690	0.000
Kg ürün/kg dane	4.85 ^b	4.03 ^c	3.20 ^d	2.81 ^d	7.14 ^a	0.416	0.000
Su kullanımı, g su/g ürün	11.11 ^d	13.43 ^c	16.92 ^b	19.15 ^a	7.56 ^c	1.116	0.000
Pasta kalınlığı, mm	23.38 ^b	18.84 ^c	10.25 ^d	12.17 ^d	35.58 ^a	1.320	0.000
Bitki boyu, mm	278.65 ^a	227.97 ^c	156.11 ^d	116.66 ^e	259.11 ^b	8.320	0.000
KM, %	14.12 ^c	16.17 ^{bc}	17.21 ^b	24.00 ^a	7.55 ^d	1.450	0,000
ME, Kkal/kg KM	2724 ^{bc}	2908 ^{ab}	2920 ^{ab}	3.114 ^a	2476 ^c	43.977	0.010
HP, %KM	18.80 ^b	21.61 ^a	17.49 ^c	13.70 ^d	16.63 ^c	0.860	0.000
Ham yağ, %KM	4.13 ^b	3.37 ^c	7.27 ^a	3.97 ^{bc}	4.17 ^b	0.370	0.000
ADF, %KM	21.95 ^b	16.82 ^c	24.40 ^b	11.10 ^d	28.87 ^a	1.690	0.000
NDF, %KM	38.49 ^b	33.34 ^{bc}	28.49 ^{bc}	26.17 ^c	52.31 ^a	2.820	0.000
Ham kül, %	3.15 ^c	2.38 ^d	4.61 ^a	2.15 ^d	3.87 ^b	0.250	0.000

a, b, c, d, e: Aynı satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir (P <0.01)

Danelerin ıslatılması ile endospermde depolanan nişastanın basit şekerlere çözülmesi ile kuru maddede kayıpların olduğu belirtilmiştir (Emam, 2016). Besin madde içeriği mevcut çalışmadaki arpanın besin madde içeriği bakımından literatürde verilen değerlere uyumludur. Örneğin, arpa danesinden hidroponik yöntemle üretilen ürünün 7.gündeki besin madde içerikleri %12.39 ham protein, % 2.96 ham yağ, % 2.92 ham kül ve 2607 kkal/kg KM (ruminant) (Petkova, 2017), mevcut çalışmada bulunan değerlerden düşüktür. Bunun sebebi hasat zamanı yanında arpa çeşidinin farklı olması olabilir.

Yukarıdaki tablodan anlaşılacağı üzere, ürün miktarı, su kullanımı, pasta kalınlığı, bitki boyu (arpadan sonra) bakımından tritikalenin hidroponik üretimde yaygın olarak kullanılan arpadan sonra oldukça uygun olduğu anlaşılmaktadır.

Bu tez çalışmasında 12 gün süren hidroponik üretimde herhangi bir tarım ilacı kullanılmadığından, üretilen yem materyalinin yem güvenliği açısından oldukça güvenli olduğu söylenebilir. Ancak, bu çalışma verilerine bakıldığında 8.günün sonunda su ekonomisi, işçilik ve hayvanlar tarafından gereksinimler dikkate alınarak üretim sonlandırılabilir, ancak uygun besin solüsyonu ve Akbağ ve diğ. (2014)'nin kullandığı gibi özel T12 Model çimlendirme kabini kullanılması halinde 7 gün ve daha öncesi hasat edilebilirdi. Bu tez çalışmasında şehir şebeke suyu kullanıldığından, biyomass miktarı olması gerekenden daha düşük elde edilmiş olabilir. Örneğin hidroponik solüsyon örneğinde bir litre solüsyonda 250 mg N, 100 mg P, 300mg K, 80 mg S, 120 mg Ca, 70 mg Mg ve 50 mg Fe içermektedir (Sayara ve diğ., 2016). Daha ileriki çalışmalarda farklı besin solüsyonları kullanarak ekonomik anlamda yeşil hasıl elde etme imkanlarının çalışılması gerektiği önerilebilir.

Çimlenme sonrası toplam klorofil değerleri incelendiğinde en fazla klorofil a,b ve toplam klorofil değerleri yulaf danesinin çiminde ölçülmüştür. Bunu sırasıyla klorofil a değeri hariç arpa ve çavdar takip etmiştir. Bunun sebebi bu yulaf danesindeki yüksek N içeriği ve yüksek ihtimalle N'dan yararlanmadaki tahıllar arasındaki farktan kaynaklanabilir (Sorenson, 2009). Aslında, klorofil içeriğinin yüksekliği fotosentez kabiliyeti ile doğrudan ilişkili olup (Maekawa ve Kokubun, 2005), yulafın çimlenme gücü daha fazla olsaydı ve bitkileri beslemek için besin madde solüsyonu kullanılması durumunda daha farklı sonuçlar alınabilirdi.

