

HİDROPONİK YEŞİL YEM ÜRETİMİNDE ARPA, BUĞDAY VE MÜRDÜMÜĞÜN VERİM VE KALİTELERİNİN ZAMANA BAĞLI DEĞİŞİMİ

THE CHANGING IN YIELD AND QUALITY OF BARLEY, WHEAT AND GRASS PEA IN HYDROPONIC FORAGE SYSTEM BASED ON THE HARVEST TIME

Medine Çopur Doğrusöz^{1*}, Uğur Başaran², Hanife Mut³, Erdem Gülümser⁴

¹Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Yozgat, Turkey

²Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Yozgat, Turkey

³Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Bilecik, Turkey

⁴Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimleri Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü

Bilecik, Turkey

Özet

Son yıllarda hayvan beslemede hidroponik yeşil yemelerin kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Hidroponik yeşil yem üretimi tanenin hayvanlara doğrudan verilmesi yerine hidroponik ortamda belli bir süre çimlendirilerek verilmesi esasına dayanmaktadır. Tanein çimlendirilmesi ile enzim aktivitesi, vitamin içeriği, protein ve lif oranı yüksek ancak kuru madde içeriği daha düşük yeşil yem elde edilmektedir. Hidroponik yeşil yem üretiminde kullanılan tanelerin etkin ve hızlı çimlenme kabiliyetinde olmaları önemlidir. Nitekim bu amaçla genellikle arpa ve mısır gibi tahıllar kullanılmakta ve hasatları 7. günde yapılmaktadır. Ancak, hasat süresinin uygunluğu ve baklagillerin hidroponik sitemde kullanımı konusunda literatürde yeterince bilginin olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada, arpa (*Hordeum vulgare* L.), buğday (*Triticum aestivum* L.), ve mürdümüğün (*Lathyrus sativus* L.) hidroponik yeşil yem üretiminde kullanım potansiyelleri ve en uygun hasat süreleri araştırılmıştır. Bu amaçla her üç bitkinin hidroponik ortamda 6, 7 ve 8. günlerde hasatları yapılmış ve bu günlere ilişkin kuru madde, protein, ADF, NDF ve mineral içerikleri incelenmiştir. Ve elde edilen sonuçlar tane ile kıyaslanmıştır. Buna göre taneyle kıyaslandığında hidroponik ortamda her üç bitkinin kuru madde içeriğinin azaldığı, protein, ADF ve NDF içeriğinin arttığı görülmüştür. Mineral içeriği ise arpa ve buğdayda artarken mürdümükte azalma eğilimde olmuştur. İncelenen özellikler için hasat zamanı önemli bir faktör olarak tespit edilmiş ve her üç türün 8. günde kalitelerinde ve kuru madde miktarlarında azalma görülmüş, bu nedenle en yüksek kazanım açısından 7. günde hasat edilmelerinin uygun olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelime: Hidroponik yem, arpa, mürdümük, kuru madde, protein

Abstract

In recent years, it has been observed that the use of hydroponic green forages has become widespread in animal nutrition. Production of hydroponic green forage is based on the germination of the grains with a certain period of time in hydroponic environment, instead of giving the animals directly. With the germination of the grain, green feed is obtained with high enzyme activity, vitamin content, protein and fiber but lower dry matter content. It is important that the grains used in the production of hydroponic green forage have effective and rapid germination ability. Thus, grains such as barley and corn are used for this purpose and their harvest is generally done on the 7th day. However, there is not enough information in the literature about the suitability of the

harvest time and the use of legumes in the hydroponic system. In this study, the usage potentials and optimum harvesting periods of barley (*Hordeum vulgare* L.), wheat (*Triticum aestivum* L.), and grass pea (*Lathyrus sativus* L.) in hydroponic green forage production were investigated. For this purpose, all three plants were harvested on the 6th, 7th and 8th days in hydroponic environment and the dry matter, protein, ADF, NDF and mineral contents of these days were examined. And the results obtained were compared with grains. According to this, when compared to grain, it was seen that the dry matter content of all three plants decreased and protein, ADF and NDF content increased in hydroponic system. The mineral content, on the other hand, increased in barley and wheat, while decreased in grass pea. Harvest time was determined as an important factor for the studied characteristics and it was determined that the quality and dry matter amount of all three species decreased on the 8th day, therefore it was determined that they would be harvested on the 7th day in terms of highest gain.

Keywords: Hydroponic forage, barley, grass pea, dry weight, protein.

1. GİRİŞ

Taze kaba yemler hayvan beslemede büyük önem taşımaktadırlar. Ancak taze yemlere yılın her zamanında özellikle kış aylarında ulaşmak oldukça güçtür. Bu sorun hayvanların kapalı ortamlarda beslenmesinin yaygınlaştığı günümüzde giderek daha büyük sorun haline gelmektedir. Bu sorunun çözümüne katkı sunabilecek, hayvanlara yeşil taze kaba yem sağlayan hidroponik yem üretimi son yıllarda yaygınlaşmaya başlamıştır.

Hidroponik yem üretim sistemi topraksız ortamda sadece su ve bitki tohumlarının kullanılması ile kaba yem üretimidir. Bu sistem 1699 yılında ilk kez İngiltere’de kullanılmış, ülkemizde ise 2009 yılından sonra, yaygınlaşmaya başlamıştır [1]. Hidroponik ortamda yem üretiminde çoğunlukla arpa, buğday, mısır vb. tahıllar kullanılmaktadır. Tohumların belirli koşullarda ve kısa sürede (7 gün) çimlendirilip besin değeri yüksek, düşük maliyetli taze yeşil yem yetiştirmek esasına dayalı bu sistem ile, yılın her mevsiminde hayvanların taze ve yeşil kaba yem ihtiyacını karşılamak mümkün olabilmektedir. Son yıllarda giderek yaygınlaşan bu yeni teknoloji sayesinde 7-10 gün arasında 1 kg taneden 10 kg’a kadar yeşil yem elde edilebilmektedir. Samanın üçte biri, yoncanın ise yedide biri kadar maliyete üretilen hidroponik yemlerin, yem giderlerinde % 35-45 tasarruf sağlandığı belirtilmektedir. İlaveten bu sistem tarla tarımında kullanılan suyun sadece % 3-5’ini kullanarak aynı miktarda yem üretimine imkan sağlamaktadır [1, 2, 3, 4].

