

Farklı Gübreleme ve Yetiştirme Süresi Uygulamalarının Hidroponik Arpa (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) Çimi Üzerine Etkileri*

Muhammet KARAŞAHİN¹

ÖZET: Araştırma farklı gübreleme ve yetiştirme süresi uygulamalarının hidroponik arpa (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) çimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 15.02.2015 ile 15.08.2015 tarihleri arasında Karabük Üniversitesi Eskipazar Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü iklimlendirme odasında yürütülmüştür. Araştırma sonuçlarına göre farklı gübreleme uygulamalarında en yüksek yeşil yem verimi, ham protein kazancı, ham protein, ham yağ, ADF, metabolik enerji, N, Ca, Mg ve Fe içerikleri ile en düşük kuru madde kayıpları organik (O), inorganik (İ), ve ½ organik + ½ inorganik (O+İ), uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek ham kül, NDF, ADL, P ve Mn içerikleri İ uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek Cu, Zn ve Na değerleri ise İ ve O+İ uygulamalarından elde edilmiştir. Farklı yetiştirme süresi uygulamalarında en yüksek yeşil yem verimi, kuru madde kayıpları, NDF ve Na içerikleri 9 ve 10 gün uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek kuru madde oranı, ham protein kazancı, ham kül, ham yağ, Mn ve Zn içerikleri ise 6 gün uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek bitki boyu, kök uzunluğu, ham selüloz, ADF, Mg ve Fe içerikleri 10 gün uygulamalarından elde edilirken en yüksek metabolik enerji değerleri 6 ve 7 gün uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek Cu değerleri ise 9 gün uygulamasından elde edilmiştir. Yetiştirme süresi uzadıkça yeşil yem verimi ile birlikte kuru madde kayıpları artmakta ve ham protein kazançlarında azalma olmaktadır. Yüksek yeşil yem verimi ve ham protein kazançları ile düşük kuru madde kayıplarına sahip hidroponik yeşil arpa yemi üretimi için her üç (O, İ, O+İ) gübreleme uygulamaları tavsiye edilebilir niteliktedir. İnorganik gübrelerin insan ve çevre sağlığı üzerine olumsuz etkileri dikkate alındığında organik gübre uygulaması ön plana çıkmaktadır.

Anahtar kelimeler: Arpa çimi, gübreleme, hidroponik, yetiştirme süresi

The Effects of Different Fertilization and Growth Period Treatments on Hydroponic Barley (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) Grass

ABSTRACT: This research was conducted to determine the effects of different fertilization and growth period treatments on hydroponic barley (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) grass in the conditioning chamber of Karabük University Eskipazar Vocational School Crop and Animal Production Department between the dates of 15.02.2015 and 15.08.2015. According to the research results, in the different fertilization treatments the highest green fodder yield, crude protein gain, crude protein, crude fat, ADF, metabolic energy, N, Ca, Mg and Fe contents and the lowest dry matter losses were obtained from in the organic (O), inorganic (I), and ½ organic + ½ inorganic (O+I), treatments. The highest crude ash, NDF, ADL, P and Mn contents were obtained from I treatments and the highest Cu, Zn, and Na values were obtained from the I and O+I treatments. In the different growth period treatments the highest green fodder yield, dry matter losses, NDF and Na contents were obtained from the 9 and 10 days treatments. The highest dry matter rate, crude protein gain, crude ash, crude fat, Mn and Zn contents were obtained from the 6 days treatments. While the highest plant height, root length, crude fiber, ADF, Mg and Fe contents were obtained from 10 days treatments, the highest metabolic energy values were obtained from 6 and 7 days treatments. The highest Cu values were obtained from 9 days treatments. As growing period longer green fodder yield and dry matter losses are increases and crude protein gains decreases. All three fertilization (O, I, and O+I) treatments can be recommendable in order to produce hydroponic green barley fodder in which having high green fodder yield, crude protein gain and low dry matter losses. When the adverse effects of inorganic fertilizer on human health and the environment is taken into consideration organic fertilizer treatment become more important.

Keywords: Barley grass, fertilization, growth period, hydroponic

¹ Karabük Üniversitesi, Eskipazar MYO, Bitkisel ve Hayvansal Üretim, Karabük, Türkiye

² Sorumlu yazar/Corresponding Author: Muhammet KARAŞAHİN, mkarasahin@karabuk.edu.tr

*Bu çalışma TÜBİTAK tarafından desteklenen 114O702 No'lu projenin bir bölümünden oluşmaktadır.