Hidroponik yemlerin sadece ruminantlar için değil diğer çiftlik hayvanlarının beslenmesinde ve hatta organik hayvansal üretimde kullanılabileceği konusunda tarımsal yayım çalışması yapılmıştır (Bhadurihauck, 2013). Ülkemizde de benzer çalışmalar ve özellikle karotence ve tokoferolce zenginleştirilmiş yumurta eldesinde, hidroponik yolla üretilen yeşil ürünlerin kullanıp kullanılmayacağına dair çalışmalar yürütülebilir. Bu çalışmada kısıtlı imkanlardan dolayı ne yazık ki karoten ve tokoferol analizleri yapılamamış sadece klorofil analizi yapılmıştır. Ancak, Sneath ve McIntosh (2003)'in Cuddeford (1989)'dan yaptığı alıntıya göre; çimlendirilen arpadan 6 günün sonunda elde edilen yemin danedekinden yaklaşık 10 kat tokoferol ve beta karoten içerdiği bildirilmiştir.

Bu tez çalışmasında elde edilen bulgular genel olarak değerlendirildiğinde;

- En fazla yeşil yem 12. günün sonunda 246 gram ile tritikale danelerinin çimlenmelerinden edilmiştir.
- Deneme sonunda pasta olarak ifade ettiğimiz bitkinin kök kısmı 35.58 mm kalınlık ile en iyi tritikalede gözlemlenmiştir.
- Bitki boyu bakımından 278 mm ile en yüksek boya arpa ulaşmıştır ve filizler yatma eğilimi göstermiştir.
- Tüm danelerde genelde yeşil aksamın büyümesi ve bitkilerin su tutma kapasitesi artmasıyla azalan kuru madde miktarı en fazla çavdarda gözlenirken en düşük tritikalede gözlemlenmiştir.
- Deneme sonunda kuru madde de bulunan protein miktarı en fazla çavdar da en az ise tritikalede gözlemlenmiştir.
- Yağ miktarı: kuru madde de en fazla yulafta en az ise tritikalede gözlemlenmiştir.
- 12 günlük çimlenme sonunda en yüksek ADF ve NDF oranı tritikalede bulunurken en düşük çavdarda gözlemlenmiştir. Bu oranlar bitkinin yapısal unsurlarını oluşturduğundan en fazla suyu da tritikalenin ve bunu arpanın tuttuğu diğer verilerle birlikte değerlendirildiğinde kolaylıkla anlaşılmaktadır.

- Yeşil yemdeki en fazla ham kül oranı kuru madde de yulafta en az oran ise tritikalede gözlemlenmiştir. Bu durum çimlenen tohumun azlığından ve kavuzlar arasında kalmış olan olası tozlardan da kaynaklanabilir.
- KM esasına göre, ME enerji bakımından tritikalenin çavdara göre oldukça düşük oluşu, çavdar danelerinin yeterince çimlenmemesi ile açıklanabilir.
- En fazla klorofil miktarı yulafta, en az ise tritikalede gözlemlenmiştir. Bu durum yulafın kavuzundan dolayı su stresinden daha az etkilenmiş olmasından kaynaklanabilir. Tritikalede ise bitkilerde yeşil rengin kaynağı olan N elementinin artan biyokütleyle bağlı olarak seyreltilmiş düzeyde olduğundan kaynaklanabilir.

Sonuç olarak, hidroponik ortamda yetiştirilen arpa, buğday, yulaf, çavdar ve tritikale danelerinin ve bu danelerden çıkış yapan filizlerin kimyasal yapısında önemli değişimler tespit edilmiştir. Bu değişimde hasat zamanı önemli bir etki göstermiştir. Her bitkide çimlenmeden sonra kuru ağırlıktaki kayıp hızlanmış ve protein, yağ ve mineral madde oranındaki artışa rağmen verimlerin de azalma gerçekleşmiştir. Yulafta, diğer tahıllara kıyasla kavuzdan kaynaklı kuru madde kaybı daha düşük olurken ham yağ oranındaki artış daha yüksek olmuştur. Biyokütle bakımından tritikalenin daha iyi olduğu, buna göre arpanın yanı sıra tritikalenin de hidroponik sistemde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Bunun yanında, bitki besin solüsyonları içermeyen su ile belirli miktarda sulamada hem su kirliliği önlenmiş hem de fazla su harcanmayarak tasarruf edilmiştir. Bu tez çalışması, hayvan besleme denemeleri ile desteklenerek sahada uygulamaya aktarılma yolları geliştirilebilir. Hidroponik üretimde tahılların yemlik danelerin kullanılmasında öncelikle çimlenme testinin birinci koşul olması gerektiği ve çimlenme yeteneği yüksek tohumluk danelerin kullanılmasında tohumluk maliyetinin de dikkate alınması gereken konuların başında olduğu dikkate alınmalıdır. Ayrıca, hidroponik üretimde besin madde solüsyonun besin madde içeriği, iletkenliği, oksijenleştirme, sıcaklık kontrolü, asitliği düzenleyiciler, su kalitesi ve ek besin madde takviyesi gibi ilave teknolojik uygulamaların dikkate alındığı yeni çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

Adjlanea, K.S., Bafdelc, A.A.S.M., and Benhacine, R., 2016, Techno-economic approach to hydroponic forage crops: use for feeding dairy cattle herd, *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 6(3), 83-87.

Agius, A., Pastorelli, G. and Attard, E., 2019, Cows fed hydroponic fodder and conventional diet: effects on milk quality, *Arch. Anim. Breed*, 62, 517–525.

Al-Karaki, G. N., and Al-Hashimi, M., 2012, Green fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic condition, *Internl. Schol. Res. Network.*, 10, doi:10.5402/2012/924672.

Akbağ, H.I., Türkmen, O.S., Baytekin, H. and Yurtman, İ.Y., 2014, Effects of harvesting time on nutritional value of hydroponic barley production, *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue*, 2, 1761-1765.