Hidroponik ortamda üretilen yemler; gür ve yumuşak dokuları sayesinde hayvanlar tarafından sevilerek tüketilmekte, bunun yanı sıra yüksek sindirilebilirliği, ham protein oranını, besin içeriği ve A, E ve D vitaminlerince zengin olması hayvan performansını olumlu etkilemektedir [5, 6]. Ayrıca, hastalıklara karşı direnci artırdığı, döl tutma oranını artırdığı ve hayvanlara daha yüksek enerji sağladığı belirlenmiştir [1]. Hidroponik üretimde verim ve kalite; sistem yönetimi, kullanılan tohum çeşidi ve kalitesi, sulama süresi ve sıklığı, ön ıslatma süresi, bitki besin elementi varlığı, sıcaklık, nem oranı, ışık yoğunluğu ve pozisyonu, tohum yoğunluğu ve yetiştirme süresi gibi özelliklerden etkilenmektedir.

Hidroponik yeşil yem üretimi sürecinde tahıl tanesinde bulunan depo maddelerine bağlı olarak 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. Hidroponik yeşil yem üretiminde suyun daha etkin ve verimli kullanımı, küçük alanlarda tüm yıl kesintisiz lif, protein, vitamin ve mineral içeriği zengin yeşil yem üretimi bu sistemin dünya genelinde yaygınlaşmasında önemli olmuştur [7, 8, 2].

Tahılların, özellikle de buğdayın çim suyunun besin değeri üzerine yapılan araştırmalarda yüksek konsantrasyonlarda klorofil ve proteaz, amilaz, lipaz, sitokrom, oksidaz, transhidrogenaz, superoksit dismutaz gibi farmakolojik enzimler ile apigenin, kuersetin, luteolin gibi bioflavonoidler içerdiği,

vitamin A, B, C, E ve K bakımından zengin olduğu, kalsiyum, fosfor, potasyum, demir, magnezyum, sodyum, sülfür, çinko, bor, mangan, molibden, selenyum ile 17 farklı aminoasidin bulunduğu belirtilmiştir [9, 10, 11].

Tane yemler yoğun olarak tüketildiklerinde içermiş oldukları konsantre besinler veya toksik bileşikler hayvan sağlığını tehdit edebilmektedir [12]. Bu anlamda tane yemlerin 7-10 gün süreyle çimlendirilmesiyle hem bu tür olumsuzlukların önüne geçilebilmekte hem de kısa sürede tanenin 10 katına kadar ağırlıkta taze yem üretebilmektedir. Dolayısıyla bu teknoloji verimliliği artırmakta ve özellikle kurak bölgelerde veya kış aylarında hayvanların taze yem ihtiyaçlarının giderilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Bu anlamda hidroponik yem üretim sisteminde yaygın olarak değerlendirilen arpa ve buğdayın, daha önce bu sistemde değerlendirilmemiş olan mürdümüğün kullanım potansiyelleri ve en uygun hasat sürelerinin belirlenmesi araştırılmıştır..

2. MATERYAL VE YÖNTEM

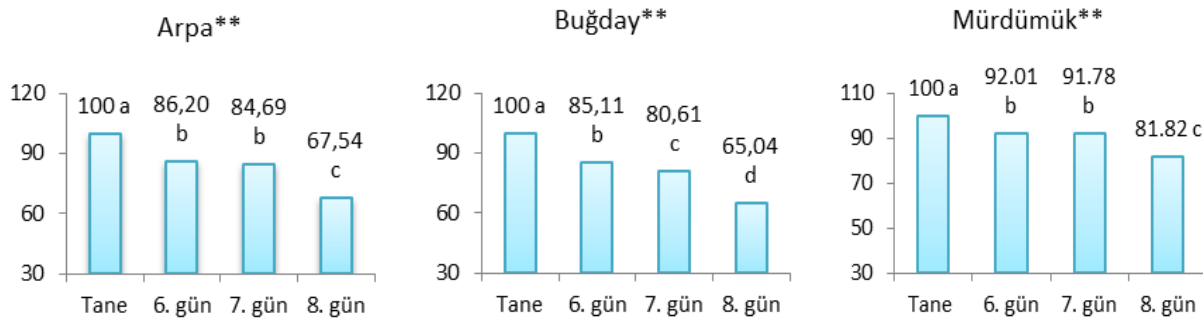
Çalışmada arpa (*Hordeum vulgare* L.) ve buğdayın (*Triticum aestivum* L.) yerel popülasyonları ile mürdümüğün (*Lathyrus sativus* L.) “Gürbüz-2001” çeşidine ait tohumlar kullanılmıştır. Çalışma Yozgat Bozok Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Bünyesinde bulunan iklim odasında yürütülmüştür ve her tür için farklı denemeler kurulmuştur. Buna göre her deneme 3 farklı hasat zamanı için üç tekerrürlü olarak planlanmıştır.

