



Araştırma Makalesi (Research Article)

Cilt 1 - Sayı 4: 102-109 / Ekim 2018

(Volume 1 - Issue 4: 102-109 / October 2018)

HİDROPONİK VE TOPRAKLI SİSTEMLE YETİŞTİRİLEN ARPA VE YEŞİL YEMİ İLE SİLAJININ BESİN MADDE KOMPOZİSYONU VE NİSPİ YEM DEĞERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Betül Zehra SARIÇİÇEK^{1*}, Birgül YILDIRIM¹, Hülya HANOĞLU²

¹Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 06110, Ankara, Türkiye

²Koyunculuk Araştırma Enstitüsü, Bandırma, 10200, Balıkesir, Türkiye

Gönderi: 07 Mayıs 2018; **Kabul:** 12 Eylül 2018; **Yayınlanma:** 01 Ekim 2018

(Received: May 07, 2018; Accepted: September 12, 2018; Published: October 01, 2018)

Özet

Bu çalışma, hidroponik sistemle yetiştirilen (HSY) arpa yeşil yeminin, topraklı sistemle yetiştirilen (TSY) arpa tahılı, arpa hasılı ve arpa hasılı silajına göre besin maddeleri içerikleri ve nispi yem değerlerinin karşılaştırılması ve hidroponik arpa yeşil yeminin kısımlarının besin değerlerinin de belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. TSY ve HSY için yem materyali olarak arpa (*Hordeum vulgare* L.) (Tarm-92) kullanılmıştır. TSY de arpa ekimden 9 ay sonra hasıl olarak hasat edilmiştir. Arpa hasılına bir kısmı silaj elde edilmek için laboratuvar koşullarında 70 gün silolanmıştır. HSY de arpa(Tarm-92), kontrollü çevre koşullarına sahip yeşil yem makinesinde 8 günde yetiştirilmiştir. 2 kg arpadan ortalama 17,5 kg yeşil yem elde edilmiştir. HSY yeşil yemin bir kısmı çim, kök, çim+kök kısımlarını ayrıca incelemek için ayrıştırılmıştır. Taze halde en yüksek kuru madde (KM) orijinal arpada, en düşük ise arpa hasılı silajında belirlenmiştir ($p>0.01$). HSY yeşil yem ile TSY arpa hasılına KM içeriği bakımından önemli farklılık belirlenmemiştir. Ancak HSY yeşil yemin KM içeriği arpa hasılı silajınkinden daha yüksek olmuştur. HSY yeşil yeminin ham protein (HP) ve ham yağ (HY) içeriği TYS ne göre daha yüksek olmuştur ($p>0.01$). HSY yeşil yemin ham kül (HK) ve ham sellüloz (HS) içeriği ise TSY arpa tahılından yüksek, hasıl ve silajından önemli derecede düşük bulunmuştur ($p>0.01$). HSY yeşil yemin nitrojensiz öz maddeler (NÖM) içeriği TYS ne göre önemli derecede düşmüştür ($p>0.01$). Hidroponik yeşil yemin çim+kök kısmının KM içeriği çim ve kök kısmına göre daha yüksek olmuştur ($p>0.01$). HSY yeşil yemin çim kısmının HP ve HK içeriği, kök ve çim+kök kısmına göre en yüksek olurken ($p>0.01$), HY ve HS içeriği kök kısmında en yüksek olmuştur ($p>0.01$). Nişasta TSY arpada yüksek olurken, HSY yeşil yemin nişasta içeriği hasıl ve silaja göre daha yüksek bulunmuştur. Suda çözünür karbonhidrat (SÇK) HSY de TYS ne göre daha yüksek bulunmuştur ($p>0.01$). En yüksek Nötr deterjan fiber (NDF), asit deterjan fiber (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) değerleri TSY de hasılda belirlenmiştir ($p>0.01$). HSY yeşil yemin kök kısmının nişasta SÇK, NDF, ADF ve ADL değerleri, çim ve çim+kök kısmına göre önemli derecede yüksek bulunmuştur ($p>0.01$). HSY yeşil yemin, metabolize enerji (ME), net enerji laktasyon (NEL), sindirilebilir kuru madde (SKM) ve nispi yem değeri (NYD) değerleri TYS ne göre önemli derecede artmıştır ($p>0.01$). HSY yeşil yemin kuru madde tüketimi (KMT) TSY arpa tahılı ve silajından daha düşük olmuştur ($p>0.01$). HSY yeşil yemin çim kısmı, kök ve çim+kök kısmına göre ME, NEL, SKM, KMT ve NYD bakımından en yüksek olurken kök kısmı en düşük değere sahip olmuştur. Bu çalışmada, TYS e göre HSY de arpa yeşil

yeminin besin madde içeriğinde iyileşme olmuş ve yemin değeri artmıştır. Diğer taraftan HSY yeşil yeminde ise en iyi sonuç çim kısmında elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler: Hidroponik sistem, Topraklı sistem, Besin madde içeriği, Nisbi yem değeri

The Comparison of Nutrient Composition and Relative Feed Value of Barley Grain, Barley Green Food and Silage Grown With Grounded System of Barley Grass Grown With Hydroponic System

Abstract: This research was conducted to investigate the differences between nutrient composition and relative feed value (RFV) according to barley grain, barley green food (BGF) and silage grown with grounded system (GSG) of barley grass, root and grass+root grown with hydroponic system (HSG), and determined of nutrient values of parts of HSG green feed. Barley (*Hordium vulgare* L.) (Tarm-92) were used as feed material for HSG and GSG. Barley was harvested after 9 month from culture in GSG. One part barley green foot were ensiled during 70 day for silage in laboratory conditions. In HS, barley (Tarm-92) was grown in controlled conditions in green feed machine at 8 days. It was produced 17.5 kg hydroponic green feed from 2 kg barley. One part of hydroponic green feed was investigated by seperatingseperated as grass, root and grass+root. In fresh materials, the highest dry matter (DM) was found for original barley, but the lowest for barley grass silage ($p<0.01$). There was not determined significantly differences for DM content between HSG green feed with GSG grass silage. However, DM content of HSG green feed was higher than barley grass silage ($p<0.01$). The crude protein (CP) and ether extract (EE) contents of HSG green feed were the highest compare to GSG feeds ($p<0.01$). The ash and crude fiber (CF) content of HSG green feed were higher than GSG barley grain ($p<0.01$) but were lower than GSG barley grass and silage ($p<0.01$). Nitrojen free extract (NFE) content of HSG green feed decreased significantly compare to GSG ($p<0.01$). DM content of grass+root part of HSG green feed was higher than grass and root ($p<0.01$). While CP and ash content of grass HSG were higher than root and grass+root, EE and CF content were highest for root ($p<0.01$). While, starch was the highest in GSG barley grain, starch content of HSG green feed was highest compare to grass and silage of GSG ($p<0.01$). Water-soluble carbohydrate (WSC) content of HSG green feed was higher than GSG ($p<0.01$). The highest Noutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) values was found for the barley grass GSG ($p<0.01$). Starch, WSC, NDF, ADF and ADL values of root of HSG green feed were the highest significantly compare to grass and grass+root ($p<0.01$). Metabolisable energy (ME), net energy lactation (NEL), digestible dry matter (DDM) and RFV increased significantly compare to GSG feeds ($p<0.01$). DM intake (DMI) of HSG green feed was lower than GSG barley grain and silage ($p<0.01$). While ME, NEL, DMD, DMI and RFV values of grass HSG were highest compare to root and grass+root, but was the lowest for root ($p<0.01$). In this study, nutrient composition of hydroponic fodder compare to grounded system improved and relative feed value increased. On the other hand, the best result was obtained from grass partial of hydroponic fodder.