Akram, M.U., 2013, Optimize conditions for better production of hydroponic fodder, *Livestock Production on Ranges and Pastures*, Term Papers, 11 s.

Alcarraz, E., Flores, M., Tapia, M. L., Bustamante, A., Wacyk, J. and Escalona, V., 2016, Quality of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown in aquaponic and hydroponic systems, *In VIII International Postharvest Symposium, Enhancing Supply Chain and Consumer Benefits-Ethical and Technological Issues*, 1194, 31-38.

Alçiçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V., Özdoğan, M., 2010, Türkiye’de Kaba Yem Üretimi ve Sorunları, *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi*, 11-15 Ocak 2010, Ankara, Cilt:2, s. 1071-1080.

Al-Karaki, G. N. and Al-Momani, N., 2011, Evaluation of Some Barley Cultivars for Green Fodder Production and Water Use Efficiency under Hydroponic Conditions, *Jordan J. Agricultural Science*, 7 (3),448–456.

Al-Saadi, M. J. and Al-Zubiadi, I. A., 2013, Effects of substitution barley by 10%, 30% of sprouted barley on rumen characters, digestibility and feed efficiency in diet of Awassi male lambs, *Int. J. Sci. Res*, 5, 2228-2233.

Anonymous, 1993, *Hydroponics Project*, The Pennsylvania State University. Hydroponic Society of America P.O.

<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://extension.psu.edu/programs/4-h/members/projects-resources/environmentaled/plant-sciences/resource-materials/HydroponicsProjectUnit3.pdf&ved=2ahUKEwjm6NjF1ePsAhWjmIsKHfdxCSwQFjAAegQIBBAB&usg=AOvVaw3DGyVEUoKB8aRZKdM-zHv4>, [Ziyaret Tarihi: 28.08.2020].

Anonim, 2020, *Hidroponik üretim yapan Babil Asma Bahçeleri için kullanılan yapı*, <https://bilgihanem.com/babilin-asma-bahceleri-hakkinda-bilgiler>, [Ziyaret Tarihi: 28.10.2020].

Arisoy, M., 1998, The effect of sodium hydroxide treatment on chemical composition and digestibility of straw, *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 22, 165-170.

Ateş, S., 2002, *Karma yem üretiminde değirmen tipi, öğütme derecesi ve karıştırma süresinin broiler performansı üzerine etkisi*, Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Zootekni Anabilim Dalı, Isparta.

Atıcı, K.D., 2012, Hasılatik yem derdini ortadan kaldırıyor, *Tarım Gündem Dergisi*, 9, 96-97.

Bakshi, M. P. S, Wadhwa, M. and Makkar, H. P. S., 2017, *Hydroponic fodder, A critical assessment*, <https://www.feedipedia.org/search/node/Hydroponic%20fodder>.van, [Ziyaret Tarihi: 28.09.2020].

Bautista, S.H., 2002, *Producción de forraje verde hidropónico de trigo Triticum aestivum L. para el mantenimiento de conejos criollos Oryctolagus cuniculus*, MSc thesis, Universidad Autónoma de Guerrero (UAG) Chilpancingo, Guerrero, México.

Benton, Jr, J., J., 2014, *Complete guide for growing plants hydroponically*, CRC Press.

BhaduriHauck, S., 2013, *Ag Notes*,

https://extension.umd.edu/sites/extension.umd.edu/files/docs/newsletters/AgNotes_May2013.pdf, [Ziyaret Tarihi: 28.09.2020].

- Brown, D., Ng'ambi, J. W., Osinowo, O. A., Adeola, A. T. and Adebisi, O. A., 2018, Effects of feeding hydroponics maize fodder on performance and nutrient digestibility of weaned pigs, *Applied Ecology and Environmental Research* 16(3):2415-2422.
- Budak, F., ve Budak F., 2014, Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(1), 1-6.
- Buston, C.D.E., Gonzalez, E.L. Aguilera, B.A. and Esptnoz, G.J.A., 2002, Forraje hidropónicouna alternativa parala suplementaci ón caprinaen el semidesier to Queretano, *XXXVIII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*, pp, 383.
- Chavan, J. and Kadam, S. S., 1989, Nutritional improvement of cereals by sprouting, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 28 (5), 401-437.
- Cuddeford, D., 1989, Hydroponic Grass, *In Practice*, 11(5), 211-214.
- Coblentz, W. K. and Walgenbach, R. P., 2010. Fall growth, nutritive value, and estimation of total digestible nutrients for cereal-grain forages in the north-central United States, *Journal of animal science*, 88(1), 383-399.
- Çelik, M., Çelik, H. ve Yanmaz, R., 1995, *Genel Bahçe Bitkileri*, Bahçe Bitkilerinin Çoğaltılması, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim, Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, 123-127.
- Defoor, P. J., Brown, M. S. and Owens, F. N., 2008, Reconstitution of grain sorghum for ruminants, *In Oklahoma cattle grain processing symposium*, Oklahoma, OSBE.
- Del Castillo, F.S., Del Carmen Moreno Pérez, E., Magaña, E.C. and Gómez, J.M., 2013, Hydroponic wheat and barley fodder yields and their effect on weight gain in sheep, *Revista Chapingo, Serie Horticultura*, 19(4), 35-43.
- Dung, D.D., Godwin, I.R. and Nolan, J.V., 2010a, Nutrient Content and in sacco Degradation of Hydroponic Barley Sprouts Grown Using Nutrient Solution of Tap Water, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (18), 2432-2436.
- Dung, D.D., Godwin, I.R. and Nolan, J.V., 2010b, Digestive characteristics, amonia nitrogen and volatile fatty acids levels in sheep fed oaten chaff supplemented with grimmett barley grain, freze-dried or fresh barley sprouts, *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(19), 2493-2501.