Her işlem için 100 gram tohum tartılarak, 10 dakika %10'luk sodyum hipoklorit çözeltisi ile sterilizasyon işlemi sonrasında 22 ° C' de 150 ml çeşme suyunda 18 saat bekletilmiştir. Daha sonra tohumlar yıkanmış ve hidroponik yem üretimi için 15x16x5 cm büyüklüğünde polietilen kaplara yerleştirilmiştir. Her bir kaba günde 4 kez üstten püskürtme ile çeşme suyu verilerek filizlerin su ihtiyacı karşılanmıştır. Denemeler 6. 7. ve 8. günlerde hasat edilmiştir. Deneme 25 °C, 16 saat aydınlık, 8 saat karanlık koşullarda yürütülmüştür. Aydınlık koşullarında beyaz, 12000 lük ışık şiddeti florasan lambalar kullanılmıştır. Hasat edilen bitki materyalleri deneme ortamından alınarak sabit ağırlığa gelene kadar 48 saat 65 °C' de kurutulmuş ve kuru ağırlık (KA) için tartılmıştır. Kurutulmuş örnekler 1 mm boyutunda öğütülmüş ve ham protein oranı (HP), nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve mineral madde (Ca, P, K ve Mg) analizleri için hazırlanmıştır. Bu analizler IC0904FE yazılımı ile yakın kızıl ötesi yansıma spektroskopisi (Foss 6500) (Foss NIRSystems, Inc., Silver Spring, MD, ABD) kullanılarak belirlenmiştir. Ham protein verimi (HPV), nihai kuru ağırlığın ham protein oranı ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır. Ayrıca arpa, buğday ve mürdümük taneleri de aynı özellikler bakımından incelenmiş ve hidroponik ortamda elde edilen filizlerle karşılaştırılmıştır.

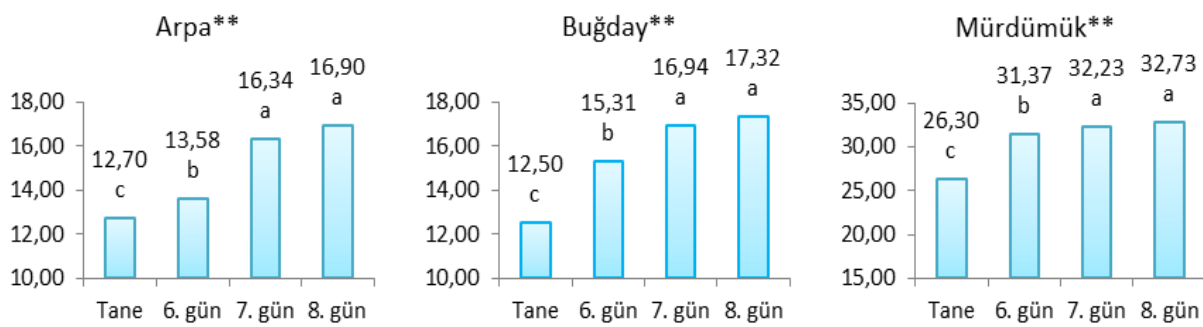
Elde edilen veriler SPSS 20.0 istatistik programı ile tür bazında ayrı ayrı analiz edilmiş ve ortalamalar arasındaki farklar S_{Duncan} çoklu karşılaştırma testi ile belirlenmiştir.

3. BULGULAR

Hidroponik ortamda yetiştirilen arpa, buğday ve mürdümük filizlerinin hasat zamanına bağlı olarak kuru ağırlıkları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Şekil 1). Kuru ağırlık tane ile kıyaslandığında üç bitki filizinde de azalmış ve en fazla kayıp 8. günde belirlenmiştir. En az kuru ağırlık kaybı arpada 6 ve 7. gün (86.20, 84.69 g), buğdayda 6. gün (85.11 g) ve mürdümükte ise 6. günde (92.01 g) belirmiştir. Arpa, buğday ve mürdümük filizlerinde kuru ağırlık kaybı 6. günden 8. güne kadar paralel ve 8. günde daha belirgin bir düşüş göstermiştir. Ancak mürdümüğe oranla arpa ve buğdayda daha fazla kuru ağırlık kaybı meydana gelmiştir.

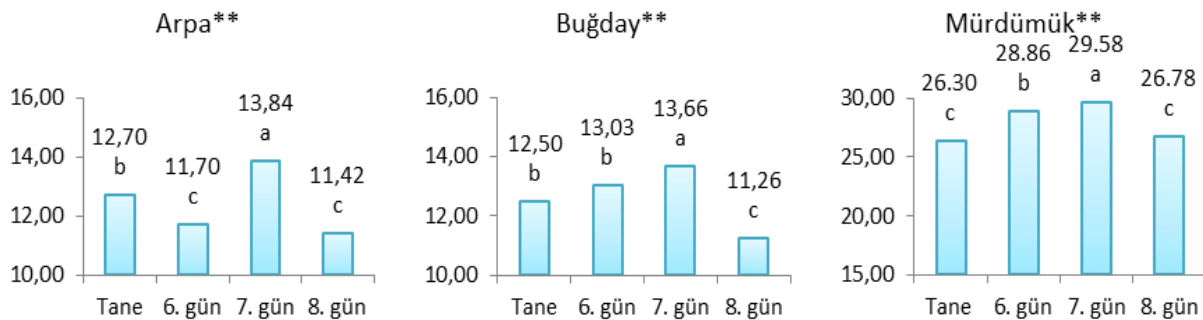


Şekil 1. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümükün hasat dönemlerine ilişkin kuru ağırlık (g) değişimi (**:p<0.01)



Şekil 2. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümükün hasat dönemlerine ilişkin ham protein oranı (%) değişimi (**:p<0.01)