Keywords: Hydroponic system, Ground system, Nutrient composition, Relative feed value

*Corresponding author: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, 06110, Ankara, Türkiye

E mail: zsaricicek@ankara.edu.tr (B.Z. SARIÇİÇEK)

1. Giriş

Hidroponik, topraksız bitki büyütme metodudur. Topraklı tarıma alternatif olarak ve yılın her anında yeşil yem hazırlamak için yeşil yem makinelerinin yapımı son yıllarda ülkemiz de de önem kazanmaya başlamıştır. Hidroponik sistem olarak da isimlendirilen bu yeni sistemde, inkübasyon odalarında toprak ve besi ortamı kullanılmadan, hava koşullarına bağımlı olmaksızın tepsilerde belirli sıcaklıkta ve sınırlı ışıklandırma ile kısa sürede yeşil yem üretiminin gerçekleştirilmesi mümkün olabilmektedir. Taneler çimlendikten sonra kökler birbirine geçerek halı görünümünü almakta 6-8 gün içerisinde yeşil aksam 20-25 cm boya ulaşmakta ve 6- 10 kat yeşil yem elde edilebilmektedir. Bir kg arpadan 6 gün sonunda 7-9 kg kadar arpa çimi edilebileceği belirtilmektedir (Tudor ve ark., 2003).

Sistemin asıl amacı çok kısa zamanda yılın her mevsiminde, taze olarak yem sağlamak, yerden tasarruf etmek ve yemin maliyetini düşürmektir. Topraklı yetiştiricilikte geniş bir alana ihtiyaç duyulması, çok sayıda alet, ekipman ve işçilik, zaman, maliyet ve iklim koşullarından kaynaklanan riske karşılık, çimlendirme makinesinde hidroponik sistemle birkaç günde ot elde etmek mümkündür (Sneath ve McIntosh, 2003). Hidroponik ortamda 130 m² alanda bir yılda elde edilen yeşil yem için, topraklı tarımda 120 ha tarlaya ihtiyaç duyulmaktadır. Carruthers (2003) 'e göre, hidroponik üretim 50-300 m²'lik bir alanda 10×13m ebatlarındaki odalarda günde 1 ton üretim yapılabilir. Bu sistemde yıl boyunca kapalı yerlerde kontrollü şartlarda kısa sürede yeşil yem yetiştirmek mümkündür. Böylece hayvanlar meraya çıkarılmadan yaz-kış yeşil ve sulu yem alabilirler. Ayrıca tamamen hijyenik ortamda, topraksız,

gübresiz, ilaçsız ve çevreyi koruyucu bir anlayışla, alternatif bitkisel üretim yapılabilmektedir.

Hidroponik sistemde yeşil yem verimi, lif, protein, vitamin ve mineral içeriği yüksek, suyun daha etkin ve verimli kullanımı, içerisindeki çim suyunun hayvanların performanslarında iyileşme sağlaması, tanelerin sindirilebilirliğini artırması gibi özellikleri nedeniyle bazı araştırmacılar, hidroponik sistemin tarla üretim sistemine göre avantaj sağladığını belirtmektedirler (Marsico ve ark., 2009; Micera ve ark., 2009; Dung ve ark., 2010; Al-Karaki ve Al-Hashimi, 2012).

Çim üretiminin verim ve kalitesi; tahıl çeşidi, tahıl kalitesi, ıslatma süresi, sıcaklık, nem, besin madde katkısı, tepsiye yayılan tahılın kalınlık ve yoğunluğuna bağlı olarak değişmektedir. Tahılın "karanlık-ışık" eşit şartlarda tutulması çimlendirmeyi daha başarılı kılmaktadır (Miller 1977; Dung ve ark., 2010; Fazaeli ve ark., 2012). Hidroponik yeşil yem üretiminin dezavantajlarından biri, bu işlemde su oranının yüksek olması nedeniyle küflenme ve mantar üreme olasılığı, diğeri ise ortamın iklimlendirilmesi için sürekli enerji kullanılmasıdır.

Arpa, buğday, yulaf ve mısır gibi tahıl tanelerinin hidroponik yeşil yem üretiminde kullanılabileceğini belirtmesine karşın bu sistemde en fazla kullanılan tahılın arpa olduğu belirtmektedirler. (Sneath ve McIntosh, 2003; Rodriguez-Muela ve ark., 2004).

Yemin kalitesi, bitkinin türü, çeşidi, vejetasyon dönemi, hasat ve depolama, iklim ve toprak koşullarına bağlı olarak değişmektedir. Hasat zamanı kaliteyi etkileyen en önemli özelliklerin başında gelmektedir (Rebole ve ark., 2004).

Hayvanların yemlenme davranışı, yem tüketimi, yemin sindirilebilirliği ve hayvansal ürüne dönüştürülmesi yem kalitesine bağlı olarak değişir (Van Soest, 1994). Yem kalitesi genellikle yemin kimyasal, fiziksel ve biyolojik değerleri belirlenerek hesaplanmaktadır. ABD'de yonca bitkisinde kalite kontrolü için geliştirilen nispi yem değeri (NYD) uygulaması, tüm bitkiler için kullanılmaktadır (Ball ve ark., 1996). NYD, asit deterjan fiber (ADF) ve nötr deterjan fiber (NDF) değerlerinden yararlanılarak hesaplanmaktadır. NYD değeri yonca için 100 olarak kabul edilmektedir. NYD değeri, bu değer altına düştükçe yem kalitesi düşmektedir (Richardson, 2001).

