

Atf İçin: Güner Z, Temel S, 2022. Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıklarıyla Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi . İğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 12(4): 2506 - 2519.

To Cite: Güner Z, Temel S, 2022. Determination of Silage Quality of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Varieties Grown with Different Row Spacings Under Dry Conditions. . Journal of the Institute of Science and Technology, 12(4): 2506 - 2519.

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıklarıyla Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

Zeynep GÜNER¹, Süleyman TEMEL^{2*}

ÖZET: Kinoa tohumları yaygın bir şekilde insan beslenmesinde kullanılırken, son yıllarda otu da hayvan beslenmesinde tercih edilir hale gelmiştir. Ancak kurutulduğunda kinoanın yaprakları ufalanıp dökülmekte ve sapları da sertleşmektedir. Bu da sindirilebilirlik oranını ve lezzetliliğini düşürdüğü için kinoanın kuru ot olarak kullanımını sınırlandırmıştır. Bu nedenle kinoa otunun silaj olarak değerlendirilmesi bir avantaj olarak görülmüştür. Mevcut araştırma ile kuru şartlarda 4 farklı sıra aralığı (17.5, 35.0, 52.5 ve 70.0 cm) ile yetiştirilen 2 kinoa çeşidinin (Sandoval Mix ve Oro de Valle) silaj kalite özelliklerinin (kuru madde oranı, amonyak üretimi, silaj pH'sı, olması gereken pH, yaprak oranı, ham protein oranı, NDF oranı, ADF oranı, ham kül oranı, fleig puanı, duyu analizler, laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit oranı) belirlenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 2021 yılında tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü bir deneme planlanmıştır. Çalışma sonucunda Sandoval Mix çeşidine göre Oro de Valle çeşidinin daha yüksek kuru madde oranına, olması gereken pH'a, laktik asit, propiyonik asit ve bütirik asit oranına ve daha düşük yaprak oranına, ham protein, ham kül ve asetik asit oranına sahip olduğu görülmüştür. Sıra aralığı açısından değerlendirildiğinde, sıra aralığı arttıkça kuru madde oranı ve olması gereken pH düşerken, yaprak oranı, ham protein, ADF, ham kül ve asetik asit oranının arttığı belirlenmiştir. Mevcut bu sonuçlar kaliteli bir silaj için ekimlerin dar sıra aralığında yapılması gerektiğini ve Oro de Valle çeşidinin silajlık materyal olarak kullanılabilirliğini göstermiştir. Ancak daha kaliteli bir kinoa silajı için laktik asit üretimini arttıran, amonyak üretimini ve pH'yı düşüren katkı maddelerinin kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki sıklığı, *Chenopodium quinoa*, İğdir, silaj kalitesi

Determination of the Silage Quality of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Varieties Grown with Different Row Spacing Under Dry Conditions

ABSTRACT: While quinoa seeds are widely used in human nutrition, its herbage has become preferred in animal nutrition in recent years. However, when dried, the leaves of quinoa shed and crumble and also its stems become hard. This limits the use of quinoa as a dry herbage to reduce its digestibility and palatability. For this reason, the use of quinoa herbage as silage has been seen as an advantage. With the current research, it was aimed to determine the silage quality performances of two quinoa cultivars (Sandoval Mix and Oro de Valle) grown in 4 different row spacing (17.5, 35.0, 52.5 and 70.0 cm) in dry conditions. For this purpose, a three-replication trial was planned according to the factorial experiment design in randomized blocks in 2021. As a result of the study, it was observed that the dry matter ratio, required pH, lactic acid, propionic acid and butyric acid ratio were higher in Oro de Valle than Sandoval Mix, but leaf/stem ratio, crude protein, crude ash and acetic acid ratio were lower. When evaluated in terms of row-spacing, it was determined that dry matter ratio and the required pH decreased as row spacing increased, while the leaf/stem ratio, crude protein, ADF, raw ash and acetic acid ratio increased. These results showed that the sowings should be done in narrow row spacing and Oro de Valle can be used as silage material for a quality silage. However, it was concluded that additives that decreased ammonia production and pH and increased lactic acid production should be used for a better quality quinoa silage.

Keywords: Plant density, *Chenopodium quinoa*, İğdir, silage quality

¹Zeynep GÜNER (Orcid ID: 0000-0002-8816-0644), Kars İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Tarımsal Altyapı ve Arazi Değerlendirme Şubesi, Kars, Türkiye

²Süleyman Temel (Orcid ID: 0000-0001-9334-8601), İğdir Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, İğdir, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Süleyman TEMEL, e-mail: stemel33@hotmail.com

Bu çalışma Zeynep GÜNER'in Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Hayvancılığın karlı olabilmesi için ruminantların yaşama ve verim payı için gereksinim duydukları kaliteli kaba yemlerin yetiştiricilik süresi boyunca ucuza temin edilmesi gerekmektedir. Fakat ülkemizde kaliteli kaba yemlerin temin edildiği alanlar (çayır-meralar ve tarım arazileri) amaç dışı ve bilinçsiz kullanım sonucu üretim güçlerini kaybetmiş (Temel ve Şahin, 2011; Acar ve ark., 2015) ve marjinal alan sınıfına dahil olmuşlardır (FAO, 2008; Sönmez, 2008; Temel ve Şimşek, 2011). Bu nedenlerden dolayı ülkemizde özellikle de kış ve sonbahar mevsimlerinde önemli bir kaba yem açığı bulunmakta ve hayvanlarımız yeterli ve sağlıklı bir şekilde beslenememektedir. Bu nedenle ülkemizdeki kaba yem açığını kapatma ve marjinal alanların üretime kazandırılmasında tuzluluğa ve kuraklığa dayanıklı, kökleriyle toprak derinliklerine inerek suyu tasarruflu kullanan alternatif bitkiler (Tan ve Temel, 2012; Tan ve Temel, 2020; Temel ve ark., 2020; Temel ve Tan, 2020; Temel ve Yolcu, 2020; Keskin ve ark., 2021; Keskin ve Temel, 2022; Temel ve Keskin, 2022a; b) ve bu bitkilerden elde edilecek silaj materyalleri bir avantaj olarak görülmektedir. Bu türlerden bir tanesi ekstrem koşullara yüksek toleransıyla bilenen kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) bitkisi olup, son yıllarda hayvan beslenmesinde alternatif yem kaynağı olarak tercih edilir hale gelmiştir.

Kinoa, *Amaranthaceae* familyasına mensup tek yıllık otsu bir bitki olup, kurak ve tuzluluğa toleransı ve dayanımı çoğu kültür bitkilerinden daha iyi durumdadır (Jacobsen ve ark., 2001; Koyro ve Eisa, 2007; Bertero ve Ruiz, 2010; Razzaghi ve ark., 2015). Diğer taraftan kinoa bitkisi her ne kadar bünyesinde barındırmış olduğu yüksek besin, vitamin ve mineral içeriğinden dolayı insan gıdası olarak tohumu için yetiştirilse de, birim alanda üretmiş olduğu yüksek miktar ve kalitedeki otu kaba yem kaynağı olarak da hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Bertero ve Ruiz, 2010; Peterson ve Murphy, 2015; Üke, 2016; Tan ve Temel, 2017; Tan ve Temel, 2019; Temel ve Yolcu, 2020). Fakat kurutulduğunda saplarında kartlaşma artmakta ve lezzetlilik düşmektedir. Ayrıca kinoa yaprakları geniş ve sukulent formda olduğundan kuru ot olarak değerlendirilmesi ayçiçeğinde olduğu gibi pek mümkün değildir (Tan ve Temel, 2019). Mevcut nedenlerden dolayı kinoa bitkisinin kuru ot olarak değil, silaj olarak değerlendirilmesinin daha uygun olacağı kanısına varılmıştır (Van Schooten ve Pinxterhuis, 2003). Ancak bu amaçla yürütülen çalışma sayısı çok sınırlı kalmıştır.

