

Kaba Yem Kaynağı Olarak Hidroponik Arpa Çimi Üretiminde Kuru Madde ve Ham Protein Verimleri Üzerine Farklı Uygulamaların Etkileri*

Muhammet KARAŞAHİN

Karabük Üniversitesi Eskipazar MYO Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Eskipazar, Karabük.
Sorumlu yazar: mkarasahin@karabuk.edu.tr

Geliş tarihi: 27.10.2013, Yayına kabul tarihi: 25.02.2014

Özet: Çalışmada, ön ıslatma süresi (kontrol, 6, 12 ve 24 h), sıcaklık (18, 22 ve 24 °C), sulama süresi ve sıklığı (5 sn 15 dk⁻¹, 10 sn 30 dk⁻¹, 20 sn 60 dk⁻¹, 40 sn 120 dk⁻¹, 80 sn 120 dk⁻¹, 120 sn 120 dk⁻¹) ile ışıklandırma süresi ve rengi (beyaz, mor ve sarı – 24 h ile beyaz – 16 h ve beyaz – 20 h) uygulamalarının, yeşil yem verimleri, kuru madde ve ham protein oranları, kuru madde ve ham protein verimleri ile kayıpları üzerine etkileri araştırılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en yüksek yeşil yem verimi (39690 ve 38990), 40 sn 120 dk⁻¹ ile 20 sn 60 dk⁻¹ sulama süresi ve sıklığı, 24 h - Beyaz ışıklandırma süresi ve rengi uygulamalarından elde edilmiştir. En yüksek kuru madde verim değerleri ise 24 h ön ıslatma süresi ile 24 °C sıcaklık uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla 5870 ve 6010). En yüksek ham protein verim değerlerine ise 24 °C sıcaklık ile 10 sn 30 dk⁻¹ haricindeki diğer sulama süresi ve sıklığı uygulamalarından ulaşılmıştır. En yüksek kuru madde ve ham protein verim değerleri elde etmek için 24 h ön ıslatma süresi, 24 °C sıcaklık, 10 sn 30 dk⁻¹ haricindeki diğer sulama süresi ve sıklığı uygulamaları ile bütün ışıklandırma süresi ve rengi uygulamaları tavsiye edilebilir niteliktedir.

Anahtar kelimeler: Hidroponik arpa çimi, kaba yem, kuru madde ve ham protein verimi

Effects of Different Applications on Dry Matter and Crude Protein Yields in Hydroponic Barley Grass Production As a Forage Source

Abstract: In the study, the effects of pre-soaking time (control, 6, 12 and 24 h), temperature (18, 22 and 24 °C), irrigation time and frequency (5 sec 15 min⁻¹, 10 sec 30 min⁻¹, 20 sec 60 min⁻¹, 40 sec 120 min⁻¹, 80 sec 120 min⁻¹, 120 sec 120 min⁻¹) with lightening time and color (white, violet and yellow – 24 h, white – 16 h and white – 20 h) applications on green fodder yields, dry matter and crude protein percentages, dry matter and crude protein yields and losses were investigated. According to the results of this research, the highest green fodder yields (39690 and 38990) were obtained from 40 sec 120 min⁻¹ and 20 sec 60 min⁻¹ irrigation time and frequency applications and, 24 h - White lightening time and color applications. The highest values of dry matter yields were obtained from 24 h pre-soaking time and 24 °C temperature applications (respectively 5870 and 6010). The highest values of crude protein yields were obtained from 24 °C temperature applications and all irrigation frequency and time applications except 10 sec 30 min⁻¹. The highest values of dry matter and crude protein yields could be achieved with 24 h pre-soaking time, 24 °C temperature, all irrigation frequency and time applications except 10 sec 30 min⁻¹, and all lightening time and color applications combination.