GİRİŞ

Bitkisel üretimin besin eriyiklerinde veya besin eriyikleri ile beslenmiş katı ortamlarda gerçekleştirilmesi şeklinde tanımlanan topraksız yetiştiricilik, toprak dezenfeksiyonu ihtiyacını ortadan kaldırmasının yanında, bitkilerin kontrollü bir şekilde beslenmesi, su ve gübre kullanım etkinliğini arttırması, erkenci, homojen ve kaliteli yüksek verim sağlaması, otomasyonla iş gücünü azaltması, toprak kaynaklı sorunları ortadan kaldırması, toprakların yetersiz bulunduğu veya kalitesinin üretim için yeterli olmadığı yerlerde yetiştiricilik yapılmasına imkan tanınması, toprak ve yeraltı suyu kirliliğini önlemesi gibi önemli avantajlara sahiptir (Sevgican, 1989; Öztekin, 2002; Trejo-Tellez and Gomez-Merino, 2012). Bu sebeple topraksız ortamda bitkisel üretim gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır. Hidroponik üretimde verim ve kaliteyi etkileyen en önemli faktörler arasında besin solüsyonlarında bulunan element sayısı ve dozu yer almaktadır. Bu tür üretimde kullanılan en yaygın besin elementi karışımı arasında Hoagland and Arnon (1950)'un hazırlamış oldukları reçete yer almaktadır. Bu reçetede birçok bitki türü gelişimi için gerekli elementler uygun dozda bulunmaktadır. Bu sistemde kullanılan besin elementi çözeltileri kapalı sistemde geri besleme ile yeniden kullanılmaz veya açık sistemle dışarıya atılanlar geri dönüşüme tabi tutulmazsa ciddi çevre kirliliği ve ekosistem tahribatı söz konusudur. Günümüzde insanlar sağlıklarına ve çevreye karşı daha duyarlı davranmaktadırlar. Bunun sonucu herhangi bir kimyasalın üretimde kullanılmadığı sağlık ve çevre dostu organik üretim popüler hale gelmiştir (Charoenpakdee, 2014). Hayvan gübreleri ve deniz yosunu özleri organik üretimde gübre olarak kullanılmaktadır. Artan dünya nüfusunun beslenme ihtiyacı artışına paralel olarak hayvansal üretim miktarı da artmaktadır. Hayvansal gübrelerin uygun koşullarda depolanmaması ve tekniğine uygun olarak yeterli miktarda organik gübre kaynağı olarak kullanılmaması nedeniyle toprak, su ve hava kirliliği üzerine olumsuz etkileri çoğalmaktadır. Tavuk dışkı, içerdiği yüksek azot, fosfor ve potasyum miktarı nedeniyle diğer hayvansal gübrelere göre daha çok tercih edilmektedir (Aboutalebi et al., 2013; Eleroğlu ve Yıldırım, 2014). Diğer hayvansal gübrelere göre

tavuk gübresinin makro ve mikro elementlerce daha zengin oluşu besin kaynağı olarak kullandıkları zengin içerikli yemden ve dışkılarında idrar ve gübrenin birlikte bulunmasından kaynaklanmaktadır (Ahmad Yunus et al., 2014). Deniz yosunları gübre, insan ve hayvanlar için besin kaynağı ayrıca agar, alginik asit, karragen gibi polisakkarit kaynağı olarak tüketilmektedir. Bünyelerinde indol asetik asit, indol butirik asit, sitokin, oksin ve absisik asit gibi büyümeyi teşvik edici hormonları, iz elementleri (Fe, Cu, Zn, Co, Mo, Mn, Ni), vitamin ve aminoasitleri bulundurmaları sebebiyle değerli bir organik gübre kaynağıdır (Arıkan et al., 2011; Latique et al., 2013; Shahbazi et al., 2015). Bitkisel üretimde verimliliği belirleyen başlıca faktör yetiştirme süresi boyunca elde edilen toplam fotosentez ürünü miktarıdır. Fotosentezi kısıtlayıcı diğer faktörler olmadığı sürece yetiştirme süresi uzunluğu ile biyokütle artışı doğru orantılıdır (Parry et al., 2011). Hidroponik yeşil arpa çimi üretimi; topraksız yetiştirme ortamında arpa tanelerinin çimlenme ve gelişimi için gerekli ışık, sıcaklık, su, nem ve besin elementlerinin tedarikinden ibarettir. Bu ortamda 5-8 günde 20-25 cm boya ulaşan yeşil filiz ve keçe gibi birbirine geçmiş kökler hasat edilerek hayvan yemi olarak kullanılmaktadır. Hidroponik yeşil yem üretimi sürecinde tahıl tanesinde bir dizi kimyasal ve fiziksel değişimler meydana gelmektedir. Tanelerde bulunan enzimlerin hidroliz sonucu aktivasyonu ile protein, karbonhidrat ve yağlar basit bileşiklere ayrılmakta tane ve filizlerde aminoasit, çözünebilir şeker ve yağ asidi miktarlarında artış olmaktadır. Geleneksel yeşil yem üretimi ile hidroponik yeşil yem üretimi kıyaslandığında çok daha küçük alanlarda tüm yıl kesintisiz yeşil yem üretimi, daha zengin lif, protein, vitamin ve mineral içeriği, suyun daha etkin ve verimli kullanımı, içerisindeki çim suyunun hayvanların performanslarında iyileşme sağlaması, tanelerin sindirilebilirliğini artırması gibi özellikleri hidroponik yeşil yem üretiminin dünya genelinde yaygınlaşmasını sağlamaktadır (Dung et al., 2010; Al-Karaki and Al-Hashimi, 2012; Karashahin, 2014).