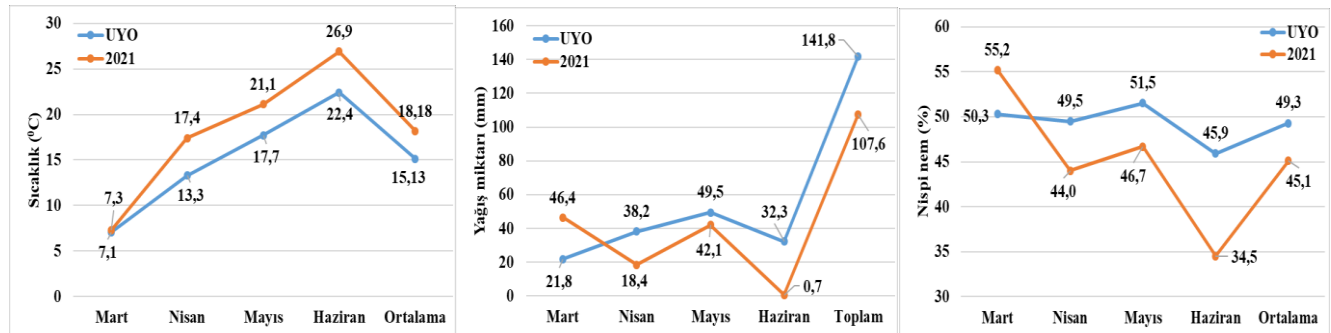
Silaj hayvanların severek tükettikleri özellikle de taze yeşil yemin bulunmadığı mevsimlerde işletmeler için ucuz ve besleyici bir yem materyali durumundadır. Ancak iyi kalitede silajlık bir yem materyalinin sağlanabilmesi için uygun çeşit ve bu çeşitlere ait uygun sıra aralıklarının (ekim sıklıklarının) ortaya konulması gerekmektedir. Çünkü tür ve çeşitler farklı anatomik, morfolojik ve fizyolojik özelliklere sahiptirler. Bu da elde edilen otun miktar ve kalitesinde farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır (Geren ve Kavut, 2019). Nitekim Iğdır coğrafyasında farklı çeşitlerle kuruda yürütülen çalışmalarda kinoa bitkisinden elde edilen ot verim ve kalitesinin çeşitler arasında önemli farklılıklar gösterdiği ortaya konmuştur (Tan ve Temel, 2020; Temel ve Tan, 2020). Diğer taraftan optimum bitki sıklığı bitkisel üretimde yüksek verim ve karlılık için önemli bir agronomik uygulama olup, bu da çeşidin fenolojik ve biyolojik forumuna, yetiştiricilik amacına, mekanizasyon durumuna, ekim yöntemi ve zamanına göre değişkenlik göstermektedir. Nitekim kinoanın ot verim ve kalite özellikleri üzerine sıra aralığı ve üzerinin önemli etkisinin olduğu ortaya konmuş ve en yüksek kuru madde verimi ve ham protein içeriğinin 17.5-35.0 cm sıra aralığı ile 10 cm sıra üzeri mesafede yapılan ekimlerden elde edildiği tespit edilmiştir (Temel ve Keskin, 2019a; 2019b). Dolayısıyla sıra aralığı (ekim normu) bitkilerde başta sap kalınlığı olmak üzere, dallanma ve bitki başına yaprak/sap oranını etkileyerek elde edilen otun miktar ve kalitesinde farklılıkların oluşmasına neden olmaktadır. Fakat hangi kinoa çeşidinde yüksek kalitede silajlık materyal elde edileceği ve ayrıca en yüksek silaj

kalitesine hangi ekim sıklığında ulaşılabileceği konusunda öncesinde yapılmış bir çalışma bulunmamaktadır.

Mevcut çalışmayla silaj kalitesi üzerine kuruda farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin etkisi belirlenmeye çalışılmıştır. Böylelikle kuraklıktan dolayı terk edilmiş tarım alanlarının üretime kazandırılması ve hayvanların kış döneminde gereksinim duyduğu eksik kaba yem ihtiyacının karşılanmasına katkı sağlaması hedeflenmiştir.

MATERYAL ve METOT

Mevcut çalışmada kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın Sandoval Mix (İngiltere orijinli) ve Oro de Valle (ABD orijinli) çeşitleri bitki materyali olarak, %21'lik Amonyum-sülfat ile %39-41'lik Triple süper fosfat gübre materyali olarak ve farklı sıra aralıkları (17.5 cm, 35.0 cm, 52.5 cm ve 70.0 cm) ise faktör olarak kullanılmıştır. Çalışmanın dokusu gereği agronomik çalışmalar (bitki yetiştiriciliği) ve silaj kalite özellikleri İğdır Üniversitesi bünyesinde yer alan tarla ve laboratuvar koşullarında yürütülmüştür. Bitkilerin gelişme süresi boyunca deneme yılı (2021) yağış miktarı 107.6 mm, nispi nem %45.1, sıcaklık değeri 18.2 °C, uzun yıllar ortalamasına ait yağış, nispi nem ve sıcaklık değerleri ise sırasıyla 141.8 mm %49.3 ve 15.4 °C olarak ölçülmüştür (MGM, 2022) (Şekil 1). Mevcut bu verilere göre çalışmanın yürütüldüğü 2021 yılı uzun yıllar ortalamasına göre daha kurak geçmiştir. Deneme sahasına ait toprak örnekleri alınmış ve analiz sonuçlarına göre toprakların killi-tınlı yapıda, kireçli (%3.26), hafif alkali (pH:7.45), tuzsuz (%0.12), organik madde bakımından oldukça fakir (%0.61), yarayıslı fosfor miktarının az (3 kg da⁻¹ P₂O₅) ve potasyum içeriğinin ise yeterli (185 kg da⁻¹ K₂O) olduğu görülmüştür (Kacar, 2012).



Şekil 1. Bitkilerin gelişme süresi boyunca deneme yılı (2021) ve uzun yıllar (1978-2020) ortalamasına (UYO) ait bazı iklim değerleri

Çalışma 2021 yılında kuru koşullarda tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak kurulmuş ve deneme sahasında 8.4 m² (4.0 m x 2.10 m) alana sahip toplam 24 parsel yer almıştır. Parsellerde sıra arası 17.5 cm olanlarda 12 sıra, 35.0 cm olanlarda 6 sıra, 52.5 cm olanlarda 4 sıra ve 70.0 cm olanlarda ise 3 sıra oluşturulmuştur. Ekimler 14 Mart 2021 tarihinde toprağın tavda olduğu dönemde 10 cm sıra üzeri mesafe olacak şekilde 1.5-2.0 cm derinliğe markörle açılan çizilere ocak usulü yapılmıştır. Ayrıca ekim öncesi her bir parselde dekara 6 kg saf N ve 4 kg saf fosfor olacak şekilde gübreleme yapılmış ve sonrasında ise herhangi bir gübre uygulamasına gidilmemiştir. Bitkiler çiçeklenme başlangıcına ulaştığında (21 Haziran 2021) parsel kenarlarından birer sıra, başlardan da 50 cm'lik kısımlar kenar tesiri olarak biçilip atılmışlardır. Hasat alanı içerisinde kalan bitkiler ise 5 cm anız yüksekliği bırakılarak orakla hasat edilmişlerdir (Temel ve Yolcu, 2020). Yem materyali olarak kullanılan bitkilerde yaprak oranı veya yapraklılığın yüksek olması kaliteli yem materyalinin temini açısından istenen bir durum olup, önemli bir parametredir. Bu nedenle mevcut çalışmada silaj materyali olarak kullanılan bitkinin yaprak oranları sunulmuştur. Yaprak oranını

belirlemek için; hasat zamanında deneme alanından şansa bağlı olarak seçilen 10 bitki 5.0 cm anız yüksekliği kalacak şekilde biçilmiş ve toplam ağırlıkları ölçülmüştür. Daha sonra bitkinin sap, salkım ve yaprakları ayırt edilip, ayrı ayrı tartılmıştır. Sonrasında ise bulunan yaprak ağırlıkları toplam bitki ağırlığına oranlanarak yaprak oranı belirlenmiştir.

Tarla koşullarından hasat edilen bu 24 materyal öncelikle laboratuvar tipi silaj makinesinde 1 cm'den küçük parçalar halinde doğranarak 2 kg'lık vakumlu silaj paketlerine konulmuş ve daha sonra laboratuvar tipi vakumlama cihazında paketlenerek 60 gün boyunca 25 ± 2 °C sıcaklıkta muhafaza edilmiştir. Daha sonra açılan silaj örneklerinden 20 gram alınarak kurutulmuş ve çıkan değer yaş örneğe oranlanarak kuru madde oranları hesaplanmıştır. Kurutulup öğütülen silaj örneklerinde; ham protein oranı (AOAC, 1997), ham kül oranı (AOAC, 1990), nötr çözücülerde çözünemeyen lif (NDF) ve asit çözücülerde çözünemeyen lif (ADF) oranları (Van Soest ve ark., 1991) belirlenmiştir. Açılan silaj paketlerinden 20 gram silaj örneği alınmış ve bu örneğe 180 ml saf su eklenerek blender içerisinde karışım homojen oluncaya kadar karıştırılmış ve sonrasında ise süzümüştür. Daha sonra mevcut süzükten pH metre cihazı ile örneklerin pH'sı ve Kjeldahl yöntemiyle de amonyak miktarları belirlenmiştir (AOAC, 1990). Fleig puanı, silaj materyallerinin kuru madde oranları (KMO) ile pH değeri kullanılarak aşağıdaki eşitlik vasıtasıyla belirlenmiş ve daha sonra çıkan değerler puanlama skalasına göre (Nitelik sınıfları: >20 Çok kötü, 21-40: Düşük kalite, 41-60: Orta kalite, 61-80: İyi kalite, 81<: Çok iyi kalite) silaj örneklerinin nitelik sınıfı ortaya konulmuştur (Kılıç, 1986).