Emam, M. S. A., 2016, The sprout production and water use efficiency of some barley cultivars under intensive hydroponic system, *Middle East Journal of Agriculture Research*, 5(2), 161-170.

Eshtayeh, I.F.A., 2004, A new source of fresh green feed (hydroponic barley) for awass sheep. Master Dissertation, An-Najah National University, Nablus Palastine.

FAO., 2015, *Alternative fodder production for vulnerable herders in the West Bank, Resilience promising practice*, <http://www.fao.org/3/a-i4759e.pdf> [Ziyaret Tarihi: 28.09.2020].

Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Shoayee, A.A., Montajebi, N. and Mosharraf, S.H., 2011, Performance of feedlot calves fed hydroponics fodder barley, *Journal of Agricultural Science and Technology*, 13(3), 367-375.

Gaikwad, S.P., 2016, Cost effective green fodder production by hydroponic technique, [https://rkvy.nic.in/Uploads/SucessStory/MAHARASHTRA/2016/2016122954HYDROPO NIC_Green%20Fodder%20\(%20Karad%20Satara%20\).pdf](https://rkvy.nic.in/Uploads/SucessStory/MAHARASHTRA/2016/2016122954HYDROPO NIC_Green%20Fodder%20(%20Karad%20Satara%20).pdf), [Ziyaret Tarihi: 28.08.2020].

Gericke, 1937, Gericke, W. F., 1937, Hydroponics crop production in liquid culture media. *Science*, 85(2198), 177–178.

GOA, 2015, *Production of hydroponic green fodder for eco-friendly and sustainable milk production*, https://rkvy.nic.in/static/download/RKVY_New_Success_Stories/goa/4.pdf. [Ziyaret Tarihi: 25.08.2020].

Gül A., 2008, *Topraksız Tarım*, Hasad Yayıncılık, 144 s.

Heredia, N. A., 2014, Design construction and evaluation of a vertical hydroponic tower, BioResource and Agricultural Engineering Department California Polytechnic State University San Luis Obispo.

Hershey, D. R., 1992, Plant nutrient solution pH changes, *Journal of Biology Education*, 26 (2), 107–111.

Heldt, H. W. and Piechulla, F., 2015. *Pflanzenbiochemie*. Springer Berlin Heidelberg. DOI: 978-3-662-44398-9.

Hillier, R. J., and Perry, T. W., 1969, Effect of hydroponically produced oat grass on ration digestibility of cattle, *Journal of Animal Science*, 29(5), 783-785.

Ibrahim, O. A. M., 2004., *Effect of feeding germinated millet on performance and serum total lipids of broiler chicks*, Doctoral Dissertation, University of Khartoum.

Indira, D., Aruna, P., Swetha, S. K. and Kumar, K., 2020, Hydroponics as an alternative fodder for sustainable livestock production, *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 5(2), 87-92.

Islam, R., Jalal, N. ve Akbar, MA., 2016, Tohum oranı ve su seviyesinin hidroponik yem üretimine ve kimyasal analizine etkisi, *Avrupa Akademik Araştırması*, 4 (8), 724-6753.

İpek, H., 1972, Kasaplık piliç yetiştiriciliği, *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(1).

Kantale, R.A., Halburge, M.A., Deshmukh, A.D., Dhok, A.P., Raghuwanshiand, D.S. and Lende, S.R., 2017, Nutrient changes with the growth of hydroponics wheat fodder, *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(3),1800-1803.

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

Kılıç, Ü., 2016, Kaba yem üretiminde hidroponik tarım sistemleri, *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 4(9),793-799.

Kıymaz, S., 2011, Kırşehir İli toprak ve su kaynaklarının tarımsal açıdan değerlendirilmesi, *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 6 (2),76-85.

Kide, W., Desai, B. and Dhekale, J., 2015, Feeding effects of maize and barley hydroponic fodder on dry matter intake, nutrient digestibility and body weight gain of Konkan Kanyal goats. *Life Sciences International Research Journal*, ISSN 2347-8691.

Kirchgessner, M. and Kellner, RJ., 1977, Zur schatzung der umsetzbaren energie von grün- und rauhfutter mit einfachen kenndaten, *Tierph Tierernahrung Futter*, 38, 297-301.

Krause, M., 2019, *Hydroponic gardening*, <https://www.fairbankssoilwater.org/user-files//Hydroponics%20PPT.pdf>. [Ziyaret Tarihi: 16.08.2020].

Kutlu, H.R., 2012, *General evaluation and conclusion of barley greengrass, radicle and mat whole*, Feed Analyses, Report. http://www.gfsturkiye.com/eng/?page_id=138 [Ziyaret Tarihi: 28.09.2019].

Kutlu, H.R., 2003, *Yemler Bilgisi ve Yem Teknolojisi*, Ders Notu, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Adana.