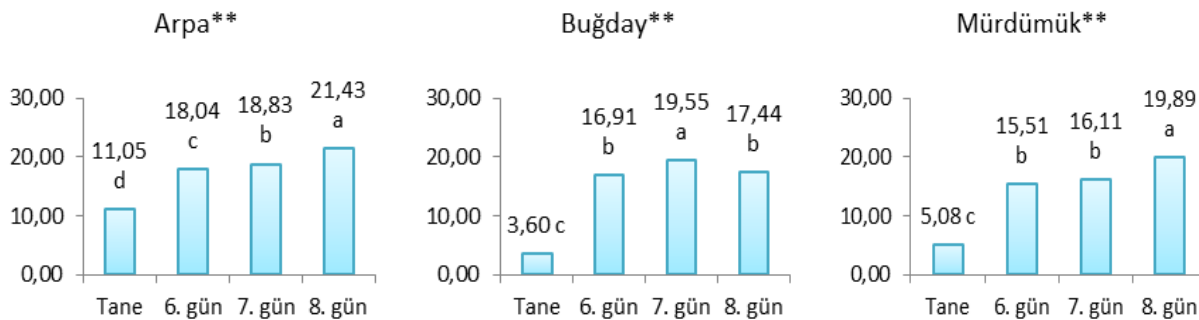
Farklı günlerde hasat edilen hidroponik arpa, buğday ve mürdümükte ve başlangıç tanelerinde ham protein oranı önemli düzeyde farklı ($p<0.01$) olmuştur (Şekil 2). Her üç türde de deneme süresince protein oranı artış göstermiş ancak 7. ve 8. günlerde aynı grupta yer almıştır. Sekizinci günün sonunda taneye kıyasla protein oranı arpada % 12,70' den % 16,90'a, buğdayda % 12,50' den % 17,32'e ve mürdümükte % 26,30' dan % 32,73' e çıkmıştır. Bu artış oransal olarak arpa ve buğdayda mürdümükten daha yüksek olmuştur.



Şekil 3. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümükün hasat dönemlerine ilişkin ham protein verimi (%) değişimi (**:p<0.01)

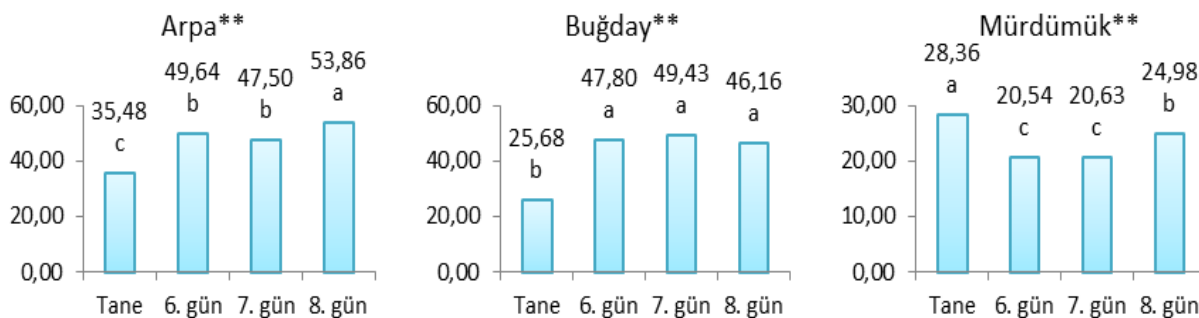
Ham protein verimi kuru ağırlık üzerinden hesaplanmış olup her üç türde de zamana bağlı değişim istatistiksel olarak çok önemli ($p<0.01$) olmuştur (Şekil 3). Protein verimi arpa filizlerinde 13,84 g ile en yüksek 7. günde, en düşük ise 11,70 ve 11,42 g ile 6. ve 8. günlerde, buğday filizlerinde ise en yüksek 13,66 g ile 7. günde ve en düşük 11,26 g ile 8. günde belirlenmiştir. Buğday ve arpaya

benzer şekilde mürdümük filizlerinde de en yüksek protein oranı 29.58 g ile 7. günde elde edilmiştir. Tüm türlerde 8. gün protein verimi kuru ağılıktaki azalmaya bağlı olarak düşüş göstermiştir.



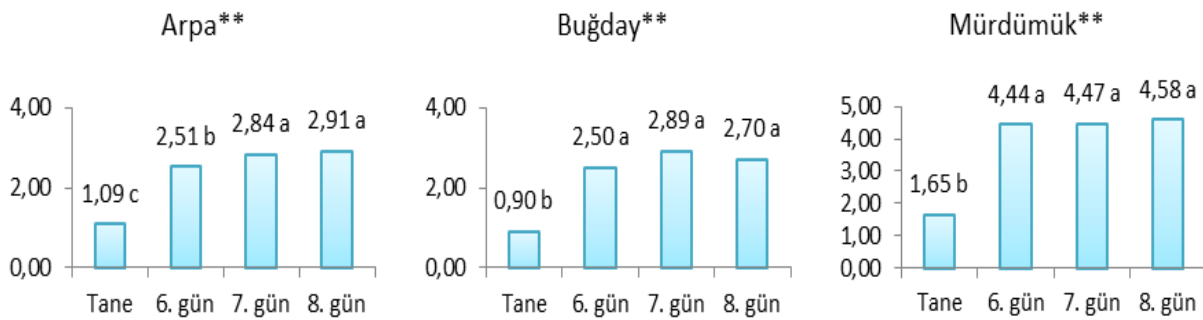
Şekil 4. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümüğün hasat dönemlerine ilişkin ADF içeriği (%) değişimi (**:p<0.01)

Arpa, buğday ve mürdümük filizlerinin ADF içeriği de taneden önemli düzeyde farklı olmuş ve hasat zamanına bağlı olarak önemli (p<0.01) değişim göstermiştir (Şekil 4). Arpa tanesinin ADF içeriği % 11.05, buğday tanesinin % 3.60 ve mürdümük tanesinin % 5.08 olmuş ve hidroponik ortamda her üç türde de taneden daha yüksek ADF içeriği elde edilmiştir. Arpa ve mürdümükte ADF içeriği sürekli artarken, buğdayda 7. günden sonra azalma göstermiştir. En yüksek ADF oranı arpa da (% 21.43) ve mürdümükte (% 19.89) 8. günde, buğdayda (% 19.55) 7. günde belirlenmiştir.