$$\text{Fleig skor} = 220 + (2 \times \% \text{ KMO} - 15) - 40 \times \text{pH}.$$

Her bir silajın kuru madde (KM)'sine göre bir pH değerine sahip olması gerektiği vurgulanmış (Meeske, 2005) ve buna göre silaj örneklerinin "Olması gereken pH" değerleri aşağıdaki eşitlikle belirlenmiştir. Olması gereken $\text{pH} = 0.00359 \times \text{KM} (\text{g kg}^{-1}) + 3.44$

Silaj paketleri açıldıktan sonra silaj örnekleri 3 farklı uzman kişi tarafından silajın rengi, strüktürü ve kokusu esas alınarak puanlamaya tabii tutulmuş ve sonrasında bu puanlar toplanarak 0-20 skalasına göre değerlendirilip nitelik sınıfları saptanmıştır (Kılıç, 1986). Silaj materyalleri De Baere ve ark. (2013) tarafından geliştirilen yöntemle saflaştırılıp, elde edilen ekstraktlardan organik asitler (asetik asit, butirik asit, propiyonik asit ve laktik asit) HPLC-DAD cihazında mg cinsinden belirlenmiş ve daha sonra bu değerler %'ye dönüştürülmüştür.

Araştırma sonunda elde edilen sonuçlar JMP istatistik paket programında tesadüf bloklarında faktöriyel düzenlemeye göre varyans analizine tabii tutulmuş ve önemli bulunan ortalamaların karşılaştırılması LSD testine göre yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yaprak ve Kuru Madde Oranı (%)

Kuru koşullarda farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin yaprak oranları çeşitler arasında önemli farklılık göstermiş ve Sandoval Mix çeşidinin Oro de Valle çeşidine göre daha yüksek bir yaprak oranına sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1). Bu, çeşitlerin genetik özelliklerine bağlı olarak agronomik uygulamalara ve ekolojik koşullara aynı oranda tepki vermemesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim İğdır İlinde sulu koşullarda yetiştirilen farklı kinoa çeşitlerinde yaprak oranlarının %22.5-28.5 aralığında değişim gösterdiği rapor edilmiştir (Tan ve Temel, 2017). Sıra aralığı bakımından değerlendirildiğinde, en yüksek yaprak oranı %49.40 ile 70.0 cm sıra aralığında ekilen bitkilerden elde edilirken, en düşük oranlar ise 17.5, 35.0 ve 52.5 cm sıra aralığından belirlenmiş ve bu üç sıra aralığındaki yaprak oranları istatistiki olarak aynı grupta yer almışlardır (Çizelge 1). Bu durum, dar sıra aralığında yapılan ekimlerde birim alandaki bitki sayısının yüksek olmasına bağlı olarak sap

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıkları ile Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

sayısının fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü sapsız yaprağa göre yapısal karbonhidratlar (selüloz, hemiselüloz ve lignin) yönünden zengin olup (Fales ve Fritz, 2007; Jung, 2012; Önal Aşçı ve Acar, 2018), kuru madde içeriğinin yüksek olmasına önemli oranda katkı sağlamaktadır. Nitekim kinoa'nın Mint Vanilla çeşidi ile öncesinde yürütülen bir çalışmada en yüksek yaprak oranının (%44.6) 70 cm sıra aralığında ekilen bitkilerden sağlandığı ifade edilmiştir (Temel ve Keskin, 2019b).

Çizelge 1. Farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin yaprak ve kuru madde oranları (%)

Sıra aralıkları	Yaprak oranı (%)			Kuru madde oranı (%)		
	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama
17.5 cm	38.58	41.01	39.80 b	24.63	24.14	24.38 a
35.0 cm	38.90	41.69	40.29 b	24.54	23.76	24.15 a
52.5 cm	40.56	42.43	41.50 b	24.5	23.64	24.07 a
70.0 cm	48.11	50.70	49.40 a	23.88	23.01	23.45 b
Ortalama	41.54 b	43.96 a		24.39 a	23.64 b	
LSD_(0,05)	Ç: 2.21*, SA: 3.13**, Ç x SA: ö.d.			Ç: 0.26**, SA: 0.36**, Ç x SA: ö.d.		
V.K. (%)	5.91			1.21		

** ve * sırasıyla %1 ve %5 ihtimal seviyesinde önemli, ö.d ise önemsizdir. a, b, c; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ç: Çeşit, SA: Sıra aralığı, V.K.: Varyasyon katsayısı

Silaj kuru madde oranı üzerine çeşitlerin etkisi önemli bulunmuş ve %24.39 ile Oro de Valle çeşidinin Sandoval Mix çeşidine göre daha yüksek bir silaj kuru madde oranına sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Öncesinde silaj kuru maddesinin belirlenmesine yönelik mevcut çeşitlerle yürütülmüş bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Ancak ot üretim amacıyla 14 farklı kinoa çeşidi ile yürütülen bir çalışmada çeşitlerin kuru madde oranlarının %27.2-33.7 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir (Tan ve Temel, 2017). Bu sonuçlar mevcut çalışma bulgularımızı destekler niteliktedir. Sıra aralıkları bakımından önemli bulunan silaj kuru madde oranları en yüksek 17.5, 35.0 ve 52.5 cm sıra aralıklarında ekilen bitkilerden elde edilmiş ve bu üç sıra aralığı aynı istatistiki grupta yer almıştır (Çizelge 1). Kaba yemlerde selüloz, hemiselüloz ve lignin gibi yapısal karbonhidratlar yönünden düşük olan yapraklar sapsızlara göre daha fazla oranda su içeriğine sahiptirler (Önal Aşçı ve Acar, 2018). Bu da, yaprakların kuru madde oranlarının sapsızlara göre daha düşük olmasına neden olmaktadır. Çizelge 1'de görüldüğü üzere sıra aralığı arttıkça yaprak oranının arttığı belirlenmiştir. Bu da, yaprak oranı yüksek olan geniş sıra aralıklarında kuru madde oranının dar sıra aralıklarına göre düşük olmasına neden olmuş olabilir.

Silaj ham protein ve NDF oranı (%)

Çizelge 2'de silaj ham protein oranı ile NDF oranları verilmiş ve sadece ham protein oranı çeşit ve sıra aralığı açısından önemli farklılıklar göstermiştir. Buna göre Sandoval Mix çeşidinin (%17.20) Oro de Valle çeşidinden (%16.67) daha yüksek bir silaj ham protein oranına sahip olduğu görülmüştür. Çeşitler arasında ham protein içeriklerinin farklı çıkması beklenen bir sonuçtur. Nitekim genetik yapıya bağlı olarak değişkenlik gösteren ve ham protein içeriğine etki eden boylanma, sap kalınlığı, dallanma, sap/yaprak oranı ve yetiştirme süresi gibi kantatif özellikler türler hatta çeşitler arasında bile farklılık gösterebilmektedir (Tan ve Temel, 2020). Öncesinde yürütülen çalışmalarda da yem kaynağı olarak yetiştirilen bitkilerin ot ham protein içeriklerinin kinoa çeşitleri arasında benzerlik göstermediği ortaya konmuştur (Temel ve Tan, 2020; Çağlayan ve Kökten, 2021). Sıra aralıkları açısından değerlendirildiğinde, sıra aralığının artmasıyla silaj ham protein içeriklerinin de doğrusal bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, en yüksek silaj ham protein içeriği %17.83 ile 70.0 cm sıra aralığında, en düşük ham protein oranı ise dar sıra aralığında (%16.25) yetiştirilen bitkilerden elde edilmiştir (Çizelge 2). Bu, dar sıra aralığı ile yetiştirilen bitkilere göre geniş sıra aralığı ile yetiştirilen

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıkları ile Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

bitkilerin daha düşük bir yaprak oranına sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim dar sıra aralığı ile yetiştirilen parsellerde birim alanda daha fazla bitkinin olması nedeniyle daha fazla sap oluşumunun meydana geldiği görülmüştür. Ayrıca dar sıra aralığı ile yetiştirilen bitkilerde alt yapraklarda sararma ve dökülmelerin olduğu saptanmıştır. Bilindiği üzere yapraklar saplara göre daha ince hücre çeperine ve daha fazla hücre içi bileşenlerine sahiptirler (Lyons ve ark., 1999). Bu da, yaprak oranı yüksek bitkilerin daha fazla ham protein oranına sahip olmasına neden olmaktadır. Konu ile ilgili yürütülen çalışmalarda da yaprak oranı yüksek bitkilerin daha fazla ham protein içeriğine sahip olduğu rapor edilmiştir (Temel ve Tan, 2020). Ayrıca farklı sıra aralıklarının denendiği kinoa bitkisinde, geniş sıra aralığı ile yetiştirilen bitkilerin daha yüksek ham protein oranına sahip olduğu vurgulanmıştır (Temel ve Keskin, 2019a). Bu sonuçlar mevcut araştırma sonuçlarımızla paralellik göstermektedir. Mevcut çalışmada her ne kadar çeşit ve sıra aralıkları açısından NDF oranı istatistiki olarak önemli bulunmamış olsa, özellikle sıra aralıkları arttıkça NDF içeriklerinde düşüşlerin olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 2. Farklı Sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin silaj ham protein ve NDF oranları (%)