Key words: Dry matter and crude protein yields, forage fodder, hydroponic barley grass

Giriş

Bir hayvanın günlük tüm ihtiyaçlarını karşılayacak yem maddeleri ve katkı maddeleri karışımına rasyon adı verilir. Uygun ve dengeli bir rasyonun, hayvanların yaşama payı ile verim payı için gerekli olan enerji ve besin maddesi ihtiyaçlarını yeterli

*Bu çalışma Karabük İl Özel İdaresi tarafından desteklenmiştir.

ve uygun oranlarda içermesi gerekir. Rasyonda tavsiye edilen minimum selüloz düzeyi % 17'dir. Bu, hayvanın sağlığı, sindirim faaliyetlerinin düzenli olması ve istenilen süt yağı ile süt veriminin ekonomik olarak sağlanabilmesi için mutlaka gereklidir. Bu oranda ham selüloz düzeyini sağlayabilmek için rasyonda canlı ağırlığın % 1-1.5'u oranında kaba yem bulunması gerekir. Su içeriği % 15-20'den yada ham sellüloz içeriği kuru maddede % 16-18'den daha fazla olan yemlere kaba yem adı verilir. Toplam rasyonda ham protein oranının % 15 ve üzerinde olmasının süt verimi ve süt yağ oranı üzerine olumlu etkide bulunduğu bilinmektedir. Yemin kuru madde kapsamı bir taraftan o yemin besin maddesi ve enerji yoğunluğu hakkında bilgi verirken diğer taraftan rasyonda ne kadar yer alabileceği konusunda da fikir sahibi olmamızı sağlar. Geviş getiren hayvanlarda her türlü azotlu maddeden işkembedeki mikro organizmalar tarafından protein üretiliyor olsa da yüksek verimli ineklerde işkembede üretilen protein miktarı gereksinimin tümünü karşılayamayabilir. Bu durumda rasyonda işkembede parçalanmayan protein oranının % 6 ve daha üzerinde olması istenir (Yavuz, 2006).

Su kaynaklarının azalması ve hızlı büyüme nedeniyle su kalitesinin bozulması tatlı su kaynaklarının en büyük kullanıcısı olan tarımda (% 70) su kullanımını kısıtlama yoluna gidilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu zorunluluk suyun daha verimli ve etkin kullanıldığı hidroponik üretim tekniklerini ön plana çıkarmaktadır. Hidroponik yeşil yem üretim sistemi; tahıl tanelerinin çimlenme ve büyümeleri için gerekli olan nem, ısı, ışık vb. şartların topraksız ortamda sağlanmasından ibarettir. 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. Bu sistemde tarlada yapılan üretimde kullanılan suyun sadece % 3-5'i ile aynı miktarda üretim yapılabilir. Hidroponik ortamda 130 m² alanda bir yılda elde edilen yeşil yem üretimi için 120 ha tarlaya ihtiyaç duyulmaktadır. Yüksek yeşil yem verimi, daha zengin lif, protein, vitamin ve mineral içeriği, tam yıl üretim imkanı, suyun daha

etkin ve verimli kullanımı, içerisindeki çim suyunun hayvanların performanslarında iyileşme sağlanması, tanelerin sindirilebilirliğini artırması gibi özellikleri hidroponik üretimin dünya genelinde yaygınlaşmasını sağlamaktadır (Marsico et al., 2009; Micera et al., 2009; Dung et al., 2010; Al-Karaki and Al-Hashimi, 2012). Arpa, yulaf, buğday ve mısır gibi tahıl taneleri bu üretimde kullanılabilir. İse de en yaygın kullanılan arpa taneleridir (Sneath and McIntosh, 2003). Hidroponik üretimde verim ve kalite; sistem yönetimi, kullanılan tohum çeşidi ve kalitesi, su kalitesi ve pH, sulama süresi ve sıklığı, ön ıslatma süresi, bitki besi elementi varlığı, sıcaklık, nem oranı, ışık yoğunluğu ve pozisyonu, tohum yoğunluğu ve yetiştirme süresi gibi özelliklerden etkilenmektedir (Sneath and McIntosh, 2003; Dung et al., 2010; Fazaeli et al., 2012). Hidroponik yeşil yem üretiminde bazı zorluklar mevcuttur. İyi yönetilmeyen yetiştirme ortamında küflenme başlıca sorunlardandır. Küflü yeşil yemler hayvanların performansını düşürmekte hatta ölüme bile sonuçlanmaktadır (Myers, 1974). Ortamın iklimlendirilmesi için sürekli enerji kullanımı vardır. Besin değerini ölçme açısından yalnızca yeşil yem ağırlığı değil kuru madde verimi, enerji ve protein değerleri de dikkate alınmalıdır. Hayvan gelişimi ve performansında protein hayati rol oynamaktadır. Bu sebeple yemde bulunan protein miktarı yemin değerini belirlemede çok önem arz eder. Hidroponik yeşil yem üretiminde özellikle vitamin E, beta-karoten, biotin ve serbest folik asit miktarında önemli artışlar elde edilmiştir (Sneath and McIntosh, 2003; Dung et al., 2010; Fazaeli et al., 2012).