Bu çalışma farklı gübreleme ve yetiştirme süresi uygulamalarının hidroponik arpa (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) çimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma Karabük Üniversitesi Eskipazar Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümünde 3x3x2.1 m boyutlarındaki iklimlendirme odasında, 15.02.2015 ile 15.08.2015 tarihleri arasında yürütülmüştür. Çimlendirme kabı olarak 100x10 cm plastik küvetler kullanılmıştır. Araştırmada bitki materyali olarak % 90 kuru madde ve % 12.2 ham protein oranına sahip iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L. conv. *distichon*) Tarm-92 çeşidi kullanılmıştır. Tüm uygulamalarda ön ıslatma süresi olarak 24 h, tohum

yoğunluğu olarak 2.2 kg m⁻², ortam sıcaklığı olarak 20 °C, ortam nemi olarak % 60, dezenfeksiyon yöntemi olarak ozon, yetiştirme süresi olarak 10 gün, ışıklandırma süresi ve rengi olarak 24 h - sarı ışık (5000 lux), sulama yöntemi, süresi ve sıklığı olarak gelgit, 60 sn 120 dk⁻¹, organik gübre kaynağı olarak 375 ppm deniz yosunu ile 375 ppm pelet formda tavuk gübresi, CO₂ dozu olarak 1000 ppm uygulanmıştır. Her uygulamada yalnızca araştırılan parametreler değiştirilmiştir. Sulama sisteminde su kaynağı olarak şehir şebekesinden yararlanılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Sulama suyu özellikleri

Özellikler	mg l ⁻¹	Özellikler (mg l ⁻¹)	mg l ⁻¹
pH	6.98	Zn	0.94
EC (mS cm ⁻¹)	0.59	P	0.20
Ca (mg l ⁻¹)	116.8	K	0.03
Mg (mg l ⁻¹)	10.7	Mn	0.02
Na (mg l ⁻¹)	2.93	Cu	0.02

Çalışmada; farklı gübreleme (K; Kontrol, O; Organik, İ; İnorganik ve O+İ; ½ organik + ½ inorganik) ve yetiştirme süresi (6, 7, 8, 9 ve 10 gün) uygulamalarının yeşil yem verimi, yeşil yem tohum oranı⁻¹, kuru madde oranı ve kaybı, ham protein kazancı, bitki boyu ve kök uzunluğu, ham besin madde (ham protein, kül, yağ ve selüloz) içerikleri, hücre duvarı bileşenleri (NDF, ADF, ADL) ve metabolik enerji değerleri üzerine etkileri incelenmiştir.

Farklı gübreleme (K, O, İ ve O+İ) uygulamalarında organik gübre kaynağı olarak tavuk gübresi ve deniz yosunu karışımı kullanılmıştır.

Organik gübre uygulamasında 27g Organica markalı pelet formunda tavuk gübresi ve 27g Seamax markalı deniz yosunu gübresi ile 72 lt'lik besin çözeltisi hazırlanarak her sulama ile birlikte uygulanmıştır (Çizelge 2 ve 3).