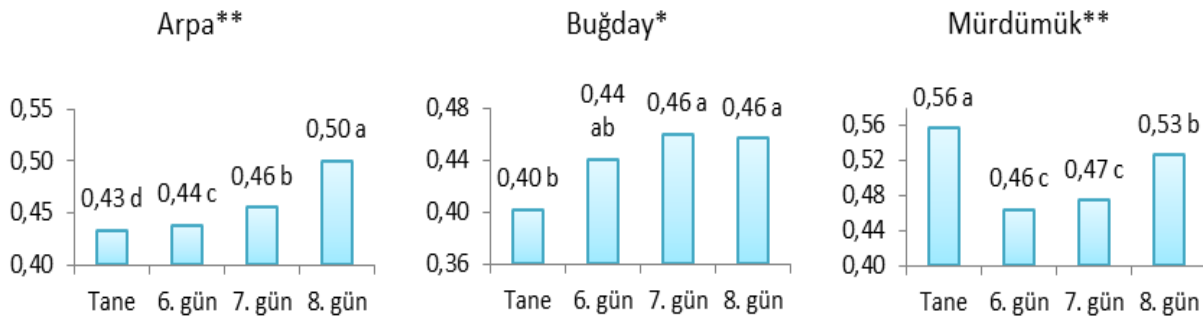
Şekil 5. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümüğün tane ve hasat dönemlerine ilişkin NDF içeriği (%) değişimi (**:p<0.01)

NDF içeriği ise arpa ve buğday filizlerinde ADF içeriğine benzer şekilde taneden yüksek olmuş ancak mürdümükte ise tüm hasat dönemlerinde taneden daha düşük olmuştur. En yüksek NDF oranı arpada 8. günde (%53.86) elde edilmiş, buğdayda ise her üç hasat dönemi de istatistiksel olarak benzer olmuştur. Ancak NDF oranı mürdümükte 6. ve 7. günlerde düşerken 8. günde önemli düzeyde yükselmiştir (Şekil 5).



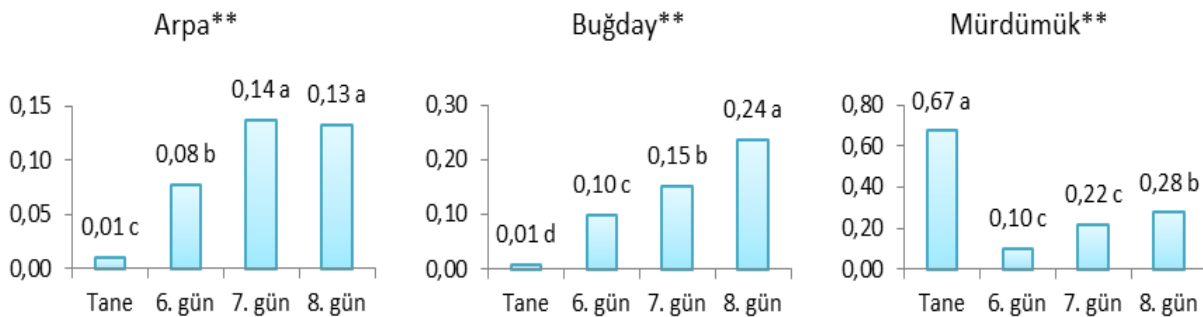
Şekil 6. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümüğün hasat dönemlerine ilişkin potasyum içeriği (%) değişimi (**: $p<0.01$)

Hidroponik ortamda yetiştirilen ve farklı zamanlarda hasat edilen arpa, buğday ve mürdümük filizlerinin ve başlangıç tanelerinin potasyum (K) içeriği Şekil 6’ da verilmiş ve ortalamalar arasında fark istatistik açıdan çok önemli ($p<0.01$) olmuştur. Her üç türün filizlerin K oranı taneye kıyasla önemli düzeyde artmıştır. Arpa filizlerinde K içeriği en yüksek 7. ve 8. günlerde sırasıyla % 2.84 ve 2.91 olarak belirlenmiştir. Buğday ve mürdümük filizlerinde ise K her üç hasat zamanında da benzer olmuştur. Genel olarak türler kıyaslandığında taneye göre K artışı mürdümükte arpa ve buğdaydan daha fazla olmuştur.



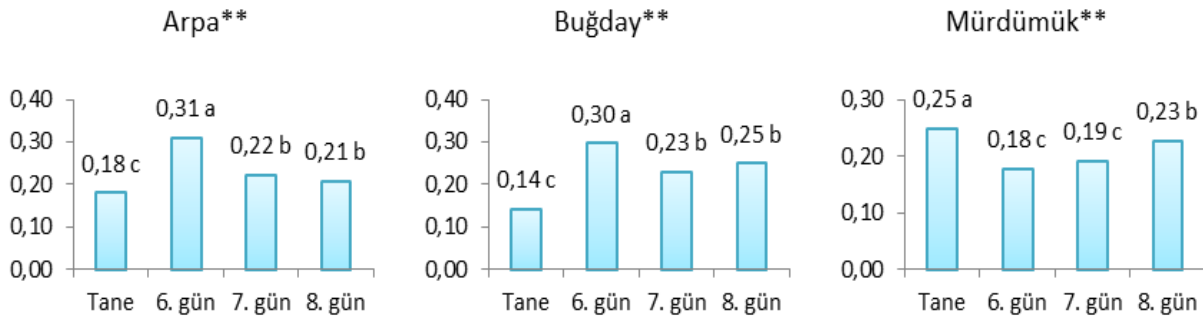
Şekil 7. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümüğün hasat dönemlerine ilişkin fosfor içeriği (%) değişimi (**: $p<0.01$)