Kutlu, H.R., 2008, *Yem Değerlendirme ve Analiz Yöntemleri*, Ders Notu, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootečni Bölümü, Adana.

Mackowiak, C. L., Owens, L. P., Hinkle, C. R. and Prince, R. P., 1989, *Continuous hydroponic wheat production using a recirculating system*. NASA Technical Memorandum TM102784.

Maekawa, T. and Kokubun, M., 2005, Correlation of leaf nitrogen, chlorophyll and rubisco contents with photosynthesis in a supernodulating soybean genotype Sakukei 4, *Plant Production Science*, 8(4), 419-426.

Marsico, G., Micera, E., Dimatteo, S., Minuti, F., Vicenti, A. and Zarrilli, A., 2009, Evaluation of animal welfare and milk production of goat fed on diet containing hydroponically germinating seeds, *Italian Journal of Animal Science* 8(2): 625-627.

Mavrogianopoulos, N., G., 2016, Irrigation dose according to substrate characteristics, in hydroponic systems, *Agricultural University of Athens*, 1, 1-6.

MERİNO, 2011, *Hydroponic_Fodder_Production*, https://hulp.landbou.com/wp-content/uploads/2014/03/AIG_Grant_1122_Merino_NZ_-_Hydroponic_Fodder_Production.pdf [Ziyaret Tarihi: 25.08.2020].

Morgan, J., Hunter, R.R. and O'Haire, R., 1992, Limiting factors in hydroponic barley grass production, *Proceedings of the 8th International Congress on Soilless Culture*, Hunter's Rest, 2-9 October 1992, 241-261.

Naik, P. K. and Singh, N. P., 2013, Hydroponics fodder production: an alternative technology for sustainable livestock production against impending climate change, *Model Training Course on Management Strategies for Sustainable Livestock Production against Impending Climate Change*, 70-75.

Naik, P. K., Dhuri, R. B., Swain, B. K. and Singh, N. P., 2012, Nutrient Changes with the Growth of Hydroponics Fodder Maize, *Indian Journal of Animal Nutrition*, 29 (2), 161-163.

Naik, P. K., Swain, B. K. and Singh, N. P., 2015, Hydroponics: its feasibility as an alternative to cultivated forages, In Proc. *9th Biennial Animal Nutrition Association Conference on 'Eco-responsive Feeding and Nutrition: Linking Livestock and Livelihood*, pp. 22-24.

Peer, D.J. and Leeson, S., 1985a, Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs, *Animal Feed Science and Technology*, 13, 183-190.

Peer, D.J. and Leeson, S., 1985b, Nutrient content of hydroponically sprouted barley, *Animal Feed Science and Technology*, 13, 191-202.

Petkova, M. 2017, *Hydroponic Green Fodder - Nutritional Potential Found in Bulgaria*, Department of Animal Nutrition and Feed Technology, Institute of Animal Science Kostinbrod, Bulgaria.

Policarpo, E.R., Luis., F. and Manuel E.M., 2007, Claudio Arturo PM Hydroponic forage wheat production, *African Crop Science Conference Proceedings*, 8, 1915-1916.

Putnam, D. H, Robinson P. H., and Eric L., 2013, *Does hydroponic forage production make sense*.

[https://images.agriprofocus.nl/upload/post/Does Hydroponic Forage Production Make Sense 20131453116620.pdf](https://images.agriprofocus.nl/upload/post/Does_Hydroponic_Forage_Production_Make_Sense_20131453116620.pdf) [Ziyaret Tarihi: 08.08.2020].

Jemimah, E. R., Gnanaraj, P. P. T., Muthuramalingam, T., Devi, T., Bharathidasan, A. and Sundaram, A. S., 2018, Growth performance and economics of feeding hydroponic maize fodder with replacement of concentrate mixture in new zealand white rabbit kits, *Journal of Animal Health and Production* 6(2), 73-76.

Ramteke, R., Doneria, R. and Gendley, M. K., 2019, Hydroponic techniques for fodder production, *Acta Scientifc Nutritional Health*, 3(5), 127-132.

Rasteh, M. R., Dastar, B., Shargh, M. S., Zerehdaran, S. and Ashayerizadeh, O., 2014, Effect of different levels of germinated barley on performance of laying hens and egg quality in different storage conditions, *Animal Production Research*, 3(1),43-51.

Raviv van Os, E. A., Gieling, T. H. and Lieth, J. H., 2008, *Technical equipment in soilless production systems*. In M. Raviv, and J. H. Lieth (Eds.), *Soilless culture, Theory and practice* (pp. 157-207).

Reddy, M.R., Reddy, D.N. and Reddy, G.V.K., 1991, Supplementation of barley fodder to paddy straw based rations of lactating crossbred cows, *Indian Journal of Animal Nutrition*, 8(4), 274-277.

Roberto, K., 2003, *How to Hydroponics*, Futuregarden, Inc.

Saidi, A.M.A., 2014, The biological and economical feasibility of feeding barley green fodder to lactating awassi ewes, *Open Journal of Animal Sciences*, 5(2), 99-105.

Sayara, T., Amarneh, B., Saleh, T., Aslan, K., Abuhanish, R. and Jawabreh, A., 2016, Hydroponic and aquaponic systems for sustainable agriculture and environment, *International Journal of Plant Science and Ecology*, 2(3), 23-29.

Shtaya, I., 2004, *Performance of Awassi ewes fed barley green fodder*, Master thesis. AnNajah National University.