Hidroponik sistemde yetiştirilen (HSY) yem, tepsilerden alınarak hayvanın önüne sunulmaktadır. Üretilen bu yemin kök kısmının ve yeşil aksamının ne kadar besin maddesi içerdiği veya besin maddelerindeki değişime yönelik bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu çalışmada HSY yeşil yemin çim, kök ve çim+kök kısımları ayrı ayrı ele alınmıştır.

Bu araştırma, yılın her anında, hava koşullarına bağlı olmaksızın hayvanların yeşil yem ihtiyacının karşılanması amacıyla, hidroponik ortamda yetiştirilen arpa çiminin, geleneksel olarak topraklı tarımda yetiştirilen arpa tahılı, arpa hasılı, ve arpa hasılı silajına göre besin maddesi farklılıklarının ve nispi yem değerlerinin karşılaştırılması, amacıyla yürütülmüştür. Ayrıca hidroponik yeşil yemin

kısımlarını (çim, kök ve çim+kök) karşılaştırmak amacıyla ayrı ayrı incelenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Materyal

Araştırmanın yem materyalini arpa (*Hordium vulgare* L.) tahılı (Tarm-92), arpa hasılı, arpa hasılı silajı ve hidroponik yeşil yem oluşturmuştur. Hidroponik yeşil yem; çim, kök ve çim+kök olarak ayrı ayrı ele alınmıştır. Hidroponik sistemde kullanılan makine Kayseri NOVATOM işletmesine aittir. Makineler sabit ve mobil olarak imal edilmektedir.

2.2. Yöntem

Araştırma, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde ve Kayseri'de özel bir işletmede (NOVATOM) yürütülmüştür. Çalışmanın esasını oluşturan yem materyalleri topraklı yetiştirme sistemi (TYS) ve HYS olmak üzere iki farklı sistemle üretilmiştir. Araştırma materyali orijinal arpa (Tarm-92) tahılının bir kısmı analizler için, bir kısmı HYS yeşil yem üretimi için, geri kalanı da YYS için ayrılmıştır. Topraklı sistemde; Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği arazisine (K 39° 25' 47" D 32° 29' 24" Desimal Enlem: 39.43° Boylam: 32.49°, Rakım: 1190 metre) 7 Ekim 2013 tarihinde ekimi yapılan arpa, 2014 yılı Temmuz başlarında hasıl olarak biçilmiştir. Arpa hasılının bir kısmı besin madde analizleri için ayrılmış, geri kalan kısmı ise 1.5-2 cm boyutlarında kıyılarak 2.5 Lt'lik laboratuvar tipi kaplarda 70 gün süreyle 3 tekerrürlü olarak silolanmıştır.

Hidroponik çim üretiminde ise; 2 kg arpa bir tank içerisinde bir gece suda bekletilmiş, ertesi gün (105 × 65 × 3 cm) plastik tepsilere ince bir tabaka halinde yayılmış, tepsiler raylı raflara yerleştirilmiştir.

İnkübasyon odasının sıcaklığı 18-21 °C arasında tutulmuştur. Hava sirkülasyonu ile nispi nem %70 civarında ayarlanmıştır. 54 W lambalar kullanılmış, lambalar günde 14 saat açık 10 saat kapalı tutulmuştur. Büyüme süresince tahılın nemini sağlamak için içerisinde ozon bulunan su tepsilerin üzerine sprey sistemiyle 10 dakikada 20 saniye süreyle püskürtülmüştür. Tepsilerdeki delikler fazla suyun drenajını sağlamaktadır. Çim üretimi 8 günde gerçekleştirilmiştir. 1. gün ıslatılan arpa, 2. gün çatlamaya, 3. gün filizlenmeye 4. gün çimlenmeye başlamış, çimlenme 7 veya 8. günde tamamlanmıştır. Çimler yaklaşık 17-20 cm uzunluğa kadar ulaşmıştır. 2 kg arpadan yaklaşık 17,5 kg çim elde edilmiştir. 8. günde çimler kökleriyle beraber tepsilerle analiz için laboratuvara getirilmiştir. Ayrıca hidroponik yeşil yemin çim(yeşil aksam), kök ve çim +kök kısımları ayrılarak her biri için öncelikle kuru madde (KM) analizi yapılmış sonra, diğer analizler için 48 °C de 2 gün süreyle kurutulmuştur.

2.3. Analizler

Denemede yem materyali olarak kullanılan orijinal arpa, arpa hasılı ve silajı ile hidroponik yeşil yemin ile hidroponik yeşil yemin çim, kök ve çim+kök kısmının ayrı

ayrı besin madde analizleri (KM, ham protein; HP, ham yağ; HY, ham kül; HK) AOAC (1980)'ya göre, nitrojensiz öz maddeler (NÖM) ise hesaplama yoluyla belirlenmiştir. Yem materyallerinin hücre duvarı bileşenleri (ham selüloz; HS, ADF ve NDF, asit deterjan lignin; ADL) selüloz analiz (ANKOM A 2001 fiber analyzer) cihazında Van Soest (1991) yöntemine göre belirlenmiştir. Suda kolay çözünür karbonhidrat (SÇK) içeriği, Dubois ve ark. (1956)'a göre belirlenmiştir. Her analiz 3 tekerrürlü olarak yapılmıştır.

NYD, Van Dyke ve Anderson (2000)'tarafından geliştirilen eşitliklerle hesaplanmıştır. NYD hesaplamak için öncelikle sindirilebilir sindirilebilir kuru madde (SKM), ADF değerinden aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır.

$$\%SKM = 88,9 - (0,779 \times \%ADF)$$

Hayvanın kuru madde tüketiminin (KMT) hesaplanmasında NDF değerinden yararlanılmıştır.

$$\%KMT = 120 / NDF$$

KMT'nin hesaplanmasında kullanılan 120 değeri, yonca temeline dayalı süt ineklerinin rasyonlarındaki maksimum yem tüketiminin, her 100 kg vücut ağırlığı için

1.2 kg NDF tüketiminde gerçekleştiğini gösteren sabit bir değerdir.

$$NYD = (\%SKM) \times (\%KMT) \times (0,775)$$

Yemlerin metabolize enerji (ME) ve net enerji laktasyon (NEL) değerleri;

$$ME, \text{kcal/kg KM} = 3188 - 25,81 \times ADF,$$

$$NEL, \text{kcal/kgKM} = (2,0407 - 0,0175 \times ADF)$$

Formülleri kullanılarak hesaplanmıştır.