Çimlenme anında arpa tanelerinde enzim aktivitesi, protein oranı, ham yağ, şeker, ham lif, vitamin ve mineral madde miktarlarında artış olurken kuru madde oranında azalma olmaktadır bu artışlar kuru madde kaybından kaynaklanmaktadır (Sneath and McIntosh, 2003). Arpa tanesinde bulunan % 3.7 lif oranı 5 günlük arpa çiminde % 6'ya çıkmıştır (Fazaeli et al., 2012). Ön ıslatma ve çimlenme anında arpa tohumlarında depo edilen enerji kullanıldığından kuru madde kaybı olmaktadır. Arpa çimleri mineral madde

alımı ve etkili fotosentez ile birlikte yeniden kuru madde kazanabilmekte fakat büyüme süresi kısalığı nedeniyle genellikle kuru madde kayıpları % 7 ile 47 arasında değişmektedir. Kuru madde oranı tohum hazırlama, tohum yoğunluğu, sulama ve yetiştirme süresinden etkilenmektedir. Optimum metot ve şartlarda kaybedilen kuru madde % 90 oranında yeniden kazanılabilmektedir (Sneath and McIntosh, 2003).

Hidroponik yeşil yem üretimi üzerine yapılan maliyet analizlerinin bazıları sistemi ekonomik bazıları ise yüksek maliyetli göstermektedir. Sadece yeşil yem veriminin dikkate alındığı araştırmalarda bu sistem ekonomik olurken, kuru madde verimine yönelik yapılan analizlerde ise sistemin ekonomik olmadığı anlaşılmaktadır. Yeşil yem, kuru madde ve protein verimlerinin yanında, sindirilebilirlik, metabolik enerji değeri, vitamin ve mineral madde içeriği, enerji ve işçilik giderleri, yatırım maliyetleri, faiz ve amortisman giderleri, işletme büyüklükleri, arazi ve su imkanları, iklim, hayvan performansı, döl tutma oranı ve nihai ürün kalitesi gibi etkilerin göz önüne alınarak yapıldığı maliyet analizlerine göre hidroponik yeşil yem üretimine karar verilmelidir.

Bu araştırma, kaba yem kaynağı olarak hidroponik ortamda yetiştirilen arpa çiminin kuru madde ve ham protein verimleri üzerine farklı uygulamaların etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Karabük Üniversitesi Ekipazar Meslek Yüksekokulu Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü hidroponik yeşil yem üretim odasında 01.10.2012 ile 28.02.2013 tarihleri arasında yürütülmüştür. Oda eni ve boyu 3 m yüksekliği ise 2.1 m dir. Çimlendirme kabı olarak 40 cm eninde 190 cm boyunda ve 5cm derinliğindeki temas yüzeyi PVC kaplanmış galvaniz tavalar kullanılmıştır. Sulama sisteminde su kaynağı olarak şehir şebekesinden yararlanılmıştır. Bilgisayar yazılımı ile programlanabilen sisteme akuple elektro valf ile sulama zamanı ve miktarı ayarlanmıştır. Sulama üstten 6 adet 60 lt h⁻¹

debili nozullar ile sprej şeklinde yapılmıştır. Her tavaya fazla suyun drenajı için deşarj borusu bağlanmıştır (Şekil 1). Araştırmada materyal olarak % 90 kuru madde ve % 13.5 ham protein oranına sahip iki sıralı arpa (*Hordeum vulgare* L. conv. *Distichon*) Larende çeşidi kullanılmıştır. Çalışmada; ön ıslatma süresi (kontrol (ön ıslatmasız), 6, 12 ve 24 h), sıcaklık (18, 22 ve 24 °C), sulama süresi ve sıklığı (5 sn 15 dk⁻¹, 10 sn 30 dk⁻¹, 20 sn 60 dk⁻¹, 40 sn 120 dk⁻¹, 80 sn 120 dk⁻¹, 120 sn 120 dk⁻¹) ile ışıklandırma süresi ve rengi (beyaz, mor ve sarı – 24 h ile beyaz – 16 h ve beyaz – 20 h) uygulamaları yapılarak yeşil yem verimleri, kuru madde ve ham protein oranları ile verimleri üzerine etkileri incelenmiştir. Denemeler tekrarlanan tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Sterilizasyon için arpa taneleri tüm uygulamalarda 10 dakika % 10'luk sodyum hipoklorit çözeltisinde bekletilmiş, her hasattan sonra tavalar tazyikli su ile yıkanmıştır. Normalde ön ıslatma süresi olarak 24 h, tohum yoğunluğu olarak 8.7 kg m²⁻¹, yetiştirme süresi (hasat zamanı) olarak 6 gün, ortam sıcaklığı olarak 22 °C, ışıklandırma süresi ve rengi olarak 24 h - beyaz ışık, sulama süresi ve sıklığı olarak 40 sn 120 dk⁻¹ uygulanmış, ışık kaynağı olarak çiftli 4 adet 40 W'lık floranslar, temiz hava kaynağı olarak sulama istemi ile aynı anda devreye giren 1250 m³ h⁻¹ debili salyangoz fan kullanılmış her uygulamada sadece araştırılan parametreler değiştirilmiştir.