Sneath R. and McIntosh F., 2003, Review of hydroponic fodder production for beef cattle, *Department of Primary Industries: Queensland Australia*, 84, 54.

Snow, A.M., Ghaly A.E. and Snow A., 2008, A comparative assessment of hydroponically grown cereal crops for the purification of aquaculture wastewater and the production of fish feed, *American Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 3(1), 364-378, 2008.

Sorenson, R. and Relf, D., 2009, *Home Hydroponics*,
https://www.pubs.ext.vt.edu/content/dam/pubs_ext_vt_edu/426/426-084/426-084_pdf.pdf
[Ziyaret Tarihi: 08.08.2020].

Tölü, C., Akbağ, H.I., Işıl, Yurtman, İ.Y., Baytekin, H. and Savaş, T., 2013, A study on usable plants for annual winter pastures for goats, *Journal of Food, Agriculture and Environment* 11 (3-4), 892-896.

Trejo-Téllez, L. I. and Gómez-Merino, F. C., 2012, Nutrient solutions for hydroponic systems. *Hydroponics-a standard methodology for plant biological researches*, 1-22.

Miazek, K. and Ledakowicz, S., 2013, Chlorophyll extraction from leaves, needles and microalgae, A kinetic approach. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 6(2), 107-115.

TÜİK, 2019, *Türkiye İstatistik Kurumu Resmi İnternet Sitesi* www.tuik.gov.tr. [Ziyaret Tarihi: 08.08.2020].

TÜİK, 2020, *Türkiye İstatistik Kurumu Resmi İnternet Sitesi* www.tuik.gov.tr. [Ziyaret Tarihi: 08.08.2020].

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

Van Os, E. A., Blok, C., Voogt, W. and Waked, L. 2016, Water quality and salinity aspects in hydroponic cultivation, *WUR Glastuinbouw*.

Vold, B. S. and Sypherd, P. S., 1968, Changes in soluble RNA and ribonuclease activity during germination of wheat, *Plant physiology*, 43(8), 1221-1226.

Heldt, H. W. and Piechulla, B., 2010. *Plant biochemistry*, Academic Press.



Weldegerima, K., 2015, Nutritional benefit and economic value of feeding hydroponically grown maize and barley fodder for Konkan Kanyal goats, *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 8(7), 24-30.

Yang, T. and Kim, H., 2020, Characterizing nutrient composition and concentration in tomato-, basil-, and lettuce-based aquaponic and hydroponic systems, *Water*, 12(5), 1259.

Yurtseven, S., Güler, A. and Sakar, E., 2020, Effects of hydroponic media on forage and silage quality of barley (*Hordeum vulgare* L.), *Applied Ecology and Environmental Research*, 18(1), 1601-1610.

EKLER

Ek 1. Kırşehir Şebeke Suyu Analiz Raporu

T.C.
KIRŞEHİR BELEDİYESİ
SU VE KANALİZASYON İŞLERİ MÜDÜRLÜĞÜ
LABORATUVAR ANALİZ RAPORU

Tarih	29-08-2019
Numunenin Alındığı Adres	5000 LİK DEPO

Çalışılan Analizler	Birim	Yöntem	Tayin Limiti	Mevzuat Limiti	Analiz Sonucu
Amonyum	mg/L	Spektrofotometre	0,01	0,5	0,02
Demir	mg/L	Spektrofotometre	10	200	0,24
Sülfat	mg/L	Spektrofotometre		250	34
Nitrit	mg/L	Spektrofotometre		0,5	0,087
Nitrat	mg/L	Spektrofotometre	0,125	50	13,5
Manganez	mg/L	Spektrofotometre	5	50	Tespit Edilemedi
Sertlik Derecesi	Alman d	Spektrofotometre		30'dan fazla	18,9
Kalsiyum	mg/L	Spektrofotometre	75	200	91,8
Mağnezyum	mg/L	Spektrofotometre	50	180	26,0
pH		Multimetre		6,5 – 9,5	7,35
İletkenlik	mS/cm	Multimetre		2500	590
Serbest Klor	ppm	Kolorimetre			1,0

Değerlendirme: Sonuçlar çalışılan analizler yönünden İnsani Tüketim Amaçlı Sular Hakkında Yönetmeliği'ne göre uygundur.

Bilal ELİBOL
Kimyager

Ek 2. Tezden Üretilen Kongre Bildirisi

Dry matter content of different feed grains germinated by hydroponics method,

O. Kuşan, H. Çayan and A.Şahin

Faculty of Agriculture, Kırşehir Ahi Evran University, Kırşehir

Introduction

In ruminant nutrition, insufficiency of high quality roughage sources and insufficient roughage at all times of the year cause the animals in our country not to be fed enough and this prevents economic livestock. Supply Hydroponic farming systems have been started to be used as an alternative method to eliminate the need for roughage of ruminant animals (Karaşahin, 2017).

Hydroponic green feed production system; it consists of providing conditions such as humidity, heat and light which are necessary for germination and growth of cereal grains in soilless environment. Hydroponic aquaculture has important advantages such as; eliminates the need for soil disinfection, provides plants to be fed in a controlled way, increases the efficiency of water and fertilizer use, provides homogeneous and high quality high efficiency, reduces the workforce with automation, eliminates soil-borne problems, the soil is found to be insufficient or not enough for the production of aquaculture It has important advantages such as preventing soil and groundwater pollution (Sevgican, 1989; Öztekin, 2002).