2.4. İstatistik analiz

Denemede elde edilen sonuçlar ve ortalamalar arasındaki farklılıklar SPSS paket programı kullanılarak tek yönlü varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi yardımıyla değerlendirilmiştir (Düzgüneş ve ark. 1987).

3. Bulgular ve Tartışma

Araştırmaya konu olan arpa, arpa hasılı, arpa hasılı silajı ve hidroponik çim ve kısımlarına ait besin madde içerikleri Tablo 1'de, nişasta ve SÇK, NDF, ADF ve ADL içeriği Tablo 2'de, ME, NEL, SKM, KMT ve NYD leri ise Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 1. Topraklı sistem ve hidroponik sistemle yetiştirilen arpa ve yeşil yemlerinin besin madde kompozisyonu (% 100 KM)

Yem	KM (taze halde)	HP	HY	HK	HS	NÖM
HÇ	17,94 ± 0,31b	20,39 ± 0,42a	3,86 ± 0,22a	3,91 ± 0,02c	13,88 ± 0,13c	57,96 ± 0,40d
Arpa	88,22 ± 0,24a	12,08 ± 0,05b	2,11 ± 0,03d	2,27 ± 0,02d	5,44 ± 0,03d	78,10 ± 0,09a
Arpa hâsılı	18,37 ± 0,39b	8,43 ± 0,33d	2,91 ± 0,04c	5,47 ± 0,07a	21,78 ± 0,27a	61,41 ± 0,42c
Arpa Silajı	14,11 ± 0,08c	9,10 ± 0,29c	3,03 ± 0,07b	4,74 ± 0,26b	19,80 ± 0,31b	63,33 ± 0,36b
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hidroponik yeşil yem						
Kök	6,51 ± 0,17c	14,68 ± 0,20c	4,13 ± 0,17a	2,68 ± 0,19c	23,27 ± 0,06a	55,24 ± 0,33b
Çim	8,35 ± 0,14b	31,16 ± 0,75a	2,90 ± 0,05c	5,94 ± 0,40a	9,24 ± 0,10c	50,76 ± 0,41c
Çim+kök	17,94 ± 0,31a	20,39 ± 0,42b	3,86 ± 0,22b	3,91 ± 0,02b	13,88 ± 0,13b	57,96 ± 0,40a
P	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001	<0,001

KM= kuru madde, HP= ham protein, HY= ham yağ, HS= ham selüloz, HK= ham kül, NÖM= nitrojensiz öz madde, HÇ = hidroponik çim
a,b,c. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark vardır **($p < 0,01$).

Tablo 2. Topraklı sistem ve hidroponik sistemle yetiştirilen arpa ve yeşil yemlerinin karbonhidrat ve hücre duvarı bileşenleri (% 100 KM)

Yem	KM (taze halde)	HP	HY	HK	HS	NÖM
HÇ	17,68 ± 0,12 ^b	7,68 ± 0,23 ^a	40,56 ± 0,68 ^{ab}	19,65 ± 0,11 ^d	4,36 ± 0,59 ^b	17,68 ± 0,12 ^b
Arpa	58,2 ± 0,31 ^a	3,91 ± 0,14 ^c	39,80 ± 1,01 ^b	25,07 ± 0,06 ^c	0,52 ± 0,03 ^c	58,2 ± 0,31 ^a
Arpa hâsılı	1,81 ± 0,19 ^c	2,23 ± 0,13 ^d	41,75 ± 0,69 ^a	32,74 ± 0,22 ^a	6,02 ± 0,1 ^a	1,81 ± 0,19 ^c
Arpa Silajı	1,26 ± 0,03 ^d	4,89 ± 0,28 ^b	37,91 ± 0,32 ^c	30,14 ± 0,58 ^b	5,89 ± 0,22 ^a	1,26 ± 0,03 ^d
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hidroponik yeşil yem						
Kök	28,49 ± 0,16 ^a	8,71 ± 0,22 ^a	54,34 ± 0,81 ^a	27,22 ± 0,59 ^a	4,15 ± 0,25 ^a	28,49 ± 0,16 ^a
Çim	10,45 ± 0,06 ^c	6,97 ± 0,06 ^c	29,6 ± 0,67 ^c	10,85 ± 0,75 ^c	1,54 ± 0,05 ^b	10,45 ± 0,06 ^c
Çim+kök	17,68 ± 0,12 ^b	7,68 ± 0,23 ^b	40,56 ± 0,68 ^b	19,65 ± 0,11 ^b	4,36 ± 0,59 ^a	17,68 ± 0,12 ^b
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001

KM= kuru madde, HP= ham protein, HY= ham yağ, HS= ham selüloz, HK= ham kül, NÖM= nitrojensiz öz madde, HÇ = hidroponik çim
a,b,c. Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark vardır **($p < 0,01$).

Taze halde en yüksek KM arpa danesinde bulunurken, en düşük değer silajda elde edilmiştir. HSY yeşil yemin KM içeriği arpa ve hasılına göre daha düşük olmuştur ($P < 0,01$). Çalışmada arpa için belirlenen KM içeriği

(%88.22), Hinton (2007)'un (%88) bildirdiği değerle uyumludur. Bu çalışmada arpa silajının KM si Kiraz ve Kutlu (2016)'nun arpa silajı için belirlediği (%28.70) değerden daha düşüktür. HYS üretilen yeşil yemin taze

halde KM içeriği, topraklı sistemle yetiştirilen arpa hasılına yakın bir değer almıştır. Karaşahin (2014) hidroponik arpanın KM içeriğini (%13.0-16.8) çalışmada belirlenen değerden daha düşük bulmuşlardır. Topraklı sistemle yetiştirilen arpa hasılına yakın

Adıyaman ve Ayhan (2011) % 37.96, Kiraz ve Kutlu (2016), ise %31.73 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar mevcut çalışmadan (%18.37) daha yüksektir. Bu farklılık, bitki çeşidi, iklim, toprak yapısı, bölge, hasat zamanı gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Tablo 3. Topraklı sistem ve hidroponik sistemle yetiştirilen arpa ve yeşil yemlerinin enerji ve nisbi yem değerleri (% 100 KM)