Araştırmada incelenen özellikler ve yöntemleri:

Yeşil yem verimi (g m²⁻¹): Hasat edilen yeşil yem 1 h dışarıda bekletildikten sonra hassas terazide tartılarak elde edilen miktar tava alanına oranlanarak 1 m² den elde edilen yeşil yem miktarı hesap edilmiştir.

Kuru madde oranı (%): Yeşil yem ağırlığı tartıldıktan sonra 1'er kg örnekler alınarak 70 °C altında etüde sabit ağırlığa ulaşıncaya kadar bekletilerek hassas terazide tartılmıştır. Elde edilen değerler yeşil yem ağırlığına oranlanmıştır.

Kuru madde verimi (g m²⁻¹): Yeşil yem verimleri ile kuru madde oranlarının çarpılmasıyla elde edilmiştir.



Şekil 1. Hidroponik ortamda arpa çimi üretimi
Figure 1. Hydroponic barley grass production

Kuru madde kayıpları (%): Ekimde kullanılan tohum miktarı tohumun kuru madde oranı ile çarpılarak ekim anındaki kuru madde verimi hesap edilmiştir. Bu değerler m^2 ye dönüştürüldükten sonra uygulamalardan elde edilen kuru madde verim değerleri çıkartılmıştır. Aradaki fark ekim anındaki kuru madde verim değerleri ile oranlanmıştır.

Ham protein oranı (%): Kuru madde oranı tespit edilen örneklerin ham protein analizleri Kjeldahl yöntemine göre laboratuvarında yaptırılmıştır.

Ham protein verimi ($g m^{-2}$): Kuru madde verimleri ile ham protein oranlarının çarpılmasıyla elde edilmiştir.

Ham protein kayıpları (%): Ekimde kullanılan tohum miktarı tohumun kuru madde oranı ile çarpılarak ekim anındaki kuru madde değeri elde edilmiş, bu değerin ekimde kullanılan tohumun ham protein oranı çarpılarak ekimde kullanılan tohumun ham protein verim değerleri hesap edilmiştir. Bu değerler m^2 ye dönüştürüldükten sonra uygulamalardan elde edilen ham protein verim değerleri çıkartılmıştır. Aradaki fark ekim anındaki ham protein verim değerleri ile oranlanmıştır (Al-Karaki and Al-Hashimi, 2011).

Verilerin değerlendirilmesi: Denemeler tekrarlanan tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Her uygulama farklı dönemlerde yürütüldüğü için veriler ayrı değerlendirilmiş ancak aynı tabloda

verilmiştir. Elde edilen bulgular varyans analizine tabi tutularak F testi yapılmak suretiyle farklılıkları tespit edilen işlemlerin ortalama değerleri “LSD” önem testine göre gruplandırılmıştır (JMP, 2007).

Bulgular ve Tartışma

Yeşil yem verimi ($g m^{-2}$)

Ön ıslatma ve sıcaklık uygulamalarının yeşil yem verimi üzerine etkileri istatistiki olarak önemli olmazken sulama süresi ve sıklığı ile ışıklenme süresi ve rengi uygulamaları istatistiki olarak önemli olmuştur (sırasıyla $P < 0.05$, $P < 0.01$). En yüksek yeşil yem verimi (39609 ve 38990) 40 sn $120 dk^{-1}$ ve 20 sn $60 dk^{-1}$ sulama süresi ve sıklıkları ile 24 – Beyaz ışıklenme süresi ve rengi uygulamalarından elde edilmiştir (Çizelge 1).