Çizelge 2. Pelet ve şerbet formda tavuk gübresi özellikleri

Pelet Tavuk Gübresi		Tavuk Gübresi Şerbeti (1/5)	
Toplam N (%)	2.30	Toplam N (%)	0.42
P ₂ O ₅ (%)	5.86	P (ppm)	343.50
K ₂ O (%)	3.31	K (ppm)	350.82
Organik Madde (%)	61.40	Organik Madde (%)	2.07

Çizelge 3. SeaMax deniz yosunu (*Ascophyllum nodosum*) özü içeriği

Özellikler (%)		Özellikler (%)	
Organik madde	47.5	S	2.5
Azot	0.75	Fe	0.004
Fosfor	0.02	B	0.006
Potasyum	14.9	Zn	0.006
Ca	0.3	Cu	0.0002
Mg	0.2	Alginik asit	5.5

İnorganik gübre uygulamalarında Hoagland and Arnon (1950)'ye göre (210 ppm N, 31 ppm P, 234 ppm K, 200 ppm Ca, 48 ppm Mg, 64 ppm S, 0.05 ppm Zn, 0.02 ppm Cu, 1.4 ppm Fe, 0.5 ppm Mn, 0.5 ppm B, 0.001 ppm Mo) 72 lt'lik besin çözeltisi hazırlanarak her

sulama ile birlikte uygulanmıştır (Çizelge 4). ½ Organik + ½ İnorganik gübre uygulamasında ise organik ve inorganik gübre uygulamalarında kullanılan gübrelerin ½' si ile 72 lt'lik besin çözeltisi hazırlanarak her sulama ile birlikte uygulanmıştır.

Çizelge 4. İnorganik çözeltilerde kullanılan gübreler

Gübre	Miktarı g l ⁻¹	Gübre	Miktarı g l ⁻¹
CaNO ₃	0.45	KNO ₃	0.51
MAP (NH ₄ H ₂ PO ₄)	0.12	MgSO ₄	0.4
KSO ₄	0.13	Agromix	0.2

Farklı yetiştirme süresi uygulamalarında ekimden 6, 7, 8, 9 ve 10 gün sonra hasat yapılmıştır.

Yeşil yem ağırlığı tartıldıktan sonra 200'er g örnekler alınarak 105 °C altında etüvde sabit ağırlığa ulaşınca kadar bekletilerek hassas terazide tartılmış elde edilen değerler yeşil yem ağırlığına oranlanarak kuru madde oranları belirlenmiştir. Yeşil yem tohum oranı, yeşil yem kuru madde oranı değerleriyle çarpılmış elde edilen toplam yeşil yem kuru madde yüzdesi ile tohum kuru madde yüzdesi arasındaki farkın tohum kuru madde yüzdesine

oranlanmasıyla kuru madde kayıpları hesap edilmiştir. Elde edilen toplam kuru madde miktarı ile ham protein oranı çarpılarak toplam ham protein verimleri hesap edilmiş ve bu değerler tohumun ham protein oranı ile kuru madde miktarı değerleri çarpımı ile oranlanarak ham protein kazançları hesap edilmiştir. Ham kül (AACC 08-01), ham protein (AACC 46-12), ham yağ (AACC 30-25) ve ham sellüloz analizleri (AACC 32-10)'a göre dış laboratuvarında yaptırılmış enerji içeriği hesabında aşağıdaki formülden yararlanılmıştır (TSE, 2008).

$$ME \text{ (kcal kg}^{-1}\text{)} = 3260 + [0.455 \times \text{HP}\%] + [3.517 \times \text{HY}\%] - [4.037 \times \text{HS}\%]$$

ME: Metabolik enerji, HP: Ham protein, HY: Ham yağ, HS: Ham sellüloz

NDF (Nötr deterjan lif), ADF (Asit deterjan lif) ve ADL (Asit deterjan lignin) analizleri Van

Soest ve Robertson (1985)'e göre dış laboratuvarında yaptırılmıştır.

Denemeler tekrarlanan tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Elde

edilen veriler varyans analizine tabi tutularak F testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen işlemlerin ortalama değerleri “Tukey-Kramer HSD” önem testine göre gruplandırılmıştır (JMP, 2007).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yeşil Yem Verimi, Yeşil Yem Tohum Oranı¹, Kuru Madde Oranı ve Kaybı, Ham Protein Kazancı, Bitki Boyu ve Kök Uzunluğu

Kontrol grubuna göre farklı gübreleme uygulamalarının yeşil yem verimi ve yeşil yem tohum⁻¹ oranı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ($P<0.01$) olmuş, en yüksek değerler O, İ ve O+İ uygulamalarından elde edilerek aynı istatistiki grupta (a) yer almışlardır. En yüksek (26.04) kuru madde kaybı kontrol uygulamasından elde edilmiştir ($P<0.01$). En düşük kuru madde kayıpları ise (sırasıyla 23.25, 23.10 ve 23.20) O, İ ve O+İ uygulamalarından elde edilerek

aynı istatistiki grupta (b) yer almışlardır. En yüksek ham protein kazançları ise (sırasıyla 9.28, 10.36 ve 9.72) O, İ ve O+İ uygulamalarından elde edilerek aynı istatistiki grupta (a) yer almışlardır. Farklı gübreleme uygulamalarının bitki boyu ve kök uzunluğu üzerine etkileri istatistiki olarak önemli olmamıştır (Çizelge 5).