Yem	KM (taze halde)	HP	HY	HK	HS	NÖM
HÇ	2,68 ± 2,92 ^a	1,70 ± 0,01 ^a	73,59 ± 0,09 ^a	2,96 ± 0,05 ^b	168,91 ± 3,04 ^a	2,68 ± 2,92 ^a
Arpa	2,54 ± 1,44 ^b	1,60 ± 0,01 ^b	69,95 ± 0,04 ^b	3,02 ± 0,08 ^{ab}	162,09 ± 5,03 ^b	2,54 ± 1,44 ^b
Arpa hâsılı	2,34 ± 5,56 ^d	1,47 ± 0,01 ^d	63,39 ± 0,17 ^d	2,88 ± 0,05 ^c	141,33 ± 2,45 ^d	2,34 ± 5,56 ^d
Arpa Silajı	2,41 ± 15,08 ^c	1,51 ± 0,01 ^c	65,42 ± 0,46 ^c	3,17 ± 0,03 ^a	160,54 ± 2,16 ^c	2,41 ± 15,08 ^c
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Hidroponik yeşil yem						
Kök	2,49 ± 15,22 ^c	1,56 ± 0,01 ^c	67,69 ± 0,46 ^c	2,21 ± 0,03 ^c	115,96 ± 2,49 ^c	2,49 ± 15,22 ^c
Çim	2,92 ± 19,41 ^a	1,85 ± 0,01 ^a	80,45 ± 0,59 ^a	4,06 ± 0,09 ^a	253,2 ± 6,92 ^a	2,92 ± 19,41 ^a
Çim+kök	2,68 ± 2,92 ^b	1,7 ± 0,01 ^b	73,59 ± 0,09 ^b	2,96 ± 0,05 ^b	168,91 ± 3,04 ^b	2,68 ± 2,92 ^b
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,001	<0,001

KM= kuru madde, HP= ham protein, HY= ham yağ, HS= ham selüloz, HK= ham kül, NÖM= nitrojensiz öz madde, HÇ = hidroponik çim
^{a,b,c} Aynı sütunda farklı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli fark vardır **($p < 0.01$).

Hidroponik yeşil yeminin doğal halde KM içeriği kök, çim ve çim + kök de sırasıyla; % 6,51, 8,35 ve 17,94 olarak belirlenmiştir. Gruplar arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P < 0.01$). Hidroponik yeşil yemin özellikle kök kısmında su içeriği oldukça yüksektir ($P < 0.01$). En yüksek KM içeriği çim +kök de belirlenmiştir. Hidroponik çim +kök için belirlenen bu değer hidroponik sistemde 7. günde, Gebremedhin (2015)'nin (%14.2) ve Fazaeli ve ark (2012)'nin (%13.3), Sneath ve McIntosh (2003)'nin (%11.9) belirlediği değerlerden daha yüksek, Abdullah (2001)'nin belirlediği (18.6%) değere yakın bulunmuştur. KM esaslı üzerinden yemlerin besin madde içerikleri bakımından gruplar karşılaştırıldığında, en yüksek HP içeriği HSY yeşil yemde, en düşük HP içeriği ise TYS arpa hasılında belirlenmiştir. HP içeriği bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P < 0.01$).

Arpa için belirlenen HP içeriği Hinton (2007) (%10 HP)'un bulgularından yüksektir. Çalışmada TSY arpa hasılına yakın HP içeriği (%8.43) Adıyaman ve Ayhan (2011) Arpa hasılı için belirledikleri (% 10.22) değerden düşük, Kiraz ve Kutlu (2016)'nın belirledikleri (%7.81) değerden yüksek bulunmuştur. Aradaki farklılıklar çeşit, iklim, toprak yapısı ve hasat zamanına bağlı olmakla birlikte KM içeriğindeki farklılıktan da kaynaklanabilir. Bu çalışmanın sonuçlarına benzer şekilde farklı araştırmacılar tarafından arpa hasılına yakın HP, HY ve HK sırasıyla % 8.2, % 2.7, % 5.5, (Canpolat, 2012) ve HP içeriği % 8.77, (Kiraz ve Kutlu, 2016), olarak rapor edilmiştir. Dunk ve ark (2010) KM esaslı üzerinden hidroponik çimin orijinal tahıla kıyasla HP, kül, karbonhidratlar bakımından daha zengin olduğunu da belirtmişlerdir. TYS e göre HSY de arpa yeşil yemin HP içeriği artmıştır.

HSY yeşil yemin çim kısmının HP içeriği (%31.16) kök ve çime + kök kısmına kıyasla önemli derecede yüksek bulunmuştur ($P < 0.01$). Benzer şekilde Schoenian (2013),

hidroponik yeşil yemin tüm çiftlik hayvanları için taze, lezzetli ve besleyici olduğunu, KM esaslı üzerinden %21 HP içerdiğini belirtirken, Abdullah (2001) ise hidroponik arpa çimi için belirlediği HP (19.7%) bu çalışmanın çim+kök için belirlenen sonucu ile uyumludur. Bu araştırmanın aksine Gebremedhin (2015)'in çim (tamamı) için belirlediği değer (% 14.44) düşüktür. Sneath, ve McIntosh (2003), hidroponik arpanın HP içeriğinin %11.38-24.9 arasında olmasının ideal olduğunu, protein değerlerinin yüksek olmasının arpa filizlerinin fotosentez yapmasından ve kuru madde kaybından ileri geldiğini belirtmektedir. Bu çalışmanın bulgularına göre çim'e ait HP düzeyi araştırmacıların belirlediği sınırların üzerinde bulunmuştur. En düşük HP içeriği kök kısmında belirlenmiştir. Morgan ve ark. (1992)'e göre kökler uzadıkça mineralleri tüketmesine bağlı olarak çimlenmenin 4. gününden sonra kök kısmının HP ve kül içeriği toplam kısma (çim+kök) göre hızla değişmektedir. Tahılların çimlenmesinin enzim aktivitesini etkilediği, amino asit profilini değiştirdiği ve toplam proteini arttırdığı belirtilmektedir. Proteindeki artış, filizlenme sırasında solunum için karbondioksit kullanımına bağlı olarak KM' deki düşüşün bir sonucu olarak değerlendirilmektedir (Chavan ve Kadam,1989; El-Morsy ve ark. 2013).

Çalışmada en yüksek HY içeriği hidroponik yeşil yemde, en düşük ise arpa tahılında (%2.11) belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur. Bu çalışmada arpa silajının HY içeriği (%3.03) Kiraz ve Kutlu (2016) arpa silajı için belirlediği HY (%2.19) değerinden daha yüksek bulunmuştur. Arpanın hidroponik sistemle yetiştirilmesi HY içeriğinin artmasına neden olmuştur. Fazaeli ve ark (2011) arpa tahılına (%1.9) kıyasla hidroponik arpanın HY (%2.25) içeriğinin arttığını belirttikleri çalışmaları sonucu destekler niteliktedir.