Kuru madde oranı (%)

Sıcaklık uygulamalarının kuru madde oranı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli olmazken ön ıslatma süresi ($P < 0.01$), sulama süresi ve sıklığı ($P < 0.05$) ile ışıklenme süresi ve rengi ($P < 0.05$) uygulamaları istatistiki olarak önemli olmuştur (Çizelge 1). En yüksek kuru madde oranı değerleri 24 h ön ıslatma süresi, 5 sn $15 dk^{-1}$ sulama süresi ve sıklığı ile 24 h – Sarı ışıklenme süresi ve rengi uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla 14.8, 16.8 ve 16.8). Hidroponik ortamda

Çizelge 1. Hidroponik arpa çimi üretiminde farklı uygulamaların bazı gelişim parametreleri üzerine etkisi.

Table 1. Effects of different applications on some growth parameters in the hydroponic barley grass production

| Uygulamalar Applications | | Yeşil yem verimi <i>Green fodder yield</i> g m ² ⁻¹ | Kuru madde oranı <i>Dry matter percentage</i> (%) | Kuru madde verimi <i>Dry matter yield</i> g m ² ⁻¹ | Kuru madde kayıpları <i>Dry matter losses</i> (%) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| Ön Islatma <i>Pre-soaking</i> (h) | Control | 37950 | 13.3 b | 5050 bc | -35.41 bc |
| | 6 | 37260 | 13.0 b | 4840 c | -38.03 c |
| | 12 | 40210 | 13.3 b | 5350 b | -31.57 b |
| | 24 | 39690 | 14.8 a | 5870 a | -24.84 a |
| LSD | | Ns | 0.81 ** | 416.4** | 5.41** |
| Sıcaklık <i>Temperature</i> (°C) | 18 | 37430 | 14.7 | 5500 c | -29.60 b |
| | 22 | 39690 | 14.8 | 5870 b | -24.84 a |
| | 24 | 40030 | 15.0 | 6010 a | -23.16 a |
| LSD | | Ns | Ns | 104.1** | 1.76** |
| Sulama Süresi ve Sıklığı (sn dakika ⁻¹) <i>Irrigation time and frequency</i> (sec min ⁻¹) | 5 15 ⁻¹ | 35690 c | 16.8 a | 6000 | -23.27 |
| | 10 30 ⁻¹ | 36650 bc | 15.2 bc | 5570 | -28.72 |
| | 20 60 ⁻¹ | 38990 a | 15.1 bc | 5890 | -24.66 |
| | 40 120 ⁻¹ | 39690 a | 14.8 c | 5870 | -24.84 |
| | 80 120 ⁻¹ | 38730 ab | 15.3 bc | 5930 | -24.17 |
| LSD | | 2208* | 1.14 * | Ns | Ns |
| Işıklanma Süresi ve Rengi <i>Lightening time and color</i> (h) | 24 - Beyaz | 39690 a | 14.8 b | 5870 | -24.84 |
| | 24 - Mor | 35170 c | 15.5 ab | 5450 | -30.24 |
| | 24 - Sarı | 33960 c | 16.8 a | 5700 | -27.01 |
| | 16 - Beyaz | 34390 c | 15.5 ab | 5330 | -31.79 |
| LSD | | 2064** | 1.52* | Ns | Ns |

* ; P < 0.05, ** ; P < 0.01, LSD; Asgari önemli fark, Ns; Önemli değil.

LSD; Least Significant Difference, Ns; Not significant.

arpa çimi üretiminde çimlenmeyle birlikte metabolik aktivite ve solunum sonucu kuru madde kaybı olmakta çimlenmenin 3. gününde kloroplast oluşumu ile birlikte fotosentez başlamakta ancak 6. günde hasata kadar fotosentezle elde edilen kuru madde miktarı kayıpları karşılayamamaktadır (Dung et al., 2010).

Kuru madde verimi (g m²⁻¹) ve kayıpları (%)

Ön ıslatma süresi ve sıcaklık uygulamaları kuru madde verimi ve kayıpları üzerine istatistiki olarak önemli olmuştur (P < 0.01). En yüksek kuru madde verimleri 24 h ön ıslatma süresi ile 24 °C sıcaklık uygulamalarından (sırasıyla, 5870 ve 6010) elde edilmiştir. En düşük kuru madde kayıpları ise 24 h ön ıslatma süresi ile 22 ve 24 °C sıcaklık uygulamalarından (sırasıyla 24.84, 24.84 ve 23.16) elde edilmiştir (Çizelge 1).