Compared to traditional green feed production and hydroponic green feed production; it ensures uninterrupted green feed production all year in much smaller areas, it has richer fiber, protein, vitamin and mineral content. The grass water in it improves the performance of animals. Increasing the digestibility of grains, such as hydroponic green feed production is spread throughout the world. A number of chemical and physical changes occur in the grain grain during the hydroponic green feed production process. Protein, carbohydrates and fats are separated into simple compounds by the activation of enzymes in the grains as a result of hydrolysis, and the amount of amino acids, soluble sugar and fatty acids increase in grains and shoots (Dung et al., 2010; Al-Karaki and Al-Hashimi, 2012; Karaşahin, 2014).

This study was carried out to determine the hydroponic cultivation, productivity and changes in dry matter contents of different feed cereals. In this part of the study; 12-day weight changes, plant height, paste thickness and dry matter analysis were carried out.

Materials and methods

Hydroponic germination study was established in Ahi Evran University Faculty of Agriculture in a suitable indoor environment with controlled lighting and heating. The material of the study was obtained from a commercial company operating in Kırşehir, which consists of cereals (barley, wheat, oats, rye and triticale). Seeds were sown in 19x9 cm disposable plastic containers with 3 replicates of each grain. The daily weight gain of these grains was weighed with precision scales before each irrigation. Plant height and paste thickness were measured at the end of the day starting from the 4th day with digital caliper. Irrigation method was provided with mains water 3 times a day, lighting time and color in the first 3 days dark from the 4th day 8 hours dark 16 hours light 60x60 cm 54 watt day light (yellow light) led panel luminaire was provided. Statistical analysis of the data obtained from the study was performed by using SPSS 15.0 package program.

Results

As a result of the study, daily gain of different cereal seeds in hidroponic production are given in Table 1.

Table 1. Daily gain of different cereal seeds in hidroponic production (g/germination plate)

Days	Grains					SEM	P
	Barley	Wheat	Oat	Rye	Triticale		
0. day	40,12	40,11	40,12	40,11	40,12	0,01	0,1
1. day	68,75 ^b	70,27 ^b	73,19 ^a	72,80 ^a	70,06 ^b	0,35	0,00
2. day	77,29 ^{bc}	76,92 ^c	80,37 ^{ab}	82,77 ^a	81,47 ^a	0,58	0,00
3. day	88,72 ^{bc}	85,56 ^{cd}	85,13 ^d	90,98 ^b	100,1 ^a	0,95	0,00
4. day	103,28 ^b	96,02 ^c	89,08 ^d	90,66 ^d	128,12 ^a	2,24	0,00
5. day	120,03 ^b	107,53 ^c	100,31 ^d	96,64 ^d	159,14 ^a	4,32	0,00
6. day	142,36 ^b	131,40 ^c	113,07 ^d	105,93 ^d	196,39 ^a	6,11	0,00
7. day	160,93 ^b	147,09 ^c	120,18 ^d	111,57 ^d	233,94 ^a	8,24	0,00
8. day	168,12 ^b	157,58 ^b	120,42 ^c	110,73 ^c	243,85 ^a	9,07	0,00
9. day	173,79 ^b	138,55 ^c	120,18 ^d	111,25 ^d	241,35 ^a	12,80	0,00
10. day	185,35 ^b	143,50 ^c	122,77 ^d	112,20 ^d	254,44 ^a	13,98	0,00
11. day	171,68 ^b	142,27 ^c	120,45 ^d	107,08 ^e	248,55 ^a	13,50	0,00
12. day	194,58 ^b	161,53 ^c	128,36 ^d	112,80 ^d	286,66 ^a	16,69	0,00

^{a, b, c, d, e:} The differences between the means indicated by different letters in the same rows are significant (P <0.05)

When Table 1 is examined, it is seen that there are statistically significant increases in plant weights after 12 days of germination (P <0.01). The best weight gain is triticale followed by barley, wheat, oats and rye, respectively. This increase in triticale is thought to be high because it is a hybrid plant.

In the study, pastry (white carpety part of the seeds and roots under the green parts of the plants) was measured in the germinated plants from the 4th day. The data for these measurements are given in Table 2.

Table 2. Thickness of plant paste (mm)

Days	Grains					SEM	P
	Barley	Wheat	Oat	Rye	Triticale		
4. day	2,5 ^b	2,89 ^b	1,4 ^c	1,5 ^c	11,41 ^a	0,5	0,00
5. day	5,07 ^b	5,7 ^b	3,08 ^c	2,57 ^c	17,36 ^a	0,73	0,00
6. day	10,08 ^b	8,35 ^c	5,34 ^d	4,97 ^d	20,01 ^a	0,75	0,00
7. day	11,47 ^b	10,23 ^b	6,55 ^c	6,2 ^c	21,44 ^a	0,76	0,00
8. day	13,6 ^b	12,04 ^b	7,38 ^c	8,81 ^c	22,03 ^a	0,79	0,00
9. day	15,74 ^b	14,35 ^b	8,18 ^c	9,51 ^c	26,46 ^a	0,96	0,00
10. day	18,34 ^b	15,74 ^b	8,87 ^c	9,98 ^c	27,38 ^a	0,96	0,00
11. day	21,92 ^b	18,78 ^b	9,56 ^c	11,16 ^c	31,08 ^a	1,15	0,00
12. day	23,38 ^b	18,84 ^c	10,25 ^d	12,17 ^d	35,58 ^a	1,32	0,00

^{a, b, c, d, e:} The differences between the means indicated by different letters on the same rows are significant (P <0.05)

When the data in Table 2 were examined, since the darkness was applied in the first three days, the data obtained from day 4 could be evaluated. Significant differences were found between cereals in terms of paste thickness (P <0.05). The best pastry formations were observed in triticale as in weight. Formation of paste in oats was found to be much lower than other plants. Plant heights of the grains during germination process are given in Table 3.