Sıra aralıkları	Ham protein oranı (%)			NDF oranı (%)		
	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama
17.5 cm	16.23	16.26	16.25 c	37.88	37.98	37.93
35.0 cm	16.39	16.71	16.55 bc	37.55	37.87	37.71
52.5 cm	16.72	17.49	17.11 b	36.8	37.58	37.19
70.0 cm	17.32	18.34	17.83 a	35.83	37.05	36.44
Ortalama	16.67 b	17.20 a		37.02	37.62	
LSD (0.05)	Ç: 0.43*, SA: 0.60**, Ç x SA: ö.d.			Ç: ö.d., SA: ö.d., Ç x SA: ö.d.		
V.K. (%)	2.88			6.17		

** ve * sırasıyla %1 ve %5 ihtimal seviyesinde önemli, ö.d ise önemsizdir. a, b, c; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ç: Çeşit, SA: Sıra aralığı, V.K.: Varyasyon katsayısı

Silaj ADF oranı (%) ve amonyak üretimi (%)

Çizelge 3'de farklı sıra aralıklarıyla yetiştirilen kinoa çeşitlerinin silaj ADF oranları ile amonyak üretimleri yer almaktadır. Önemli yem kalite kriterlerinden olan ADF, hücre duvarındaki selüloz, lignin ve çözünmeyen protein miktarını ifade eder. Bir yemde ADF oranı arttıkça sindirim oranı düşmektedir (Van Soest ve ark., 1991). Dolayısıyla kaba yem kalite standartları dikkate alındığında, en iyi kaliteye sahip kaba yemlerde ADF içeriğinin ise %31'in altında olması arzu edilir (Rivera ve Parish, 2010). Bu bilgiler ışığında sıra aralığı açısından ADF oranı değerlendirildiğinde, silaj ADF içeriklerinin %16.13 ile %19.58 arasında değişim gösterdiği ve artan sıra aralığı ile birlikte silaj ADF içeriklerinin arttığı görülmüştür. Buna göre en düşük ve en yüksek silaj ADF oranları sırasıyla 17.5 cm ve 70.0 cm sıra aralıklarında ekilen bitkilerden belirlenmiştir. Geniş sıra aralığında yapılan ekimlerde bitkilerin daha fazla bir boylanma gösterdikleri, yaprak saplarının gelişmiş, yaprak ayalarının daha büyük ve daha fazla bir sap kalınlığına sahip oldukları görülmüştür. Mevcut bu faktörler ADF oranının geniş sıra aralığında yapılan ekimlerde yüksek çıkmasına neden olmuş olabilir. Nitekim daha kalın yapıdaki sapların hücre çeperlerinde daha fazla selüloz ve lignin gibi yapısal karbonhidrat birikmektedir (Kacar ve ark., 2006). Ayrıca bitkilerin yaprak sap ve damarlarında yapısal karbonhidrat olan lignin gibi bileşikler daha yoğun bir şekilde bulunmaktadır (Collins ve Fritz, 2003; Jung, 2012; Önal Aşçı ve Acar, 2018; Temel ve Keskin, 2022a). Öncesinde kinoa bitkisinde sıra aralığı ile ilgili yapılan bir çalışmada elde edilen kuru otun ADF içeriği sıra aralığı açısından istatistiki olarak önemli bir farklılık göstermemiş olsa da, geniş sıra aralıklarında ADF içeriğinin yüksek olduğu ve oranının %23.8 ile %25.8 aralığında değiştiği ifade edilmiştir (Temel ve Keskin, 2019a). Mevcut çalışmamızdan elde edilen sonuçların Temel ve Keskin (2019a) tarafından ortaya konulan

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıkları ile Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

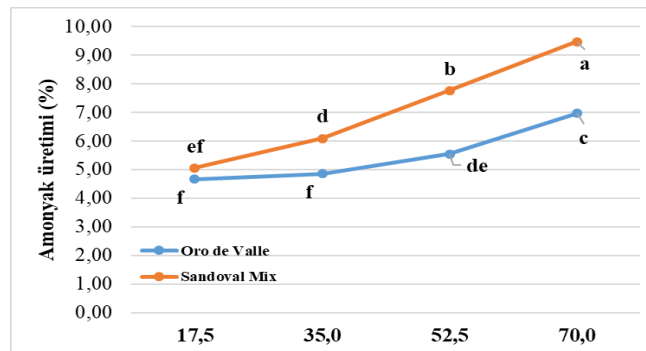
bulgulardan düşük olduğu görülmüş, bunun da silolamayla birlikte oluşan fermentasyonla selüloz ve lignin gibi bileşiklerin daha iyi bir şekilde parçalanmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Diğer taraftan kinoa silajı üzerine yapılan çalışmalarda Erdoğan ve Koca (2020) ADF oranını %34.4 ve Podkówa ve ark. (2018) ise %34.24 olarak belirlemişlerdir. Ancak bu değerler araştırma sonuçlarımızdan daha yüksek bulunmuştur. Oluşan bu farklılığın ise kullanılan çeşit, agronomik uygulamalar ve yetiştirme koşullarındaki ekolojik faktörlerin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 3. Farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin silaj ADF oranları ve amonyak üretimi (%)

Sıra aralıkları	ADF oranı (%)			Amonyak üretimi (%)		
	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama
17.5 cm	16.17	16.08	16.13 c	4.67	5.05	4.86
35.0 cm	16.47	17.17	16.82 bc	4.86	6.09	5.47
52.5 cm	18.06	18.91	18.49 ab	5.55	7.76	6.66
70.0 cm	19.68	19.49	19.58 a	6.97	9.47	8.22
Ortalama	17.6	17.91		5.51	7.09	
LSD_(0.05)	Ç: ö.d., SA: 2.21*, Ç x SA: ö.d.			Ç: ö.d., SA: ö.d., Ç x SA: 0.68**		
V.K. (%)	10.05			6.12		

** ve * sırasıyla %1 ve %5 ihtimal seviyesinde önemli, ö.d ise önemsizdir. a, b, c; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ç: Çeşit, SA: Sıra aralığı, V.K.: Varyasyon katsayısı

Silaj amonyak üretimi üzerine her ne kadar çeşit ve sıra aralığının etkisi önemsiz bulunsa da; artan sıra aralığı ile birlikte amonyak üretiminin arttığı görülmüş ve ayrıca Sandoval Mix çeşidinin diğer çeşide göre daha yüksek bir amonyak üretimine sahip olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3). Amonyak üretimi üzerine çeşit x sıra aralığı etkileşimi istatistiki olarak önemli bulunmuş ve en yüksek amonyak üretimi 70.0 cm sıra aralığında ekilen Sandoval Mix çeşidinde, en düşük oran ise 17.5 ve 35.0 cm sıra aralığında ekilen Oro de Valle çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 2). 17.5 cm sıra aralığına göre 35.0 cm sıra aralığında Oro de Valle çeşidinde amonyak üretimi değişmezken, Sandoval Mix çeşidinde artış görülmüş, bu da ikili interaksiyonun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir.