Ham protein oranı (%)

Ön ıslatma süresi ve sıcaklık uygulamalarının ham protein oranı üzerine etkileri istatistiki olarak önemli olmazken sulama süresi ve sıklığı (P < 0.01) ile ışıklandırma süresi ve rengi uygulamaları (P < 0.05) istatistiki olarak önemli olmuştur (Çizelge 2). En yüksek ham protein oranı değerleri 20 sn 60 dk⁻¹ sulama süresi ve sıklığı uygulamaları ile 16 h - Beyaz ışıklandırma süresi ve rengi uygulamalarından elde edilmiştir (sırasıyla 18.0 ve 19.5). Uygulamalarda kullanılan Larende çeşidi tohumlarının ham protein oranı % 13.5 dur. Araştırmada elde edilen protein değerlerinin yüksek olması arpa filizlerinin fotosentez yapmasından ve kuru madde kaybından ileri gelmektedir (Sneath and McIntosh, 2003; Özkan, 2012).

Çizelge 2. Hidroponik arpa çimi üretiminde farklı uygulamaların bazı gelişim parametreleri üzerine etkisi.

Table 2. Effects of different applications on some growth parameters in the hydroponic barley grass production

| Uygulamalar Applications | | Kuru madde verimi Dry matter yield g m ² ⁻¹ | Ham protein oranı Crude protein percentage (%) | Ham protein verimi Crude protein yield g m ² ⁻¹ | Ham protein kayıpları Crude protein losses (%) |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Ön Islatma Pre-soaking (h) | Control | 5050 bc | 18.8 | 950 | -19.04 |
| | 6 | 4840 c | 19.9 | 960 | -17.77 |
| | 12 | 5350 b | 19.3 | 1030 | -11.94 |
| | 24 | 5870 a | 17.5 | 1030 | -12.30 |
| LSD | | 416.4** | Ns | Ns | Ns |
| Sıcaklık Temperature (°C) | 18 | 5500 c | 18.3 | 1010 b | -14.09 b |
| | 22 | 5870 b | 17.5 | 1030 ab | -12.30 ab |
| | 24 | 6010 a | 18.6 | 1120 a | -4.70 a |
| LSD | | 104.1** | Ns | 86.78* | 7.45* |
| Sulama Süresi ve Sıklığı (sn dakika ⁻¹) Irrigation time and frequency (sec min ⁻¹) | 5 15 ⁻¹ | 6000 | 17.1 bc | 1030 a | -12.51 a |
| | 10 30 ⁻¹ | 5570 | 16.5 c | 920 b | -21.58 b |
| | 20 60 ⁻¹ | 5890 | 18.0 a | 1060 a | -9.57 a |
| | 40 120 ⁻¹ | 5870 | 17.5 ab | 1030 a | -12.30 a |
| | 80 120 ⁻¹ | 5930 | 17.1 bc | 1010 a | -13.54 a |
| 120 120 ⁻¹ | 6130 | 16.5 c | 1010 a | -13.64 a | |
| LSD | | Ns | 0.79 ** | 68.93* | 5.73** |
| Işıklanma Süresi ve Rengi Lightening time and color (h) | 24 - Beyaz | 5870 | 17.5 bc | 1030 | -12.30 |
| | 24 - Mor | 5450 | 19.0 ab | 1040 | -11.62 |
| | 24 - Sarı | 5700 | 17.2 c | 980 | -16.28 |
| | 16 - Beyaz | 5330 | 19.5 a | 1040 | -11.31 |
| 20 - Beyaz | 5350 | 19.2 ab | 1030 | -12.32 | |
| LSD | | Ns | 1.68 * | Ns | Ns |

* ; P < 0.05, ** ; P < 0.01, LSD; Asgari önemli fark, Ns; Önemli değil.

LSD; Least Significant Difference, Ns; Not significant.