Hidroponik yeşil yemin kök kısmı, çim ve çim+kök

kısına göre daha yüksek HY içeriğine sahip olmuştur ($P<0.01$). Bu çalışmada hidroponik yeşil yemin çim+kök için belirlenen HY (%3.86) sonucu benzer şekilde bir çok araştırmacı tarafından hidroponik arpa yeşil yeminin değerleri %3.86 (Fazaeli, ve ark. 2012), %3.72 (Reddy ve ark.1988), %3.4 (Intissar ve Eshtayeh 2004) olarak belirlenmiştir. Kardeşahin (2014), farklı tohum miktarları ile üretilen hidroponik arpa hasılında HY içeriğinin %2.44-2.67 arasında değiştiğini belirtirken, Pear ve Leeson (1985) hidroponik arpanın HY içeriğini (%5) bu çalışmadan daha yüksek bulmuştur.

HK içeriği arpa hasılında en yüksek bulunurken, en düşük HK içeriği arpa danesinde belirlenmiştir ($P<0.01$). Hidroponik yemin HK içeriği arpaya göre artmıştır. Kiraz ve Kutlu (2016) arpa silajının HK içeriğini (%7.62) bu çalışmadan daha yüksek belirlemişlerdir.

Hidroponik arpanın çim kısmı (%5.94), kök ve çim+kök kısmına kıyasla en yüksek değere sahip olmuş ve aralarındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Intissar ve Eshtayeh (2004) hidroponik arpa çiminde HK düzeyini %3.6 olarak belirlemiştir. Bu sonuç çim+kök için belirlenen sonuca benzerlik göstermektedir. Hidroponik yeşil yemin kök kısmının HK içeriğinin düşmesi, kökler uzadıkça minerallerin tüketildiğini belirten Morgan ve ark. (1992)'ın görüşünü doğrulamaktadır.

Bu çalışmada en yüksek HS içeriği arpa hasılında, en düşük HS içeriği ise orijinal arpa tahılında belirlenmiştir ($P<0.01$). Hidroponik yeşil yemin HS içeriği TYS arpa hasılı ve silajına göre daha düşük olmuştur. Gruplar arasındaki farklılık önemli olmuştur ($P<0.01$). Kiraz ve Kutlu (2016) arpa silajının HS içeriğini (%30.66) bu çalışmada belirlenenden daha yüksek bulmuşlardır.

Bu çalışmada hidroponik arpa yeşil yeminin en yüksek HS içeriği kök kısmında (%23.27), en düşük HS içeriği ise çimde (%9.24) belirlenmiş, çim+kök ise (%13.88) bu ikisi arasında bir değer almıştır ($P<0.01$). Çim+kök için belirlenen sonuç bazı araştırmacılar tarafından hidroponik arpa için belirlenen % 13.5 (Gebremedhin,2015) ve %13.2 (Abdullah, 2001) sonuçları ile uyumlu olmuştur. Bazı araştırmacıların ise hidroponik arpa için belirlediği HS değerleri; % 14.3 (Reddy ve ark. 1988) ve % 16.33 (Intissar ve Eshtayeh, 2004) ise mevcut çalışmanın çim+kök kısmından daha yüksek bulunmuştur. Chung ve ark. (1989) arpada %3.75 olan selülozun 5 günlük filizlerde %6 ya çıktığını bildirmişlerdir. Hidroponik arpanın özellikle kök kısmında HS içeriğinin yüksek olması, arpanın çimlenmesi süresince yapısal karbonhidratların sentezlenerek lif yapısının artmasının bir sonucudur.

Çalışmada en yüksek NÖM içeriği TSY arpada, en düşük ise HSY yeşil yemde belirlenmiştir, tüm gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.01$).

HSY arpa yeşil yeminin tüm kısımlarında NÖM içeriği (%50,76-57,96 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar Gebremedhin (2015) (%64.66) ve Reddy ve ark (1988)'nin yeşil çime ait bulgularına (%62.12) kıyasla daha düşüktür.

En yüksek nişasta içeriği arpada, bunu HSY yeşil yem izlemiştir, en düşük ise topraklı sistemle yetiştirilen hasıl silajı ve hasılında belirlenmiştir ($P<0.01$). HSY yeşil yemin nişasta içeriği arpaya kıyasla önemli derecede düşmüştür ($P<0.01$). Suda çözünür karbonhidrat içeriği ise aksine HYS yeşil yemde TYSne göre artmıştır. Lorenz (1980)'e göre tahılların çimlenmesi sırasında enzim aktivitesinde artış olmakta, bunun sonucunda nişasta şekere dönüşmekte ve KM de azalma, HP, HY, HS, vitamin ve mineral miktarında da belirgin bir artış görülmektedir.

SÇK ve nişasta bakımından hidroponik yeşil yemin aksamları arasında en yüksek değer kök kısmında en düşük değer ise çim kısmında belirlenmiştir. Fazaeli ve ark. (2012) hidroponik arpa da SCK (%6.73) olarak belirlemiştir. Bu sonuç mevcut çalışmada hidroponik çim (%6.97) için belirlenen değere benzerlik gösterirken kök, çim+kök için belirlenen değerden daha düşük olmuştur.

NDF düzeyi en yüksek TYS de arpa hasılında belirlenmiştir ($P<0.01$). HSY yeşil yemi ile arpa ve arpa hasılı arasındaki farklılık önemsiz olmuştur. Ancak bu ikisi diğer gruplardan önemli derecede farklı bulunmuştur ($P<0.01$). ADF ve ADL ise arpa hasılında en yüksek olurken, en düşük ADF HSY yeşil yemde, en düşük ADL ise arpa tahılında belirlenmiştir ($P<0.01$). Canpolat, (2012) arpa hasılında (topraklı sistem) ADF yi (%29.8) bu çalışmadan daha düşük, NDF yi ise (%53.1) daha yüksek bulmuştur. Kiraz ve Kutlu (2016) ise arpa hasılı silajının NDF (%57.62) ve ADF (%35.41) düzeyini çalışmadakinden daha yüksek belirlemiştir. Bu farklılıklar, bitkinin çeşidi, biçim zamanı, toprak yapısı, iklim, silolama işlemi gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Çalışmada HSY arpa yeşil yeminin kök kısmında NDF ve ADF en yüksek olurken, çim kısmı en düşük değere sahip olmuştur. Çim+kök kısmı bu ikisi arasında bir değer almıştır. Tüm kısımlar arasındaki farklılık önemli olmuştur ($P<0.01$). ADL ise çim+kök ile kök kısmında en yüksek, çim kısmında en düşük olmuştur ($P<0.01$). Çimde liflenmenin düşük olması, aksine kök kısmında filizlenmeye bağlı olarak lif yapısının artması hücre duvarı yapısal bileşenlerinin artmasına neden olmuştur. Kardeşahin (2017) farklı tohum miktarları ile yaptığı çalışmada hidroponik arpanın ADF, NDF ve ADL düzeylerinin sırasıyla; %21.57-23.74; 40.94-44.05; 4.89-7.04 arasında değiştiğini belirlemiştir. HYS de arpa yeşil yeminin ADF içeriği TYS ne göre daha düşük bulunmuştur.