Şekil 2. Amonyak üretimi üzerine çeşit x sıra aralığı interaksiyonunun etkisi

Silaj pH'sı ve olması gereken silaj pH değeri

Mevcut çalışmada sıra aralıkları ve çeşitlerin silaj pH'sı üzerine etkisi önemli bulunmazken, olması gereken silaj pH'sı üzerine etkisi çok önemli bulunmuştur (Çizelge 4). Her ne kadar silaj pH'sı faktörler açısından önemsiz bulunsa da, özellikle artan sıra aralığı ile birlikte silo yeminin pH değerlerinde kısmi düşüşlerin olduğu görülmüş ve en düşük silaj pH'sı 4.20 ile 70.0 cm sıra aralığında yapılan ekimlerde tespit edilmiştir. Çizelge 4 incelendiğinde, Oro de Valle çeşidinin (4.32) Sandoval Mix çeşidine (4.29) göre daha yüksek bir olması gereken silaj pH değerine sahip olduğu görülmüştür. Bu, Oro de Valle çeşidinin (%24.39) Sandoval Mix çeşidine göre (%23.64) daha yüksek kuru madde oranına sahip olmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 1). Nitekim silajlarda olması gereken pH

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıkları ile Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

değeri, silaj kuru madde oranları temel alınarak hesaplanmaktadır (Meeske, 2005). Bu hesaplama göre ise kuru madde oranı yüksek olan silaj materyallerinden olması gereken pH değeri yüksek, tersi durumda ise düşük çıkmaktadır. Sıra aralıkları açısından değerlendirildiğinde, 17.5, 35.0 ve 52.5 cm sıra aralığında yapılan ekimlerde elde edilen yem materyalinin olması gereken silaj pH değerleri istatistiki olarak aynı grupta yer almış ve bu üç sıra aralığının olması gereken silaj pH değerlerinin en yüksek düzeyde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4). Oluşan bu farklılık sıra aralıklarına göre silaj kuru madde oranlarının aynı olmamasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim silaj kuru madde oranı olması gereken pH'yı doğrudan etkileyen bir unsurdur (Sayın, 2019). Mevcut çalışmada da ilk üç sıra aralığında yetişen bitkilerde (17.5, 35.0 ve 52.5 cm) kuru madde içeriğinin 70.0 cm sıra aralığına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4. Farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin silaj pH'sı ve olması gereken pH değeri

Sıra aralıkları	Silaj pH'sı			Olmaması gereken pH		
	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama
17.5 cm	4.27	4.24	4.26	4.32	4.31	4.32 a
35.0 cm	4.26	4.24	4.25	4.32	4.29	4.31 a
52.5 cm	4.22	4.23	4.22	4.32	4.29	4.30 a
70.0 cm	4.18	4.22	4.20	4.3	4.27	4.28 b
Ortalama	4.23	4.23		4.32 a	4.29 b	
LSD_(0.05)	Ç: ö.d., SA: ö.d., Ç x SA: ö.d.			Ç: 0.01**, SA: 0.01**, Ç x SA: ö.d.		
V.K. (%)	1.04			0.24		

** %1 ihtimal seviyesinde önemli, ö.d ise önemsizdir. a, b, c; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ç: Çeşit, SA: Sıra aralığı, V.K.: Varyasyon katsayısı

Silaj fleig puanı ve duyuşsal analizler

Farklı sıra aralıklarında yetiştirilen kinoa çeşitlerinin ortalama silaj Fleig puanları ve kalite derecesi ile duyuşsal analiz sonuçları ve nitelik sınıfları Çizelge 5'de verilmiştir. Mevcut fleig puanları dikkate alınarak yapılan hesaplama göre, hem iki çeşidin hem de bütün sıra aralıklarından elde edilen silajların çok iyi kalitede bir silaj materyali ürettiği ortaya konmuştur. Oysa Podkówka ve ark. (2018) kinoa silajlarının Fleig puanına göre (78.0) iyi kalitede bir silaj materyali ürettiğini ve bu kalite düşüşünün de incelemeye aldıkları kinoa bitkisinin düşük kuru madde içeriğine sahip olmasından kaynaklandığını ifade etmişlerdir. Bu sonuçların mevcut çalışmamızdan elde edilen değerlerden daha düşük olduğu görülmüştür. Çizelge 5 incelendiğinde fiziksel değerlendirme sonuçlarına göre çeşitlerin silaj kalite puanları 15.86-16.13 ve sıra aralıklarının kalite puanları ise 15.67-16.65 arasında değişim göstermiş ve elde edilen silaj materyallerinin tamamı iyi nitelik sınıfında yer almıştır. Yem bitkilerinde kalite genellikle yemin kimyasal, fiziksel ve biyolojik değerlerinin ölçülmesi ile belirlenmektedir. Kinoa silajının fiziksel özelliklerini belirlemeye yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bolsen (1995)'in belirlediği kritere göre silajlar yeşil renginde veya yeşile yakın olmalı, amonyak, tereyağı asidi veya küf kokmamalıdır. Her ne kadar çeşitler açısından elde edilen silajın nitelik sınıfı iyi olarak bulunsa da, en yüksek kalite puanına sahip çeşit Oro de Valle çeşidi (16.13) olmuştur. Bunun sebebi ise Sandoval Mix çeşidinde alınan amonyak kokusunun daha keskin oluşundan kaynaklanmaktadır. Nitekim Çizelge 3 incelendiğinde Sandoval Mix çeşidinin (7.09) Oro de Valle çeşidinden (5.51) daha yüksek amonyak üretimine sahip olduğu görülmüştür. Diğer taraftan renk koku ve strüktür değerlendirilmesinin nicel bir değerlendirme olmadığı, silaj kalitesi hakkında kesin ve net bilgiler veremeyeceği ve ayrıca farklı kişiler tarafından farklı değerlendirmeler yapılacağı bilinmelidir.

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıkları ile Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

Çizelge 5. Farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen çeşitlerin Fleig ve fiziksel kalite puanları ile kalite derecesi

Sıra aralıkları	Fleig puanları				Duyusal Analizler			
	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Nitelik Sınıfı*	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Nitelik Sınıfı**
17.5 cm	83.6	83.53	83.57	Çok iyi kalite	16.53	15.33	15.93	İyi
35.0 cm	83.67	82.77	83.22	Çok iyi kalite	16.33	15.1	15.72	İyi
52.5 cm	85.33	83.07	84.2	Çok iyi kalite	15.67	15.67	15.67	İyi
70.0 cm	85.53	82.23	83.88	Çok iyi kalite	15.97	17.33	16.65	İyi
Ortalama	84.53	82.9			16.13	15.86		
Nitelik sınıfı	Çok iyi kalite		Çok iyi kalite		İyi		İyi	

* Nitelik sınıfları: > 20 Çok kötü, 21-40: Düşük kalite, 41-60: Orta kalite, 61-80: İyi kalite, 81<: Çok iyi kalite. ** Nitelik sınıfları: 0-4: Fena, 5-9: Değeri az, 10-13: Orta, 14-17: iyi, 18-20: Pekiyi

Silaj ham kül oranı ve laktik asit oranı (%)

Farklı sıra aralıklarında yetiştirilen kinoa çeşitlerinin silaj ham kül oranları ile laktik asit oranları Çizelge 6'da verilmiştir. Çeşitler açısından kinoa silajı ham kül oranları incelendiğinde en yüksek ham kül oranı %27.15 ile Sandoval Mix çeşidinde, en düşük ham kül oranı ise %26.37 ile Oro de Valle çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 6). Konu ile ilgili olarak Erdoğan ve Koca (2020) yalın mısır, yalın kinoa ve farklı karışım oranlarını kullanarak yürüttükleri çalışmada yalın kinoa genotipinde silaj ham kül oranını ortalama %2.25 olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan kaba yem olarak kullanılan kinoa otunda ham kül oranlarının çeşitler arasında farklılık gösterdiğini ve çeşitlerin ham kül oranının %12.21-15.24 (Üke, 2016) ve %15.32-17.53 (Çağlayan ve Kökten, 2021) aralığında değişim gösterdiğini ortaya koymuşlardır. Mevcut bulgular, öncesinde farklı araştırmacılar tarafından ortaya konulan sonuçlardan daha yüksek bulunmuştur. Bu, çeşitlerin yetiştirme koşullarına (iklim-toprak) ve kültürel uygulamalara (sulama, gübreleme v.b.) farklı tepki vermesi ve çeşitlerin farklı genetik yapıya (boylanma, sap kalınlığı ve yaprak/sap oranı gibi bitkisel özellikler) sahip olmalarından kaynaklanmış olabilir. Sıra aralıkları açısından ham kül oranları değerlendirildiğinde, en yüksek silaj ham kül oranı 70.0 cm sıra aralığında, en düşük oranlar ise 17.5 ve 35.0 cm sıra aralığında yapılan ekimlerden tespit edilmiş ve bu iki sıra aralığı aynı istatistiksel grupta yer almıştır (Çizelge 6). Çizelge 6 incelendiğinde sıra aralığı arttıkça ham kül oranlarında da artışlar olduğu gözlenmektedir. Nitekim yem bezelyesinde yapılan çalışmada sıra aralıklarının artışına bağlı olarak ham kül oranlarında artışlar kaydedilmiştir (Alatürk ve ark., 2021). Silaj fermentasyon döneminde ortaya çıkan organik asitlerin miktar ve kompozisyonları fermentasyonun kalitesini belirlemektedir (Filya, 2001). Laktik asit bakterileri ise bu dönemde silaj içerisindeki mikrobiyolojik yapının en önemli üyeleridir (Seydoşoğlu, 2018). Silolamada fermentasyonun sağlıklı oluşması, pH'nın istenen seviyelere düşmesi (3.5-4.0) ve elde edilen silo yeminin uzun süre bozulmadan saklanabilmesi için laktik asit oranının %2.0 ve üzerine olması istenmektedir (McDonald ve ark., 1991).