Ham protein verimi (g m² ⁻¹) ve kayıpları (%)

Sıcaklık ile sulama süresi ve sıklığı uygulamaları ham protein verimi ve kayıpları üzerine istatistiki olarak önemli olmuştur (P < 0.05). Sıcaklık uygulamaları içerisinde en yüksek ham protein verimi (1120) ile en düşük (4.7) ham protein kaybı 24 °C sıcaklık uygulamasından elde edilmiştir. Sulama süresi ve sıklığı uygulamalarında ise en yüksek ham protein verim değerleri ile en düşük ham protein kayıpları 10 sn 30 dk ⁻¹ haricindeki diğer sulama sıklığı ve süresi uygulamalarından elde edilmiş ve aynı istatistiki gruba dahil olmuşlardır (Çizelge 2).

Benzer konularda daha önce yapılan araştırmaların bir kısmında elde edilen yeşil yem verimi, kuru madde ve ham protein oranı değerleri bizim bulgularımızla örtüşürken (El-Deeba et al., 2009; Fazaeli et al., 2012) bazıları daha yüksek (Al-Karaki and Al-Hashimi, 2012; Özkan, 2012)

bazıları ise daha düşük değerler (Dung et al., 2010) elde etmişlerdir. Aynı konularda farklı sonuçların elde edilmesi; tohum çeşit ve kalitesi, su kalitesi ve pH, sulama süresi ve sıklığı, ön ıslatma süresi, bitki besi elementi varlığı, sıcaklık, nem oranı, ışık yoğunluğu ve pozisyonu, tohum yoğunluğu ve yetiştirme süresi gibi uygulamaların benzerliği ve farklılığından kaynaklanmaktadır (Sneath and McIntosh, 2003; Dung et al., 2010; Fazaeli et al., 2012)

Sonuç

En yüksek kuru madde ve ham protein verim değerleri elde etmek için 24 h ön ıslatma süresi, 24 °C sıcaklık, 10 sn 30 dk ⁻¹ haricindeki diğer sulama süresi ve sıklığı uygulamaları ile bütün ışıklandırma süresi ve rengi uygulamaları tavsiye edilebilir niteliktedir.

Kaynaklar

- Al-Karaki, G. and Al-Hashimi, M. 2012. Green Fodder Production and Water Use Efficiency of Some Forage Crops Under Hydroponic Conditions. *ISRN Agronomy*, 10: 1-5.
- Dung, D.D., Godwin, I.R. and Nolan, J.V. 2010. Nutrient Content and in Sacco Digestibility of Barley Grain and Sprouted Barley. *J. Animal and Veterinary Adv.*, 9(19): 2485-2492.
- El-Deeba, M.M., El-Awady, M.N., Hegazi, M.M., Abdel-Azeem, F.A. and El-Bourdyny, M.M. 2009. Engineering Factors Affecting Hydroponics Grass-Fodder Production. *Agric. Eng. And Variables of the Present Epoch.*, The 16th Annual Conference of the Misr Society of Ag. Eng., 25 July, 2009, 1647-1666.
- Fazaeli, H., Golmohammadi, H.A., Tabatabayee, S.N. and Asgari-Tabrizi, M. 2012. Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System. *World Applied Sci. J.*, 16(4): 531-539.
- 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. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8(2): 625-627.
- Micera, E., Ragni, M., Minuti, F., Rubino, G., Marsico, G. and Zarrilli, A. 2009. Improvement of Sheep Welfare and Milk Production Fed on Diet Containing Hydroponically Germinating Seeds. *Ital. J. Anim. Sci.*, 8(2): 634-636.
- JMP, 2007. *Statistic and Graphics Guide*, Release 7, SAS Institute Inc., Cary, USA.
- Myers, J.R. 1974. *Feeding Livestock From The Hydroponic Garden*. M. Sci. Thesis, Arizona State University, p 101, Arizona-USA.
- Özkan, P. 2012. *Taze Yeşil Yem Üretiminde Arpanın Çimlenme Performansının Arttırılması Üzerine Araştırmalar*. Yüksek Lisans Tezi, Yayınlanmamış. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 27 sayfa, Çanakkale.
- Sneath, R. and McIntosh, F. 2003. *Review of Hydroponic Fodder Production for Beef Cattle*. <http://www.qcl.farmonline.com.au/files/48/20/01/000012048/Hydroponicfodder.pdf>, (Accessed June 1, 2013).
- Yavuz, H.M. 2006. *Süt Sığırlarının Beslenmesinde Temel İlkeler*. Süttaş Süt Hayvancılığı Eğitim Merkezi Yayınları, Bursa