ME, NEL ve KMS değerleri en yüksek hidroponik yeşil yemde, en düşük ise arpa hasılında belirlenmiştir. Bu özellikler bakımından gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.01$). Hidroponik yeşil yemin ME, NEL ve KMS içerikleri TYS ne (orijinal arpa, hasılı ve silajı) göre artış göstermiştir ($P<0.01$). Hinton (2007)'un yaptığı çalışmada arpa çimi için belirlenen ME (11 MJ /kg KM) değeri, bu çalışmada hidroponik yeşil yem için belirlenen ME (2.68 Mcal/kg KM (11.22 MJ/kg)) değeri ile benzerlik taşımaktadır. Schoenian (2013), hidroponik yeşil yemin

ME içeriğini (2.6 Mcal /kg KM) bu çalışmanın bulgularına benzer bulunmuştur.

HSY yeşil yemin çim, kök ve çim+kök kısımları kıyaslandığında, ME, NEL ile ADF den hesaplanan KMS değeri bakımından en yüksek değer çim kısmında, en düşük değerin ise kök kısmında olduğu saptanmıştır ($P<0.01$). Morgan ve ark (1992) hidroponik sistemle 8 günde ürettikleri arpa çiminin tamamının (kök+çim) (10.7 MJ /kgKM) ve kök kısmının ME içeriğini (8.4 MJ/kgKM ME) bu çalışmadan daha düşük belirlemiştir. Araştırmacılar hidroponik sistemde 4. güne kadar çimin tamamında (çim+kök) ve kök kısmında ME içeriği aynı olmasına rağmen 4. günden sonra kök kısmında enerji kaybının %20 den fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bu sonuç mevcut çalışmanın bulguları ile benzerlik göstermektedir. Aynı durum NEL için de görülmektedir. Peer ve Leeson (1985), köklenme süresince enerji içeriğinin düştüğünü bu düşüşün nedeninin köklerde liflenmenin artmasının ve sindirilebilirliğin azalmasının bir sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Hidroponik yeşil yemin kök kısmında NDF, ADF ve ADL değeri de yüksektir, bu da enerjinin düşük olmasına ve KMS'nin düşmesine neden olmuştur. Van Soest, (1994), ADF nin yüksek düzeyi, sindirimi yavaşlattığından, rasyonda düşük düzeyde olması gerektiğini belirtmektedir.

KMT TYS de arpa silajında daha yüksek, hasılında ise düşük bulunmuştur. KMT bakımından HSY yeşil yemi ile arpa tahılı arasında önemli farklılık saptanmamıştır ($P<0.01$). NYD bakımından hidroponik yeşil yem TYS e göre en yüksek değere sahip olmuştur ($P<0.01$). ADF, NDF (silaj hariç) ve ADL düzeyinin hidroponik yeşil yemde düşük olması, SKM miktarının yüksek olmasına dolayısı ile NYD nin artmasına neden olmuştur.

Hidroponik sistemde kök, çim ve çim+kök aksamaları arasında, KMT ve NYD bakımından en iyi sonuç çim kısmında en düşük ise kök kısmında belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($P<0.01$). NYD metodu, yemlerin kalite farkını rakamsal değerlerle daha açık görmemizi sağlayan bir metoddur. NYD, yem kalitesini belirlerken yemin protein içeriği hakkında bilgi vermez. Bu nedenle yem HP içeriği ile birlikte değerlendirilmesi gereklidir. HYSde, çim ile çim+kök kısmının HP bakımından zengin, HS ADF ve NDF içeriklerinin düşük olması NYD nin artmasına neden olmuştur. Kök kısmının NDF içeriği oldukça yüksektir. Bu da yem değerini düşürmüştür. Nitekim Van Soest, (1994)'a göre, yemdeki yüksek NDF, ADF ve ADL düzeyi sindirimi yavaşlattığından fiziksel olarak hayvanda tokluk hissi uyandırmakta ve hayvanın yem tüketimini sınırlamaktadır. Araştırmada kullanılan tüm yem materyallerinin NYD 100'ün üzerinde olduğundan iyi olarak kabul edilir. Ancak kalite açısından bir sıralama yapıldığında; hidroponik yeşil yem > arpa tahılı > arpa silajı > arpa hasılı, hidroponik kısımlarında ise; çim> çim+kök > kök şeklindedir.

Sonuç olarak; Bu çalışmada hidroponik yeşil yem üretiminde, arpanın besin madde içeriği TYS (arpa, hasılı