Çizelge 6. Farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin silaj ham kül ve laktik asit oranları

Sıra aralıkları	Ham kül oranı (%)			Laktik asit oranı (%)		
	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama
17.5 cm	25.41	26.01	25.71 c	0.98	0.70	0.84
35.0 cm	25.66	26.45	26.06 c	1.00	0.85	0.93
52.5 cm	26.97	27.08	27.03 b	1.08	0.66	0.87
70.0 cm	27.43	29.05	28.24 a	0.97	0.75	0.86
Ortalama	26.37 b	27.15 a		1.01 a	0.74 b	
LSD_(0.05)	Ç: 0.41**, SA: 0.59**, Ç x SA: ö.d.			Ç: 0.09**, SA: ö.d., Ç x SA: ö.d.		
V.K. (%)	1.77			11.23		

** %1 ihtimal seviyesinde önemli, ö.d ise önemsizdir. a, b, c; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ç: Çeşit, SA: Sıra aralığı, V.K.: Varyasyon katsayısı

Yürütülen mevcut çalışmada laktik asit oranı çeşitler arasında önemli bulunmuş ve en yüksek oran %1.01 ile Oro de Valle çeşidinde tespit edilmiştir (Çizelge 6). Her ne kadar silaj laktik asit oranları kinoa çeşitleri arasında belirlenmemiş olsa da, Yacout ve ark. (2021) tek bir çeşide ait kinoa silajında laktik asit oranını ortalama %1.5 ve Podkówka ve ark. (2018) ise %1.98 olarak belirlemişlerdir. Ayrıca Fang ve ark. (2022), kinoa bitkisinde (tüm bitki) kontrol olmak üzere 5 farklı katkı maddesi (fibrolitik enzim, LAB aşılama, melas, fibrolitik enzim+LAB aşılama, fibrolitik enzim+LAB aşılama+melas) kullanarak yaptıkları silajda, saf kinoa silajının laktik asit içeriğini %3.7 olarak belirlemişlerdir. Sonuçlar mevcut araştırma bulgularımızın önceki çalışmalardan elde edilen değerlerden daha düşük olduğunu göstermiştir. Bu da, çeşit özellikleri ile beraber çalışmaların yürütüldüğü bölgenin ekolojik koşulları ve agronomik uygulamaların farklılığından kaynaklanmış olabilir. Nitekim yapılan bir çalışmada 9 farklı mısır çeşidi kullanılmış ve elde edilen silajların laktik asit oranları çeşitler arasında farklılık gösterdiği rapor edilmiştir (Yozgatlı ve ark., 2019).

Asetik asit oranı ve propiyonik asit oranı (%)

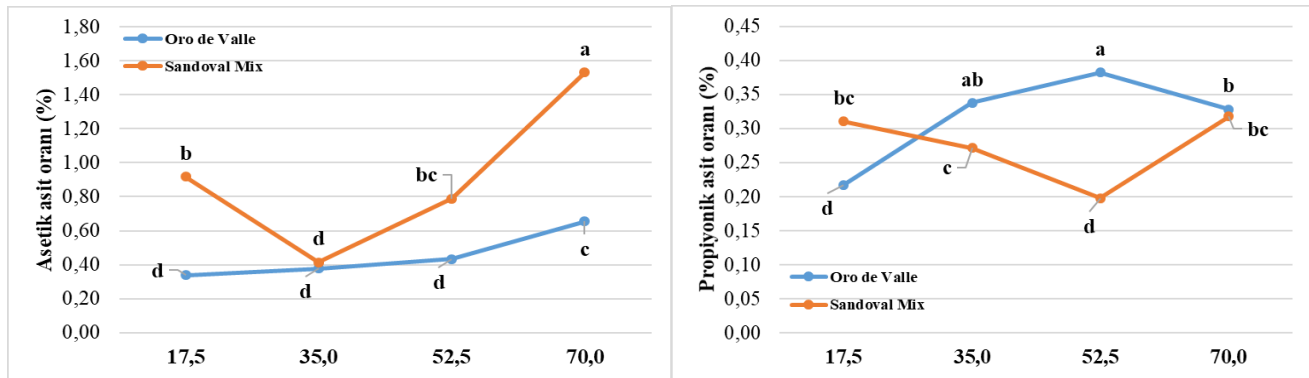
Farklı çeşit ve sıra aralıklarından elde edilen silo yeminin ortalama asetik asit ve propiyonik asit oranları Çizelge 7’de sunulmuştur. Silo yemlerinde asetik asit (sirke asidi) daima vardır ama fazla olması istenmez ve iyi bir silajda bu oranın %0.3-0.8 aralığında olması arzulanmaktadır (Menke ve Huss, 1975). Mevcut çalışmada da çeşitlerin asetik asit oranları %0.45-0.91 arasında değişim göstermiş ve Oro de Valle çeşidinin Sandoval mix çeşidine göre daha düşük ve arzu edilen aralıkta asetik asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür. Her ne kadar çeşitlerin asetik asit içeriği yönünden karşılaştırılması ile ilgili öncesinde yürütülmüş bir çalışma olmasa da, kinoa bitkisinde fermente edilmiş silajların asetik asit oranlarını Podkówka ve ark. (2018) %0.37 ve Yacout ve ark. (2021) ise %0.77 olarak belirlemişler ve bu değerler bizim bulgularımızla paralellik göstermiştir. Oysa Fang ve ark. (2022), hiçbir katkı maddesi kullanmadan elde ettikleri kinoa silajında ise asetik asit oranının ortalama %7.08 olduğunu belirtmişler ve bu değerlerin mevcut çalışma sonuçlarımızdan çok yüksek olduğu görülmüştür. Sıra aralıkları açısından değerlendirildiğinde, en yüksek (%1.09) ve en düşük (%0.40) asetik asit oranlarının sırasıyla 70.0 ve 35.0 cm sıra aralığında ekilen bitkilerden alındığı ortaya konulmuştur (Çizelge7). Çizelge 7 incelendiğinde, 70.0 cm sıra aralığında ekilen bitkiler hariç diğer sıra aralıklarından elde edilen yemin asetik asit oranlarının arzu edilen %0.3-0.8 aralıklarında olduğu görülmüştür. Geniş sıra aralığında (70.0 cm) ekilen bitkilerde asetik asit oranının yüksek çıkması, bu sıra aralığında elde edilen silajlar kuru madde oranının düşük olmasından kaynaklanmış olabilir (Çizelge 1). Nitekim yüksek nem içeriğine sahip bitkilerde ortamdaki fazla su, sirke asidi bakterilerinin etkinliğini ve yoğunluğunu arttırmaktadır.

Çizelge 7. Farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin Asetik asit ve Propiyonik asit oranları

Sıra aralıkları	Asetik asit oranı (%)			Propiyonik asit oranı (%)		
	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama	Oro de Valle	Sandoval Mix	Ortalama
17.5 cm	0.34	0.92	0.63 b	0.22	0.31	0.26 b
35.0 cm	0.38	0.41	0.40 c	0.34	0.27	0.30 a
52.5 cm	0.43	0.79	0.61 b	0.38	0.2	0.29 ab
70.0 cm	0.66	1.53	1.09 a	0.33	0.32	0.32 a
Ortalama	0.45 b	0.91 a		0.32 a	0.27 b	
LSD_(0.05)	Ç: 0.09**, SA: 0.13**, Ç x SA: 0.18**			Ç: 0.03**, SA: 0.04*, Ç x SA: 0.05**		
V.K. (%)	15.17			10.22		

** ve * sırasıyla %1 ve %5 ihtimal seviyesinde önemlidir. a, b, c; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ç: Çeşit, SA: Sıra aralığı, V.K.: Varyasyon katsayısı

Propiyonik asit, keskin koku ve tat üretir. Genellikle propiyonik asit iyi silolanmış ve fermente olmuş silajlarda düşük miktarlarda bulunur. Silaj çok nemli (<%25 kuru madde) olmadıkça, çoğu silaj çok düşük miktarlarda propiyonik asit (<%0.2 ila %0.3) içerir. Propiyonik asit oranı üzerine farklı çeşit ve sıra aralıklarının test edildiği mevcut çalışmada ise Sandoval Mix çeşidinin (%0.27) Oro de Valle çeşidine (%0.32) göre daha düşük bir propiyonik asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 7). Sıra aralığı açısından değerlendirildiğinde, en düşük propiyonik asit oranı %0.26 ile dar sıra aralığında (17.5 cm) yapılan ekimlerde, en yüksek oranlar (%0.30-0.32) ise 35.0 ve 70.0 cm sıra aralığında ekilen bitkilerden alındığı belirlenmiştir (Çizelge 7). Mevcut çalışmadan elde edilen bu oranların bir silajda olması gereken değerlerle uyumlu, Fang ve ark. (2022) tarafından kinoa silajından belirlenen propiyonik asit oranından ise (%0.65) düşük olduğu görülmüştür.