Bitkisel üretimde verim artışı ve kaliteli üretim için gerekli kültürel uygulamaların başında gübreleme gelmektedir. Yapılan pek çok araştırmada, mineral ve organik gübrelemenin verimi, önemli düzeyde arttırdığı saptanmıştır (Sezen, 1991; Kır ve Mordoğan, 2007). Salas-Perez et al. (2010) farklı gübreleme ve hasat süresi uygulamalarının hidroponik mısır yeşil yemi üretimi üzerine etkilerini belirlemek amacıyla yürüttükleri çalışmada yeşil yem kalitesini gübreleme ve hasat süresi uygulamaları önemli ölçüde etkilemiş en yüksek yeşil yem verimi 16 gün hasat süresi ile organik ve inorganik gübre uygulamalarından elde etmişlerdir.

Çizelge 5. Farklı gübreleme ve yetiştirme süresi uygulamalarının yeşil yem verimi, yeşil yem tohum oranı¹, kuru madde oranı ve kaybı, ham protein kazancı bitki boyu ve kök uzunluğu üzerine etkileri

Uygulamalar	Yeşil Yem Verimi (kg m ⁻²)	Yeşil Yem Tohum Oranı ¹	Kuru Madde Oranı (%)	Kuru Madde Kaybı (%)	HP Kazancı (%)	Bitki Boyu (cm)	Kök Uzunluğu (cm)	
Gübreleme	K	10.20 b	4.64 b	14.35	26.04 a	2.15 b	15.10	14.30
	O	11.20 a	5.09 a	13.58	23.25 b	9.28 a	15.50	14.50
	İ	11.40 a	5.18 a	13.37	23.10 b	10.36 a	15.70	14.70
	O + İ	11.26 a	5.12 a	13.51	23.20 b	9.72 a	15.60	14.60
HSD	0.61**	0.28**	Ns	1.06**	2.32**	Ns	Ns	
Yetiştirme Süresi (gün)	6	7.99 d	3.63 d	20.87 a	15.88 d	16.73 a	9.0 e	9.5 e
	7	8.82 c	4.01 c	18.04 b	19.68 c	12.39 ab	10.5 d	10.5 d
	8	9.72 b	4.42 b	15.92 c	21.87 b	9.77 b	12.0 c	11.5 c
	9	10.65 a	4.84 a	14.26 d	23.37 a	8.36 b	14.0 b	13.5 b
	10	11.20 a	5.09 a	13.58 d	23.25 a	9.28 b	15.5 a	14.5 a
HSD	0.56**	0.25**	1.11**	0.76**	3.18**	0.7**	0.69**	

* ; $P < 0.05$, ** ; $P < 0.01$, HSD; Güvenilir önemli fark, Ns; Önemli değil

Farklı yetiştirme süresi uygulamalarının yeşil yem verimi ve yeşil yem tohum⁻¹ oranı ve kuru madde kayıpları üzerine etkileri istatistiki olarak önemli ($P < 0.01$) olmuş, en yüksek değerler 9 ve 10 gün uygulamalarından elde edilerek aynı istatistiki grupta (a) yer almışlardır (sırasıyla 10.65, 11.20, 4.84, 5.09, 23.37 ve 23.25). En yüksek kuru madde oranı ve ham protein kazancı (sırasıyla 20.87 ve 16.73) ile en düşük (15.88) kuru madde kaybı 6 gün uygulamasından elde edilmiştir ($P < 0.01$). En yüksek bitki boyu (15.5) ve kök uzunluğu (14.5) 10 gün uygulamasından elde edilmiştir ($P < 0.01$). En düşük bitki boyu (9.0) ve kök uzunluğu (9.5) değerleri ise 6 gün uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 5). Akbağ ve ark. (2014) hasat zamanının hidroponik arpa çimi besin maddeleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada hasat zamanı uzadıkça kuru madde oranında önemli azalmalar olduğunu tespit etmişlerdir. Hidroponik ortamda çimlenme ile birlikte metabolik aktivite ve solunum sonucu kuru madde kayıpları oluşmaktadır. Çimlenmenin 3. gününde kloroplast oluşumu ile fotosentez başlamakta ancak kısa sürede fotosentezle elde edilen kuru madde miktarı kayıpları karşılayamamaktadır (Dung et al., 2010; Kardeşin, 2014).