Arpa ve mürdümük filizlerinde fosfor (P) içeriği hasat günleri arasında çok önemli ($p<0.01$), buğday filizlerinde ise önemli ($p<0.05$) düzeyde farklılık göstermiştir (Şekil 7). Hidroponik arpada en düşük P içeriği (% 0.43) tanede belirlenmiş ve tanelerin filizlenmesi artış göstererek 8. günde % 0.50 ile en yüksek değere ulaşmıştır. Buğdayda ise yine en düşük P içeriği % 0.40 ile tanede belirlenmiş ve filizlerin tüm hasat zamanları aynı grupta ve en yüksek değere sahip olmuşlardır. Mürdümükte arpa ve buğdayın aksine en yüksek P (% 0.56) tanede tespit edilmiştir. Ayrıca mürdümük tanelerinin filizlenmesi ile 6. günde (% 0.46) önemli miktarda düşen P içeriği 8. günde % 0.53’ e yükselmiştir.



Şekil 8. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümüğün hasat dönemlerine ilişkin kalsiyum içeriği (%) değişimi (**: $p<0.01$)

Her üç türün hidroponik üretiminde hasat zamanı kalsiyum (Ca) içeriğini de çok önemli düzeyde etkilemiştir (Şekil 8). Arpa ve buğday tanelerinde olan Ca içeriği (% 0.01) filizlerinden oldukça düşük olmuştur. Arpa filizlerinde en yüksek Ca içeriği % 0.14 ile 7. gün ve % 0.13 ile 8. günde belirlenmiş, 6. gün hasadında ise % 0.08'e düşmüştür. Buğdayda hidroponik üretimdeki hasat gününün ilerlemesine paralel bir şekilde Ca içeriği artış göstererek % 0.24 ile 8. günde maksimum değere çıkmıştır. Mürdümükte ise taneye kıyasla tüm işlemler düşük Ca içeriğine sahip olmuştur. Fakat 6. ve 7. günde düşen Ca içeriği 8. gün hasat edilen mürdümük filizlerinde tekrar yükselmiş ancak tane değerine ulaşamamıştır.



Şekil 9. Hidroponik sistemde arpa, buğday ve mürdümüğün hasat dönemlerine ilişkin magnezyum içeriği (%) değişimi (**: $p < 0.01$)

Hidroponik yem üretim sisteminde yetiştirilen arpa, buğday ve mürdümük filizlerinin farklı hasat günlerinde magnezyum değerleri arasındaki farklılık önemli ($p < 0.01$) olmuştur. Arpa tanesinde % 0.18 olan Mg içeriği tanelerin filizlenmesi ile 6. günde en yüksek değere (% 0.31) ulaşmış ancak hasadın ilerlemesi ile 7. ve 8. günlerde azalmıştır. Buğdayda ise Mg içeriği arpaya benzer şekilde değişim göstermiş ve 6. günde % 0.30 ile maksimum değere ulaşmıştır. Mürdümük tanelerinde % 0.25 olan Mg oranı filizlenmenin 6. ve 7. gününde azalmış, 8. günde (% 0.23) tekrar artmıştır (Şekil 9).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Hidroponik ortamda yetiştirilen arpa, buğday ve mürdümük filizlerinin kuru ağırlık protein oranı ve verimi, ADF, NDF ve mineral madde içerikleri farklı hasat zamanlarında önemli değişiklikler göstermiş ve taneye oranla önemli düzeyde farklı olmuştur.

Hidroponik yem üretim sistemindeki kuru ağırlık kaybı beklenen olumsuz bir durumdur. Mevcut çalışmada da bu durum gözlenmiş ve üç türde zamana paralel olarak çimlenmeyle birlikte kuru ağırlık kaybı olmuştur. Hidroponik sistemde, taneler çimlenme sırasında tohumlardaki metabolik enerjiyi büyüme ve gelişme için kullanır ve daha sonra fotosenteze başlarlar. Fotosentezin başlaması ve ortamda bulunan su ile yeşil ağırlıkta ciddi artışlar görülür. Ancak bu süreçte kuru ağırlıkta bir azalma olmaktadır. Kuru ağırlık kaybı erken dönemde fotosentez ile telafi edilemediğinden, artan taze ağırlığa karşı kuru ağırlık önemli ölçüde azalmaktadır. Benzer şekilde Bautista (2002), Morgan ve ark. (1992) ve Naik ve ark. (2013) [12, 13,14], hidroponik üretimde taze ağırlıkta 5-10 kat artışa rağmen kuru ağırlıkta önemli bir azalma olduğunu bildirmiştir. Fazaeli ve ark. (2012) hidroponik yem üretim sisteminde, yedinci günde hasat edilen arpanın kuru ağırlığındaki kaybın en düşük olduğunu bildirmişlerdir [15]. Buğdayda ise Policarpo ve ark. (2007) en uygun hasadın 8. gün [16], Mackowiak ve ark. (1989) 7. gün olduğunu bildirmişleridir [17].

Arpa, buğday ve mürdümük filizlerinde protein oranı filizlenme ile taneye göre her üçünde de artmış ve 7. ve 8. gün hasat edilenlerde en yüksek değere ulaşmıştır. Protein verimi bakımından ise her üç türde de 7. gün hasadın uygun olduğu belirlenmiştir. Baklagil bitkisi olan mürdümükte hem kuru ağırlık hem de protein oranı ve verimi bakımından arpa ve buğdaydan daha yüksek sonuçlar elde edilmiştir. Yürütülen benzer çalışmalarda, 7. günde hasat edilen hidroponik arpanın yaklaşık % 14 protein içerdiğini bildirmişlerdir [14,15, 18]. Ayrıca, Snow ve ark. (2008) ve Sneath ve

McIntosh (2003) filizlenmiş arpanın protein içeriğinin % 24' e kadar çıkabileceğini bildirmişlerdir [5, 19]. Mackoviak ve ark. (1989) ve Policarpo ve ark. (2007) ise farklı günlerde hasat ettikleri hidroponik buğdayda ham protein oranını yaklaşık % 18 olduğunu gözlemlemişlerdir [16, 17]. Ayrıca, Kantale ve ark. (2017) tarafından yapılan çalışmada hidroponik buğdayın protein içeriğinin % 16.75 sonucu bildirilen sonuçlar ile uyumlu olmuştur [20]. Diğer çalışmalar ile olan farklılıklar kullanılan tohum materyallerinden ve yetiştirme koşullarından kaynaklanabilmektedir.