Şekil 3. Asetik asit ve Propiyonik asit oranı üzerine çeşit x sıra aralığı interaksiyonunun etkisi

Çeşit x sıra aralığı interaksiyonu açısından değerlendirildiğinde en yüksek asetik asit oranı 70.0 cm sıra aralığında ekilen Sandoval Mix çeşidinde, en düşük asetik asit oranları ise 35.0 cm sıra aralığında ekilen Sandoval mix çeşidi ile 17.5, 35.0 ve 52.5 cm sıra aralığında ekilen Oro de Valle çeşidinde belirlenmiştir (Şekil 3). Oro de Valle çeşidinde asetik asit oranları 17.5, 35.0 ve 52.5 cm sıra aralıklarında değişmezken, Sandoval Mix çeşidinde ise asetik asit oranları 17.5 cm sıra aralığına göre 35.0 cm sıra aralığında düşüş göstermiş ve daha sonraki sıra aralıklarında ise artış göstermiştir. Bu da, çeşit x sıra aralığı interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir. Şekil 3 incelendiğinde, en yüksek propiyonik asit oranının 52.5 cm sıra aralığında ekilen Oro de Valle çeşidinde, en düşük oranların ise 17.5 cm sıra aralığında ekilen Oro de Valle ile 52.5 cm aralığında ekilen Sandoval Mix çeşitlerinden belirlendiği görülmüştür. Propiyonik asit içeriği Sandoval Mix çeşidinde 52.5 cm'ye kadar düşüş ve sonrasında artış gösterirken, Oro de Valle çeşidinde ise tam tersi bir durum oluşmuş ve bu da, çeşit x sıra aralığı interaksiyonunun önemli çıkmasına neden olmuş olabilir (Şekil 3).

Bütirik asit oranı (%)

Bütirik (tereyağı) asidi bakterileri proteinleri parçalayarak amin ve amonyanın açığa çıkmasına neden olmakta ve böylece proteinlerin biyolojik değerinin düşmesine neden olmaktadır. Bu yüzden silo yemlerde tereyağı asidi hiç istenmez. Genellikle silajlar %0.1-0.7 aralığında bir değere sahiptirler (Woolfort, 1984; Weinberg ve Ashbell, 2003). Mevcut çalışmada bütirik asit oranı çeşitler arasında önemli bulunmuş ve Sandoval Mix çeşidi %0.22'lik bir oranla Oro de Valle çeşidinden daha düşük bir bütirik asit içeriğine sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 8). Oluşan bu farklılık çeşitlerin kuru madde oranı, pH ve laktik asit içeriklerinin aynı olmamasından kaynaklanmış olabilir. Çünkü silajın bütirik asit oranı bu değerlerle doğrudan ilişkilidir. Kinoa bütirik asit oranlarının çeşitler arasında farklılığını belirlemeye yönelik bir çalışma mevcut değildir. Ancak tek bir çeşit kullanılarak yapılan kinoa silajında bütirik asit içeriğini Podkowka ve ark. (2018) %0.04, Yacout ve ark. (2021) %0.11 ve

Fang ve ark. (2022) ise %0.43 olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan yem kaynağı olarak değerlendirilen farklı bitkilerde silaj bütirik asit oranlarının çeşitler arasında farklılık gösterdiğini rapor etmişlerdir (Kavut ve Soya, 2012; Yozgatlı ve ark., 2019).

Çizelge 8. Farklı sıra aralıkları ile yetiştirilen kinoa çeşitlerinin ortalama bütirik asit oranları (%)

Çeşitler (Ç)	Sıra aralıkları (SA) (cm)				Ortalama
	17.5	35.0	52.5	70.0	
Oro de Valle	0.23	0.24	0.25	0.24	0.24 a
Sandoval Mix	0.22	0.24	0.22	0.19	0.22 b
Ortalama	0.23	0.24	0.23	0.21	
LSD (0.05)	Ç: 0.01**, SA: ö.d., Ç x SA: ö.d.				
V.K. (%)	6.87				

** %1 ihtimal seviyesinde önemli, ö.d ise önemsizdir. a, b, c; aynı harfle gösterilen ortalamalar arasında önemli bir farklılık bulunmamaktadır. Ç: Çeşit, SA: Sıra aralığı, V.K.: Varyasyon katsayısı

SONUÇ

Mikroklima özelliğe sahip Iğdır ili kuru koşullarda silaj kalite performansları üzerine farklı sıra aralıkları ve kinoa çeşitlerinin test edildiği mevcut çalışmada incelenen parametrelerin çeşit ve sıra aralıkları açısından önemli farklılıklar gösterdiği ortaya konmuştur. Mevcut sonuçlar dikkate alındığında uygun bir silaj materyali için çeşit ve sıra aralıklarından elde edilen yemin kuru madde oranı ve laktik asit içeriklerinin düşük, amonyak ve ham kül içeriklerinin yüksek ve diğer kalite parametrelerinin ise arzu edilen seviyelerde olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre kaliteli bir silaj materyali elde edebilmek için kinoa bitkisinde kuru madde oranını ve laktik asit oluşumunu arttıran, pH'yı ve amonyak üretimini düşüren uygun katkı maddelerinin (örneğin tahıl kırmaları, melas, pancar posası ve mikrobiyal inokulantlar gibi) kullanılması gerektiği sonucuna varılmıştır.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, Iğdır Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından "ZİF0321Y08" kodlu proje ile desteklenmiş ve finansman katlıklarından dolayı BAP Birimine teşekkür ederiz.

Çıkar Çatışması

Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Yazar Katkısı

Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

KAYNAKLAR

- Acar Z, Sabancı, C O, Tan M, Sancak C, Kızıllışımşek M, Bilgili U, Ayan İ, Karagöz A, Mut H, Önal Aşçı Ö, Başaran U, Kır B, Temel S, Bengisu Y, Ayşe G, Kırbaş R, Pelen MA, 2015. Yem Bitkileri Üretiminde Değişimler ve Yeni Arayışlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VIII. Teknik Kongresi, Ankara.
- Alatürk F, Çınar C, Gökkuş A, 2021. Farklı sıra aralıklarının bazı yem bezelyesi çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkileri. Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 8(1): 53-57.
- AOAC, 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Arlington.
- AOAC, 1997. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16. ed. 3. revision. Arlington, VA, USA.
- Bertero, HD, Ruiz RA, 2010. Reproductive Partitioning in Sea Level Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Cultivars. Field Crops Research, 118: 94-101.
- Bolsen KK, 1995. Silage Basic Principles. In Forages Vol. II. The Science Grassl and Agriculture. (R.F. Barnes, D.A. Miller, C.J. Nelson Eds.), Iowa Stat Univ. Pres, Ames, Iowa, USA, p: 163-176.
- Collins M, Fritz JO, 2003. Forage quality. In R.F. Barnes, C.J. Nelson, M. Collins, & K.J. Moore (Eds.), Forages (pp.363-390). Blackwell Publishing, Ames IA.

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıkları ile Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