Ham Protein, Kül, Yağ, Selüloz, NDF, ADF, ADL ve Metabolik Enerji Değerleri

Farklı gübreleme uygulamalarında en yüksek ham protein, yağ, ADF ve metabolik enerji değerleri

O, İ ve O+İ uygulamalarından (sırasıyla 17.37, 17.51, 17.43, 2.48, 2.52, 2.50, 20.65, 21.10, 20.91, 3212, 3212 ve 3212) elde edilerek aynı istatistiki grupta (a) yer almışlardır (sırasıyla $P < 0.01$, $P < 0.01$, $P < 0.01$ ve $P < 0.05$).

En yüksek ham kül, NDF ve ADL değerleri (sırasıyla 3.12, 36.69 ve 3.85) İ uygulamasından elde edilerek farklı istatistiki grupta (a) yer almışlardır (sırasıyla $P < 0.05$, $P < 0.05$ ve $P < 0.01$). Farklı gübreleme uygulamaları ham selüloz değerleri üzerine istatistiki olarak etkili olmamıştır (Çizelge 6).

Farklı yetiştirme süresi uygulamalarında en yüksek (2.66) ham yağ değerleri 6 gün uygulamasından elde edilerek farklı istatistiki grupta (a) yer almıştır ($P < 0.01$). En yüksek ham selüloz ve ADF değerleri 10 gün uygulamalarından (sırasıyla 16.02 ve 20.65) elde edilerek farklı istatistiki grupta (a) yer almışlardır ($P < 0.01$). En yüksek NDF değerleri 9 ve 10 gün uygulamalarından (sırasıyla 35.05 ve 35.42) elde edilerek aynı istatistiki grupta (a) yer almışlardır ($P < 0.05$).

En yüksek metabolik enerji değerleri 6 ve 7 gün uygulamalarından (sırasıyla 3215 ve 3214) elde edilmiş ve aynı istatistiki grupta (a) yer almışlardır ($P < 0.01$). Farklı yetiştirme süresi uygulamaları ham protein, kül ve ADL değerleri üzerine istatistiki olarak etkili olmamıştır (Çizelge 6).

Çizelge 6. Farklı gübreleme ve yetiştirme süresi uygulamalarının besin madde içerikleri, hücre duvarı bileşenleri ve metabolik enerji değerleri üzerine etkileri

Uygulamalar	HP (%)	HK (%)	HY (%)	HS (%)	NDF (%)	ADF (%)	ADL (%)	ME (Kcal Kg ⁻¹)	
Gübreleme	K	16.85 b	2.91 b	2.16 b	15.95	34.25 b	19.30 b	3.15 c	3211 b
	O	17.37 a	3.07 ab	2.48 a	16.02	35.42 ab	20.65 a	3.26 c	3212 a
	İ	17.51 a	3.12 a	2.52 a	16.18	36.69 a	21.10 a	3.85 a	3212 a
	O+İ	17.43 a	3.10 ab	2.50 a	16.10	35.84 ab	20.91 a	3.53 b	3212 a
HSD	0.29**	0.14*	0.14**	Ns	1.4*	0.64**	0.18**	0.64*	
Yetiştirme Süresi (gün)	6	16.93	3.23	2.66 a	15.34 d	33.65 b	19.25 c	3.08	3215 a
	7	17.07	3.19	2.60 ab	15.50 cd	34.10 ab	19.55 bc	3.11	3214 a
	8	17.14	3.15	2.54 ab	15.70 bc	34.75 ab	19.85 bc	3.16	3213 b
	9	17.25	3.11	2.47 b	15.85 ab	35.05 a	20.25 ab	3.21	3213 b
	10	17.37	3.07	2.48 b	16.02 a	35.42 a	20.65 a	3.26	3212 c
HSD	Ns	Ns	0.1**	0.19**	0.98*	0.56**	Ns	0.63**	

* ; $P < 0.05$, ** ; $P < 0.01$, HSD; Güvenilir önemli fark, Ns; Önemli değil

Akbağ ve ark. (2014) hasat zamanının hidroponik arpa çimi besin maddeleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada hasat zamanının ham protein üzerine etkisi önemli olmazken ham kül ve ADF değerlerindeki artışın istatistiki olarak önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Fazaeli et al. (2012) farklı yetiştirme sürelerinin hidroponik arpa çimi besin maddeleri üzerine etkilerini araştırdıkları çalışmada yetiştirme süresi artışıyla beraber yeşil yem, ham protein, NDF ve ADF miktarlarında artış olurken metabolik enerji değerlerinde azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Özkan (2012) hidroponik yeşil arpa üzerine yaptığı araştırmada 4, 5, 6 ve 7. gün ölçümler yapmış çimlenme süresi arttıkça yeşil yem verimi, NDF, ADF ve ADL miktarları artmıştır.