Farklı günlerde hasat edilen arpa filizlerinde ADF içeriği % 18.04 – 21.43, buğdayda % 16.91 – 19.55, mürdümükte % 15.51 – 19.89 arasında değişmiş ve tane değerlerinden oldukça yüksek bulunmuştur. Hayvanların beslenmesi açısından kaliteli kaba yemlerde ADF sınıflandırılmasında her üç türün filizlerinin mükemmel (prime<% 31) grubunda yer aldığı görülmüştür [21, 29]. NDF içeriği bakımından ise arpa filizleri % 47.50 – 53.86, buğday filizleri % 46.16 – 49.43 ve mürdümük filizleri % 20.54 – 24.98 arasında değere sahip olmuştur. Filizlerin NDF içeriği tane ile kıyaslandığında, arpa ve buğday filizleri taneden oldukça yüksek, mürdümük filizlerinde ise daha düşük olmuştur. Kaliteli kaba yemlerde NDF sınıflandırmasına göre arpa buğday iyi (% 46-53), mürdümük ise mükemmel (prime<% 40) sınıfında yer almıştır [21, 29]. NDF ve ADF içeriği gibi hücre duvarı bileşenleri hidroponik sistemde fotosentetik aktivite nedeniyle arttığı birçok araştırmacı [8, 15, 22, 23, 24] tarafından da bildirilmiştir.

Hidroponik arpa ve buğdayda taneye göre mineral madde oranları artmış ve bu artışta hasat zamanları önemli olmuştur. Ayrıca arpa ve buğday filizlerinin K, P ve Ca oranı hasat zamanının ilerlemesi ile artış göstermiş ancak Mg oranında 6. günden sonra düşme olmuştur. Mürdümük filizlerinde ise K hariç diğer tüm mineraller taneden daha düşük değere sahip olmuştur. Mürdümükte K ve P içeriğinin arpa ve buğdaydan daha yüksek ancak Mg içeriğinin ise daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca arpa ve buğday filizlerinin mineral madde oranları tane içeriklerinden yüksek olmuş fakat mürdümük filizlerinde K hariç diğer elementlerde taneye oranla düşüşler gözlenmiştir. Hayvanların kaliteli beslenebilmesi için kaba yemlerde kalsiyumun en az % 0.3, potasyumun % 0.20, fosforun % 0.3 ve magnezyumun % 0.1 düzeyinde olması bildirilmiştir [25, 26]. Çalışma sonucunda elde edilen mineral madde içerikleri her üç türde de kaliteli kaba yem sınıflandırmasının en alt sınırın üzerinde bulunmuştur. Yapılan benzer çalışmalarda, arpa ve buğday filizlerinin mineral içeriğinin (Ca, Mg, P ve K) tanelerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir [7, 27, 28]. Bununla birlikte, ham protein, ADF, NDF ve mineral içerikleri, hasat zamanı, büyüme koşulları ve çimlenme sırasında tanelerde depolanan besin öğelerinden etkilenebilmektedir. Hidroponik sistemde, hasat günü için farklı görüşler sunulmuş olup, çoğunlukla, 7. gün tavsiye edilmiştir [12, 15], ancak 8. günü öneren çalışmalar da vardır [20]. Ayrıca hidroponik sistemde hasat zamanının geciktirilmesi ile arpa filizlerinde kuru madde kaybı ve beslenme değerinin önemli ölçüde düştüğü vurgulanmıştır [23].

Sonuç olarak, tanelerine oranla hidroponik ortamda yetiştirilen arpa, buğday ve mürdümüğün kimyasal yapısında önemli değişimler tespit edilmiştir. Bu değişimde hasat zamanı önemli bir etki göstermiş ve 7. gün üç bitki içinde en uygun hasat zamanı olarak belirlenmiştir. Yine her üç bitkide de 8 günde kuru ağırlık azalmış, protein oranı, ADF ve NDF oranı da genel olarak artmıştır. 7. günden sonra kuru ağırlıktaki kayıp hızlanmış ve protein oranındaki artışa rağmen protein verimi de azalmıştır. Mürdümükte arpa ve buğdaya kıyasla kuru madde kaybı daha düşük ve protein oranındaki artış ise daha yüksek olmuştur. Buna göre arpa ve buğdayın yanı sıra mürdümüğün de hidroponik sistemde kullanılabileceği de tespit edilmiştir.

KAYNAKLAR

[1] Kılıç Ü., “Kaba Yem Üretiminde Hidroponik Tarım Sistemleri”, Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi, 4(9): 793-799, 2016.