ve silajına) göre iyileşmiş, enerji değeri yükselmiş, SKM ve NYD değeri artmıştır. NYD ele alınmasının nedeni, bu yöntemde sadece yemlerin kimyasal değerleri kullanılarak kısa bir zamanda hesaplandığı için pratik olmasındandır. HSY yeşil yemde ise en iyi sonuç (HP, HK, ADF, NDF, ADL ME, NEL, KMS, KMT ve NYD bakımından) çim kısmında görülmüş bunu çim+kök izlemiştir. Nişasta, SÇK ve HY bakımından da kök kısmı iyi bir değer göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışmanın yürütülmesinde, hidroponik yeşil yem üretimi için yeşil yem makinesinin kullanılmasına destek veren NOVATOM işletmesine ve yöneticilerine teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Abdullah A. 2001. Nutritive value of barley fodder grown in a hydroponics system. Master thesis, University Putra, Malaysia.
- Adıyaman E, Ayhan V. 2011. Broiler altlığı ile bazı buğdaygil yem bitkilerinin silolanma olanakları. Hayvansal Üretim 52(2): 29-38.
- Al-Karaki GN, Al-Hashimi M. 2012 Green fodder production and water use efficiency of some forage crops under hydroponic condition. Intern Schol Res Network DOI: 10.5402/2012/924672.
- AOAC. 1990. Association of official analytical chemists. Official Methods of analysis, 15th (Ed.), Vol.1. AOAC, Washington, DC, 69-79.
- Ball DM, Hoveland CS, Lacefield GD. 1996. Forage quality. In: Southern Forages (2nd edition). Potash & Phosphate Institute and Foundation for Agronomic Res Norcross, GA, 124-132.
- Canpolat Ö. 2012. Bazı kaba yemlerin in vitro gaz üretimi, sindirilebilir organik madde, nisbi yem değeri ve metabolik enerji içeriklerinin karşılaştırılması. Kafkas Üniv Vet Fak Derg, 18(4): 571-577.
- Carruthers S. 2003. Green Feed. Livestock Fodder Shed. Retrieved from <http://owll.massey.ac.nz/referencing/apa-interactive.php>
- Chavan J and Kadam, SS. 1989. Nutritional improvement of cereals by sprouting. Critical Rev Food Sci Nutri, 28(5): 401-437.
- Chung T, Nwokolo EN, Sim JS. 1989. Compositional and digestibility changes in sprouted barley and canola seeds. Plant Foods Hum Nutri, 39: 267-278
- Dubois M, Giles KA, Hamilton JK, Rebes PA, Smith F. 1956. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. Anal Chem, 28: 350-356.
- Dung DD, Goodwin IR, and Nolan JV. 2010. Nutrient content and in sacco digestibility of Barley grain and sprouted Barley. J Anim Vet Adv, 9(19): 2485-2492.
- Düzgüneş O, Kesici T, Kavuncu O, Gürbüz F. Araştırma ve Deneme Metodları (İstatistik Metodları II). A. Üniv Zir Fak Yay: 1021/295, Ankara, 1987.
- El-Morsy AT, Abul SF and Emam MS. 2013. Localized hydroponic green forage technology as a climate change adaptation under Egyptian condition. J Agri Biol Sci, 9(6): 341-350.
- Fazaeli H, Golmohammadi H, Shoayee AA, Montajebi N, Mosharraf Sh. 2011. Performance of feedlot calves fed hydroponics fodder barley. J Agri Sci Technol, 13: 367-375.
- Fazaeli H, Golmohammadi HA, Tabatabayee SN and Asghari TM. 2012. Productivity and nutritive value of barley green fodder

- yield in hydroponic system. *Iran World Appl Sci J*, 16(4): 531-539.
- Gebremedhin WK. 2015. Nutritional benefit and economic value of feeding hydroponically grown maize and barley fodder for Konkan Kanyal goats. *J Agri Vet Sci*, 8(7): 24-30.
- Hinton DG. 2007. *Supplementary Feeding of Sheep and Beef Cattle*. Collingwood. Australia: Landlinks Press.
- Intissar F, Eshtayeh A. 2004. A new source of fresh green feed (Hydroponic barley) for Awassi sheep. Master in environmental sciences, faculty of graduate studies, at An-Najah National University, Nablus, Palestine,
- Karavaşin M. 2014. Kaba yem kaynağı olarak hidroponik arpa çimi üretiminde kuru madde ve ham protein verimleri üzerine farklı uygulamaların etkileri. *SDÜ Zir Fak Derg*, 9(1): 27-33.
- Karavaşin M. 2017. Farklı tohum miktarlarının hidroponik arpa çimi üzerine etkileri. *Iğdır Üniv Fen Bilim Enst Derg*, 7(4): 63-68.
- Kirazı AB, Kutlu HR. 2016. Arpa silajının ham besin madde içerikleri üzerine rekombinant inokulant katkısının etkileri. *Harran Tar Gıda Bilim Derg*, 20(2): 105-118.
- Lorenz K. 1980. Cereal sprouts composition, nutritive value, food applications. *Crit Rev Food Sci Technol*, 13(4): 353-385.
- Marsico G, Micera E, Dimatteo S, Minuti F, Vicenti A., Zarrilli A. 2009. Evaluation of animal welfare and milk production of goat fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *Ital J Anim Sci*, 8(2): 625-627.
- Miller BF. 1977. Effects of sprouting on nutritional value of wheat. National Conference Wheat Utilization Researchers, Tuscon, Arizona.
- Miscera E, Ragni M, Minuti F, Rubino G, Marisco G, Zarrilli A. 2009. Improvement of shhep welfare and milk production fed on diet containing hydroponically germinating seeds. *Ital J Anim Sci*, 8 (2): 634-636.
- Morgan J, Hunter RR, O'Haire R. 1992. Limiting factors in Hydroponic barley grass production. In *Proceedings of the 8th International Congress on Soilles culture*. Hunter's Rest. South Africa.
- Moore JE, Undersander DJ. 2002. Relative Forage Quality: An alternative to relative feed value and quality index. In *Proceedings of the 13th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, 10-11 January, Gainesville.
- Tremblay M. 1998. A tool for determining alfalfa quality. *Saskatchewan Agriculture and Food*. Saskatchewan.
- Peer DJ, Leeson S. 1985. Feeding value of hydroponically sprouted barley for poultry and pigs. *Anim Feed Sci Technol*, 13: 83-190.
- Rebolé A, Alzueta C, Ortiz LT, Baro C, Rodríguez ML, Caballero R. 2004. Yields and chemical composition of different parts of the common vetch at flowering and at two seed filling stages. *Spanish J Agric Res*, 2 (4): 550-557.
- Reddy GV, Reddy MR, Reddy, KK. 1988. Nutrient utilization by milk cattle fed on rations containing artificially grown fodder. *Indian J Anim Nutri*, 5(1): 19-22.
- Richardson C. 2001. Relative feeding value (RFV), an indicator of hay Quality. *OSO Extension Fact F2117*. <http://clay.agr.okstate.edu/alfalfa/webnews/quality3.htm>
- Rodriguez-Muela C, Rodriguez HE, Ruiz O, Flores A, Grado JA, Arzola C. 2004. Use of green fodder produced in hydroponic system as supplement for lactating cows during the dry season. In the *Proceeding of the American Society of Animal Science*, pp: 271-274.
- Schoenian S. 2013. Small ruminant info sheet. *Hydroponic Fodder*. <http://www.sheepandgoat/articles/hydrofodder.html>.
- Sneath R, McIntosh F. 2003. Review of hydroponic fodder production for beef cattle. Queensland Government, Department of primary Industries, Dalby, Queensland 84. McKeehen, pp: 54.
- Tudor G, Darcy T, Smith P, Shallcross F. 2003. The intake and live weight change of drought master steers fed hydroponically grown, young sprouted barley fodder (Autogress) Department of Agriculture Western Australia. Page8.
- Van Dyke NJ, Anderson PM. 2000. Interpreting a forage analysis. Alabama cooperative extension. Circular ANR-890
- Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*, 74: 3583-3597.
- Van Soest PJ. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd Ed., Ithaca, NY: Cornell University Press.