Benzer konuda daha önce yapılmış olan araştırmalardan elde edilen sonuçlar ile bu çalışmada elde edilen bulgular arasındaki benzerlik ve farklılıkların; çeşit, gübreleme, yetiştirme süresi, sıcaklık, ışıklandırma süresi rengi ve şiddeti, ön ıslatma varlığı ve süresi, sulama süresi ve metodu, karbondioksit ve nem oranı ile tohum yoğunluğu gibi unsurlardan kaynaklandığı varsayılmaktadır (Sneath and McIntosh, 2003; Dung et al., 2010; Fazaeli et al., 2012; Karaşahin, 2014).

SONUÇ

Farklı gübreleme uygulamalarında en yüksek yeşil yem verimi, ham protein kazancı, ham protein, ham yağ, ADF, metabolik enerji, N, Ca, Mg ve Fe içerikleri ile en düşük kuru madde kayıpları O, İ ve O+İ uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek ham kül, NDF, ADL, P ve Mn içerikleri İ uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek Cu, Zn ve Na değerleri ise İ ve O+İ uygulamalarından elde edilmiştir. Farklı yetiştirme süresi uygulamalarında en yüksek yeşil yem verimi, kuru madde kayıpları, NDF ve Na içerikleri 9 ve 10 gün uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek kuru madde oranı, ham protein kazancı, ham kül, ham yağ, Mn ve Zn içerikleri ise 6 gün uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek bitki boyu, kök uzunluğu, ham selüloz, ADF, Mg ve Fe içerikleri 10 gün uygulamalarından elde edilirken en yüksek metabolik enerji değerleri 6 ve 7 gün uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek Cu değerleri ise 9 gün uygulamasından elde edilmiştir. Yetiştirme süresi uzadıkça yeşil yem verimi ile birlikte kuru madde

kayıpları artmakta ve ham protein kazançlarında azalma olmaktadır. Yüksek yeşil yem verimi ve ham protein kazançları ile düşük kuru madde kayıplarına sahip hidroponik yeşil arpa yemi üretimi için her üç (O, İ, O+İ) gübreleme uygulamaları tavsiye edilebilir niteliktedir. İnorganik gübrelerin insan ve çevre sağlığı üzerine olumsuz etkileri dikkate alındığında organik gübre uygulaması ön plana çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aboutalebi A, Jahromi MG, Farahi MH, 2013. Evaluation of growth and yield of organically-grown basil (*Ocimum basilicum* L.) in soilless culture. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 11 (1): 299-301.
- Ahmad Yunus, S., Pujiasmanto, B., Rahayu, M, 2014. Effect of Organic Manure and Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth and Yield of Young Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) *Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 7 (5): 1-5.
- Akbağ HI, Türkmen OS, Baytekin H, Yurtman İY, 2014. "Effects of Harvesting Time on Nutritional Value of Hydroponic Barley Production", *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences Special Issue*: 2,1761-1765.
- Al-Karaki G, Al-Hashimi M, 2012. "Green Fodder Production and Water Use Efficiency of Some Forage Crops Under Hydroponic Conditions", *ISRN Agronomy*, 10, 1-5.
- AACC 2002. Approved methods of the AACC, Methods 46-12, 30-25, 32-10 and 08-01. St. Paul, Minn: American Association of Cereal Chemists.
- Arıkan Ş, İpek M, Pırlak L, 2011. Effects of Organic Products on Yield and Fruit Quality of "Fern" Strawberry Cultivar. *Australian Journal of Industry Research* 16-18.
- Charoenpakdee S. 2014. Using Animal Manure to Grow Lettuce (*Lactuca sativa* L.) in a Homemade Hydroponics System. *KKU Res. J.*, 19(Supplement Issue): 256-261.
- Dung DD, Godwin IR, Nolan JV, 2010. "Nutrient Content and in Sacco Digestibility of Barley Grain and Sprouted Barley", *J. Animal and Veterinary Adv.*, 9, 2485-2492.
- Eleroğlu H, Yıldırım A, 2014. Yeni Bir Teknoloji ile Kurutulan Tavuk Dışkımasının Mikrobiyolojik ve Kimyasal Yapısının Belirlenmesi. *Tavukçuluk Araştırma Dergisi*, 11 (1): 28-34.
- Fazaeli H, Golmohammadi HA, Tabatabayee SN, Asgari-Tabrizi M, 2012. Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System. *World Applied Sci. J.* 16(4): 531-539.
- Hoagland DR, Arnon DI, 1950. The Water-Culture Method For Growing Plants Without Soil. Circular 347. Agricultural Experiment Station, University of California, Berkeley.
- JMP 2007. Statistic and Graphics Guide. Release 7, SAS Institute Inc., Cary, USA.
- Karaşahin M, 2014. Kaba Yem Kaynağı Olarak Hidroponik Arpa Çimi Üretiminde Kuru Madde ve Ham Protein Verimleri Üzerine Farklı Uygulamaların Etkileri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 9(1): 27-33.