- [2] Karasahin M., "Effects of Different Applications on Dry Matter and Crude Protein Yields in Hydroponic Barley Grass Production As a Forage Source", Suleyman Demirel University, Journal of Agriculture Faculty.9 (1):27-33, 2014.
- [3] Baytekin H., "Kaba yeme alternatif lazım". Erişim adresi: <http://bigagunlugu.com/yazarDetay.aspx?yazarID=5&haberID=3987>, 2015.
- [4] Sulser A., "Hydroponic barley fodder feed tests on replacement rams and ewes", Journal of the Nacaa. 8(2). Erişim: <http://www.nacaa.com/journal/index.php?jid=515> Erişim: 15.06.2016, 2015.
- [5] Sneath R., McIntosh F., "Review of hydroponic fodder production for beef cattle", Queensland Government, Department of Primary Industries, Dalby, Queensland, 2003.
- [6] Sharif M., Hussain A., Subhani M. "Use of sprouted grains in the diets of poultry and ruminants", Indian Journal of Research. 2(10):4-7, 2013.
- [7] Dung D.D., Godwin I.R., Nolan J.V., "Nutrient content and in sacco digestibility of barley grain and sprouted barley". Journal of Animal and Veterinary Advances, 9: 2485-2492, 2010.
- [8] Al-Karaki G.N., Al-Momani N., "Evaluation of some barley cultivars for green fodder production and water use efficiency under hydroponic conditions", Jordan Journal of Agricultural Sciences, 7(3): 448-457, 2011.
- [9] Shukla V., Vashistha M., Singh S.N., "Evaluation of antioxidant profile and activity of amalaki (*Embllica officinalis*), spirulina and wheat grass", Indian Journal of Clinical Biochemistry, 24(1): 70-75, 2009.
- [10] Mujoriya R., Bodla R.B., "A study on wheat grass and its nutritional value", Food Science and Quality Management, 2: 1-8, 2011.
- [11] Shah K.V., Kapupara P.K., Desai T.R., "Determination of sodium, potassium, calcium and lithium in a wheat grass by flame photometry". Pharma Science Monitor An International Journal of Pharmaceutical Sciences, 900-909, 2011.
- [12] Naik P.K., Dhuri R.B., Karunakaran M., Swain B.K., Singh N.P., "Hydroponic technology for green fodder production". Indian Dairyman, 65: 54-58, 2013.
- [13] Bautista SH., "Producción de forraje verde hidropónico de trigo *Triticum aestivum* L. para el mantenimiento de conejos criollos *Oryctolagus cuniculus*", MSc thesis, Universidad Autónoma de Guerrero (UAG) Chilpancingo, Guerrero, México, 2002.
- [14] Morgan J., Hunter R.R., O'Haire R., "Limiting factors in hydroponic barley grass production", In the proceeding of the 8th International congress on soil less culture, pp: 241-261, 1992.
- [15] Fazaeli H., Golmohammadi H.A., Tabatabayee S.N., Asghari-Tabrizi M., "Productivity and Nutritive Value of Barley Green Fodder Yield in Hydroponic System" World Applied Sciences Journal 16 (4): 531-539, 2012.
- [16] Policarpo E.R., Luis Manuel E.M., "Claudio Arturo PM Hydroponic forage wheat production", African Crop Science Conference Proceedings Vol. 8. pp. 1915-1916, 2007.
- [17] Maćkowiak C.L., Owens L.P, Hinkle C.R., Prince R.P., "Continuous hydroponic wheat production using a recirculating system", NASA Tech. Mem. 102784, 1989.
- [18] Al-Ajmi, A., Salih A., Kadhim I., Othman Y., "Yield and water use efficiency of barley fodder produced under hydroponic system in GCC countries using tertiary treated sewage effluents", Journal of Phytology, 1(5): 342-348, 2009.
- [19] Snow A.M., Ghaly A.E., Snow A., "A Comparative Assessment of Hydroponically Grown Cereal Crops for the Purification of Aquaculture Wastewater and the Production of Fish Feed", American Journal of Agricultural and Biological Sciences, 3(1): 364-378, 2008.

- [20] Kantale R.A., Halburge M.A., Deshmukh A.D., Dhok A.P., Raghuwanshiand D.S., Lende S.R., “Nutrient changes with the growth of hydroponics wheat fodder”, *International Journal of Science, Environment and Technology*, 6(3):1800-1803, 2017.
- [21] Ullrey D.E., “Hay Quality Evaluation”. <https://nagonline.net/wp-content/uploads/2013/12/NAG-FS00197-Hay-JONI-FEB-24-2002-MODIFIED.pdf>. 1997.
- [22] Naik P.K., Dhuri R.B., Swain B.K., Singh N.P., “Nutrient Changes with the Growth of Hydroponics Fodder Maize”, *Indian Journal of Animal Nutrition*, 29 (2): 161-163, 2012.
- [23] Akbag H.I., Türkmen OS, Baytekin H, Yurtman IY “Effects of Harvesting Time on Nutritional Value of Hydroponic Barley Production” *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*. 1761-1765, 2014.
- [24] Ata M., “Effect of hydroponic barley fodder on awassi lambs performance”, *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*, 6(8): 60-64, 2016.
- [25] Kidambi S., Matches A., Griggs T., “Variability for Ca, Mg, K, Cu, Zn, and K/(Ca+ Mg) ratio among 3 wheatgrasses and sainfoin on the southern high plains”, *Journal of Range Management*, 316-322, 1989.
- [26] Kacar, B., “Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri”, III. Toprak Analizleri. AÜ Ziraat Fak, Eğt. Arş. ve Gel. Vakfı Yayın (3), 1972.
- [27] Fazaeli H., Golmohammadi H.A., Shoayee A.A., Montajebi N., Mosharraf S., “Performance of feedlot calves fed hydroponics fodder barley” *Journal of Agricultural Science Technology*, 13: 367-375, 2011.
- [28] Karasahin M., “The Determination of Green Fodder Performance of Some Barley Varieties in Soilles Condition”, *International Journal of Agriculture and Wildlife Science (IJAWS)*. 3(2): 87 – 94, 2017.
- [29] Canbolat, O., Kamalak, A., Ozkan, C.O., Erol, A., Sahin, M., Karakas, E., Ozkose, E., “Prediction of relative feed value of alfalfa hays harvested at different maturity stages using in vitro gas production”. *Livestock Research for Rural Development*. <http://www.lrrd.org/lrrd18/2/canb18027.htm>, 2006.