- Çağlayan B, Kökten K, 2021. Bingöl Koşullarında Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Genotiplerinin Adaptasyonu. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi, 16(2); 220-225.
- De Baere S, Eeckhaut V, Steppe M, De Maesschalck C, De Backer P, Van Immerseel F, Croubels S, 2013. Development of a HPLC-UV method for the quantitative determination of four short-chain fatty acids and lactic acid produced by intestinal bacteria during in vitro fermentation. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, 80C:107-115.
- Erdoğan H, Koca YO, 2020. Effect of Quinoa-Corn Intercropping Production System on Yield and Quality of Mixture Silage. Turkish Journal of Range and Forage Science (TJRFS), 1(2): 57-65.
- Fales SL, Fritz JO, 2007. Factors Affecting Forage Quality. Forages. Ed. Barnes, R. F., Nelson, C. J., Moore, K. J. and Collins, M. 6th Edition Vol. II Chapter 37, A Blackwell Publishing, pp. 569-580.
- Fang D, Dong Z, Wang D, Li B, Shi P, Ya J, Zhuang D, Shao T, Wang W, Gu M, 2022. Evaluating the Fermentation Quality and Bacterial Community of High-Moisture Whole-Plant Quinoa Silage Ensiled with Different Additives. Applied Microbiology, 132: 3578-3589.
- FAO, 2008. Land and Plant Nutrition Management Service. Available from, www.fao.org/ag/agl/agll/spush. (25.09.2021).
- Filya İ, 2001. Silaj Fermantasyonu. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 32(1), 87-93.
- Geren H, Kavut YT, 2019. İkinci Ürün Koşullarında Yetiştirilen Bazı Sorgum (*Sorghum* sp.) Türlerinin Mısır (*Zea mays* L.) ile Verim ve Silaj Kalitesi Yönünden Karşılaştırılması Üzerine Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi, 46(1): 9-16.
- Jacobsen SE, Quispe H, Mujica A, 2001. Quinoa: An Alternative Crop for Saline Soils in The Andes. Scientists and Farmer-Partners in Research for the 21st Century, CIP Program Report 1999-2000, pp: 403-408.
- Jung HG, 2012. Forage Digestibility: The Intersection of Cell Wall Lignification and Plant Tissue Anatomy. Available at: <https://animal.ifas.ufl.edu/apps/dairymedia/rns/2012/12jungrns2012.pdf>.
- Kacar B, 2012. Toprak Analizleri. Nobel Akademik Yayıncılık, Yayın No: 484, Ankara.
- Kacar B, Katkat AV, Öztürk S, 2006. Plant Physiology. 2. ed. Ankara: Nobel Publication Distribution.
- Kavut YT, Soya H, 2012. Ege Bölgesi Koşullarında Bazı Mısır (*Zea mays* L.) Çeşitlerinin Silaj Kalite Özellikleri Üzerinde Bir Araştırma. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 49(3): 223-227.
- Keskin B, Temel S, 2022. The Effects of different Sowing and Harvest Periods on Herbage Yield and Some Yield Components of Mountain Spinach (*Atriplex nitens*) Grown in Rainfed Conditions. Turkish Journal of Agriculture Natural Science, 9(2): 340-349.
- Keskin B, Temel S, Çakmakçı S, Tosun R, 2021. Bazı *Amaranthus* spp. çeşitlerinin kurak ve sululu şartlardaki tohum verimleri ve verim unsurları üzerine araştırma. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 52(1), 11-17. <https://doi.org/10.17097/ataunizfd.715545>.
- Kılıç A, 1986. Silo Yemi (öğretim, öğrenim ve uygulama önerileri). Bilgehan Basım Evi, İzmir, 350.
- Koyro HW, Eisa SS, 2007. Effect of salinity on composition, viability and germination of seeds of *Chenopodium quinoa* Willd., Plant and Soil, 302: 79-90.
- Lyons RK, Machen RV, Forbes TDA, 1999. Why Range Forage Quality Changes. Texas Agric. Ext. Serv., B - 6036, p. 7.
- McDonald P, Henderson AR, Heron SJE, 1991. The Biochemistry of Silage. Second Edition, Chalcombe Publ., Marlow, UK. pp. 1-340.
- Meeske R, 2005. Silage additives: Do they Make a Difference?. South African Journal of Animal Scienc, 6, 49-55.
- Menke KH, Huss W, 1975. Tierernahrung und Futtermittelkunde. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart. p. 74-79.
- MGM, 2022. Başbakanlık DMİ Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bültenleri, Ankara.
- Önal Aşçı Ö, Acar Z, 2018. Kaba Yemlerde Kalite. Pozitif Matbaacılık ve Ambalaj Sanayi Ticaret Limited Şirketi, Ankara.
- Peterson AJ, Murphy KM, 2015. Quinoa Cultivation for Temperate North America: Considerations and Areas for Investigation, In Quinoa: Improvement and Sustainable Production. Eds., Murphy K.M., Matanguihan J.G., Hoboken: Wiley-Blackwell.
- Podkówka Z, Gęsiński K, Podkówka L, 2018. The Influence of Additives Facilitating Ensiling on the Quality of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Silage. Journal of Central European Agriculture, 19(3), 607-614.
- Razzaghi F, Jacobsen SE, Jensen CR, Andersen MN, 2015. Ionic and photosynthetic homeostasis in quinoa challenged by salinity and drought—mechanisms of tolerance. Funct. Plant Biol. 42: 136-148.
- Rivera D, Parish J, 2010. Interpreting Forage and Feed Analysis Reports. 2620, Mississippi State University Extension Service, Publication 2620.
- Sayın HO, 2019. Iğdır İli Hayvancılığında Kullanılan Mısır Silajlarının Kimyasal Kompozisyonları, Silaj Kalitesi ve Aerobik Stabilitelerinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Iğdır, 36.

Kuru Şartlarda Farklı Sıra Aralıkları ile Yetiştirilen Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşitlerinin Silaj Kalitesinin Belirlenmesi

- Seydoşoğlu S, 2018. Farklı Oranlarda Karıştırılan Yem Bezelyesi (*Pisum sativum* L.) ve Arpa (*Hordeum vulgare* L.) Hâsıllarının Silaj Kalitesine Etki Eden Organik Asit Oranlarının Belirlenmesi. Anadolu I. Uluslararası Multidisipliner Çalışmalar, 978-605-893.
- Sönmez B, 2008. Türkiye Çoraklık Kontrol Rehberi. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Teknik Yayın No: 33, Ankara.
- Tan M, Temel S, 2012. Alternatif Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Ders Yayınları No: 246, Erzurum.
- Tan M, Temel S, 2017. Erzurum ve Iğdır Şartlarında Yetiştirilen Farklı Kinoa Genotiplerinin Kuru Madde Verimi ve Bazı Özelliklerinin Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(4): 257-263.
- Tan M, Temel S, 2019. Her Yöneyle Kinoa, Önemi, Kullanılması ve Yetiştiriciliği. Iksad Publishing House, Ankara.
- Tan M, Temel S, 2020. Doğu Anadolu'nun Kuru Şartlarında Farklı Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Çeşit Kaba Yem Üretimlerinin Belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6 (3): 554-551.
- Temel I, Keskin B, 2019a. Farklı Sıra Arası ve Sıra Üzeri Mesafelerinin Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın Besin İçeriğine Etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi (UTYHBD), 5(1): 110-116.
- Temel I, Keskin B, 2019b. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nın Ot Verimi ve Bazı Verim Unsurlarına Farklı Sıra Üzeri ve Sıra Arası Mesafelerin Etkileri. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9(1): 522-532.
- Temel S, Keskin B, 2022a. Determination of Forage Quality Properties of Plant Parts in Different Amaranth Varieties Cultivated under Irrigated and Rainfed Conditions. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53(2): 122-132.
- Temel S, Keskin B, 2022b. Alternatif Yem Kaynağı Olarak Selvi Sirken Bitkisinde Farklı Ekim ve Hasat Dönemlerinin Ot Verim ve Bazı Verim Bileşenlerine Etkisi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 8(1): 92-107.
- Temel S, Keskin B, Çakmakçı S, Tosun R, 2020. Sulu ve Kuru Koşullarda Farklı Amaranth Türlerine Ait Çeşitlerin Ot Verim Performanslarının Belirlenmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6(3): 615-624.
- Temel S, Şahin K, 2011. Iğdır İlinde Yem Bitkilerinin Mevcut Durumu, Sorunları ve Çözüm Önerileri. YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 21(1): 64-72.
- Temel S, Şimşek U, 2011. Iğdır Ovası Toprakların Çoraklaşma Süreci ve Çözüm Önerileri. Alinteri Journal of Agricultural Science, 21(B): 53-59.
- Temel S, Tan M, 2020. Kuru Koşullarda Yetiştirilen Farklı Kinoa Çeşitlerinin Kaba Yem Kalite Özellikleri Açısından Değerlendirilmesi. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 6(2): 347-354.
- Temel S, Yolcu S, 2020. The Effect of Different Sowing Time and Harvesting Stages on the Herbage Yield and Quality of Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). Turkish Journal of Field Crops, 25(1): 41-49.
- Üke O, 2016. Effects of Harvest Times on Herbage Yield and Quality of Quinoa and Teff Plants. Yüksek Lisans Tezi. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Van Schooten HA, Pinxterhuis JB, 2003. Quinoa as an Alternative Forage Crop in Organic Dairy Farming. Optimal Forage Systems for Animal Production and the Environment Grassland Science in Europe, 26-28 May 2003, Pleven, Bulgaria, Vol: 8, p: 445- 448.
- Van Soest PJ, Robertson JD, Lewis BA, 1991. Methods for Dietary Fibre, Neutral Detergent Fibre and Non-Starch Polysaccharides in Relation to Animals Nutrition. Journal of Dairy Science, 74: 3583-3597.
- Weinberg ZG, Ashbell G, 2003. Engineering Aspects of Ensiling. Biochemical Engineering Journal, 13: 181-188.
- Woolfort MK, 1984. Silaj Mayası. Grassland Research Inst, Hurley, İngiltere, s.350.
- Yacout MH, Salama R, Elgzar MIT, Awad AA, 2021. *In Vivo* and *in Vitro* Studies to Evaluate Nutritional Value of (*Chenopodium quinoa* Wild.) as Unconventional Forage resource for Feeding Ruminants. Archives of Agricultural Sciences Journal, 4(1): 1-18.
- Yozgatlı O, Başaran U, Gülümser E, Mut H, Çopur Doğrusöz M, 2019. Yozgat Ekolojisinde Bazı Mısır Çeşitlerinin Morfolojik Özellikleri, Verim ve Silaj Kaliteleri. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tarım ve Doğa Dergisi, 22(2): 170-177.