- Kır A, Mordoğan N, 2010. Organik Tarım Sisteminde Uygulanan Değişik Organik Gübrelerin Yalova Yağlık 28 Biberinin (*Capsicum annuum* L.) Verim ve Bazı Kalite Kriterleri İle Topraktaki Azot Birikimine Etkileri. In: Alay VA, (Ed.) Organik Tarım Araştırma Sonuçları 2005-2010. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Ankara Türkiye 189-195ss.
- Latique, S, Chernane H, Mansori M, El Kaoua M, 2013. Seaweed Liquid Fertilizer Effect on Physiological and Biochemical Parameters of Bean Plant (*Phaseolus vulgaris* variety Paulista) under hydroponic system. European Scientific Journal. 9 (30): 174-191.
- Özkan P, 2012. Taze Yeşil Yem Üretiminde Arpanın Çimlenme Performansının Artırılması Üzerine Araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Yayınlanmamış. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 27 sayfa, Çanakkale.
- Öztekın GB, 2002. Kapalı sistem topraksız fasulye yetiştiriciliğinde farklı besin eriyiklerinin verim üzerine etkileri. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 126s.
- Parry MAJ, Reynolds M, Salvucci ME, Raines C, Andralojc PJ, Zhu XG, Price GD, Condon AG, Furbank RT, 2011. Raising yield potential of wheat. II. Increasing photosynthetic capacity and efficiency. Journal of Experimental Botany, 62 (2): 453-467.
- Salas-Perez L, Preciado-Rangel P, Esparza-Rivera JR, Alvarez-Reyna VP, Palomo-Gil A, Rodriguez-Dimas N, Marquez-Hernandez C, 2010. Yield and quality of hydroponic forage produced under organic fertilization. Terra Latinoamericana, 28 (4): 355-360.
- Sevgican A, 1989. Örtü Altı Sebzeçiliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı Yayın No: 19, 62-65s, Yalova.
- Sezen Y, 1991. Gübreler ve Gübreleme. Atatürk Üniversitesi yayınları No:679. Ziraat Fakültesi Yay. No:3003, Ders Kitapları Seri No: 55, Erzurum
- Shahbazi F, Seyyed Nejad M, Salimi A, Gilani A, 2015. Effect of Seaweed Extracts on The Growth and Biochemical Constituents of Wheat. International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 8 (3): 283-287.
- Sneath R, McIntosh F, 2003. Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle. <http://www.qcl.farmonline.com.au/files/48/20/01/000012048/Hydroponicfodder.pdf>, (Erişim tarihi: 15 Haziran, 2013).
- Trejo-Tellez LI, Gomez-Merino FC, 2012. Nutrient Solutions for Hydroponic Systems, Hydroponics - A Standard Methodology for Plant Biological Researches, Dr. Toshiki Asao (Ed.), InTech, <http://www.intechopen.com/books/hydroponics-a-standard-methodology-for-plant-biological-researches/nutrient-solutions-for-hydroponic-systems>. (Accessed: 15.04.2016).
- TSE 2008. Hayvan yemleri-Metabolik (çevrilebilir) enerji tayini kimyasal metot. Standart No. 9610, Kabul tarihi 3.12.1991, Konfirme tarihi 20.5.2008, Ankara, Türkiye.
- Van Soest P, Robertson JB, 1985. A laboratory manual for animal science. Cornell University, Ithaca, New York, USA.