Table 3. Daily height of plants (mm)

Days	Grains					SEM	P
	Barley	Wheat	Oat	Rye	Triticale		
4. day	131,32 ^a	101,71 ^b	100,11 ^b	85,23 ^c	125,72 ^a	3,15	0,00
5. day	145,50 ^a	115,83 ^b	105,34 ^b	79,40 ^a	137,05 ^a	3,77	0,00
6. day	159,70 ^a	134,22 ^b	126,49 ^b	110,67 ^c	152,20 ^a	3,23	0,00
7. day	164,76 ^a	136,31 ^b	128,77 ^b	112,69 ^c	153,4 ^a	3,26	0,00
8. day	174,77 ^a	142,15 ^b	139,05 ^b	116,78 ^c	160,85 ^a	3,57	0,00
9. day	194,74 ^a	153,68 ^c	134,50 ^d	118,33 ^e	179,81 ^b	4,26	0,00
10. day	216,37 ^a	169,73 ^b	149,32 ^c	111,68 ^d	213,29 ^a	5,59	0,00
11. day	244,06 ^a	203,23 ^b	152,80 ^c	114,99 ^d	239,55 ^a	6,87	0,00
12. day	278,65 ^a	227,97 ^c	156,11 ^d	116,66 ^e	259,11 ^b	8,32	0,00

^{a, b, c, d, e}: The differences between the means indicated by different letters on the same rows are significant (P <0.05)

When the data in the table of plant height were examined, it was found that there were statistically significant differences between cereals in terms of plant height development (P <0.05). The highest plant height was observed in barley and triticale. These were followed by wheat, oats and rye, respectively.

The data of the dry matter analyzes performed on different days (0., 1. ,4. , 8. and 12. days) during the trial period are given in Table 4.

Table 4. Dry matter content of germinated cereal mass harvested on different days

Grain	0. day		1. day		4. day		8. day		12.day	
	Air Dry (%)	Dry Matter (%)	Air Dry (%)	Dry Matter (%)	Air Dry (%)	Dry Matter (%)	Air Dry (%)	Dry Matter (%)	Air Dry (%)	Dry Matter (%)
Barley	98,27	99,26	52,78 ^a	51,67 ^a	33,44 ^b	32,86 ^b	18,73 ^c	18,28 ^c	14,46 ^c	14,12 ^c
Wheat	97,02	99,09	50,26 ^b	49,58 ^{ab}	34,86 ^b	34,30 ^b	17,69 ^c	17,25 ^c	16,63 ^{bc}	16,17 ^{bc}
Oat	95,5	99,00	49,04 ^{bc}	48,52 ^{bc}	39,14 ^a	38,68 ^a	27,02 ^a	26,65 ^a	24,39 ^a	24,00 ^a
Rye	92,55	99,02	48,13 ^c	46,36 ^c	34,63 ^b	33,94 ^b	23,16 ^b	22,12 ^b	17,60 ^b	17,21 ^b
Triticale	94,48	99,12	48,34 ^{bc}	47,85 ^{bc}	25,61 ^c	24,97 ^c	11,25 ^d	10,96 ^d	7,76 ^d	7,55 ^d
SEM	1,02	0,45	0,51	0,54	1,20	1,21	1,44	1,42	1,47	1,45
P	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

^{a, b, c, d, e}: The differences between the means indicated by different letters in the same column are significant (P <0.05)

When the data in Table 4 were examined, it was found that there were statistically significant differences between the dry matter ratios of the plants obtained on different days (P <0.05). The highest dry matter content was found in barley in the 1st day analysis, while the highest values were found in the oat in the 12th day analysis.

Conclusion

In our study, triticale was the best grain in hydroponic germination in many findings. This is thought to be due to the fact that it is a hybrid plant. The advantage of being hybrid is due to durum wheat parent, cold resistance and rye growing properties in acidic soils.

Acknowledgements

This work was supported by Kirsehir Ahi Evran University Scientific Research Projects Coordination Unit. Project Number : ZRT-A4-19.020

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Onur KUŞAN
Doğum Yeri	KÜTAHYA
Uyruğu	<input checked="" type="checkbox"/> T.C.
Telefon	05454978395
E-Posta Adresi	kusan_onur@hotmail.com

Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Fakülte	Ziraat Fakültesi
Bölümü	Tarımsal Biyoteknoloji
Mezuniyet Yılı	2018

Yüksek Lisans	
Üniversite	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Zootekni
Programı	Zootekni Tezli Yüksek Lisans
Mezuniyet Tarihi	2020

Makale ve Bildiriler	
Kuşan, O., Çayan, H., Şahin, A., 2019, Dry matter content of different feed grains germinated by hydroponics method,. The 11th International Animal Science Conference, Nevşehir, 291-294.	