

Farklı Dozlarda Uygulanan Azot ve Fosforlu Gübrelemenin Kinoa'nın Ot Verimi ve Kalitesine Etkisi

Süleyman TEMEL^{1*}, Neslişah ŞURGUN²

ÖZET: Kinoa genellikle insan beslenmesinde tercih edildiğinden Dünya'da ve ülkemizde yürütülen agronomik çalışmaların büyük bir kısmı tohum üretimi üzerine yapılmıştır. Dolayısıyla ot üretim amacıyla ülkemiz ekolojik koşullarında özellikle de gübreleme ilgili araştırma bulunmamaktadır. Bu çalışmada, farklı azot (N₀, N₅, N₁₀ ve N₁₅ kg da⁻¹) ve fosfor (P₀, P₃, P₆ ve P₉ kg da⁻¹) gübre seviyeleri komibanasyon halinde uygulanarak, kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'nin bitki boyu (BB), kuru ot verimi (KOV), kuru ot oranı (KOO), ham protein oranı (HPO), ham protein verimi (HPV) ve doğal çözücülerde çözünemeyen lif (NDF) oranı üzerine etkilerine bakılmıştır. Araştırma, 2015 yılında Iğdır ili sulu koşullarda tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Analiz sonucu en yüksek BB, KOV, KOO, HPO ve HPV genellikle N₁₅ dozunda, NDF oranı ise N₀'da belirlenmiştir. Fosfor dozu açısından en yüksek bitki boyu ve KOO P₆ ve P₉ dozlarında, KOV ve HPV P₉ dozunda, ham protein oranı P₃, P₆ ve P₉ dozlarında, NDF oranı ise P₀ dozunda ölçülmüştür. Önemli bulunan N x P interaksyonu açısından en yüksek kuru ot oranı N₁₀-P₉ uygulamasından, KOV ve HPV ise N₁₅-P₉ kombinasyonundan elde edilmiştir. Ayrıca regresyon analiz sonucu, artan azot ve fosfor dozu uygulaması ile KOV, HPO ve HPV arasında önemli pozitif doğrusal bir ilişki, NDF içeriği arasında ise negatif lineer bir ilişki olduğu saptanmıştır. Bu sonuçlara göre kinoa bitkisinde optimum verim ve kalite değerlerinin elde edilebilmesi için, sonraki çalışmalarda daha yüksek dozlarda azot ve fosforlu gübre denemelerinin yürütülmesinin uygun olacağına karar verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Chenopodium quinoa*, Iğdır, ot verimi, sulu koşullar, yem değeri

The Effect of Different Nitrogen and Phosphorus Doses on Hay Yield and Quality of Quinoa

ABSTRACT: Most of the agronomic studies carried out in the world and in our country have been carried out on seed production since quinoa is generally preferred in human nutrition. Therefore, there is no research about especially fertilization in ecological conditions of Turkey for the purpose of forage production. In this study, different nitrogen (N₀, N₅, N₁₀ ve N₁₅ kg da⁻¹) and phosphorus (P₀, P₃, P₆ ve P₉ kg da⁻¹) fertilizer levels were applied as a combination, and plant height (PH), dry hay yield (DHY), dry hay ratio (DHR), crude protein ratio (CPR), crude protein yield (CPY) and neutral detergent fibre (NDF) of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) were examined. The research was established in randomized blocks according to factorial design with 3 replications in Iğdır irrigated conditions in 2015. The highest PH, DHY, DHR, CPR and CPY were determined at the dose of N₁₅ and the NDF ratio was determined as N₀. In terms of phosphorus dose, the highest DHY and CPY were measured at P₉ dose, NDF ratio at P₀ dose, plant height and DHR at P₆ and P₉ doses, and crude protein ratio at P₃, P₆ and P₉ doses. In terms of N x P interaction, the highest DHY and CPY were obtained from the combination of N₁₅-P₉ while the highest DHR was obtained from the combination of N₁₀-P₉. In addition, regression analysis showed that there was a significant positive linear relationship between DHY, CPR and CPY, and a negative linear relationship between NDF content with increasing nitrogen and phosphorus doses. According to these results, in order to obtain optimum yield and quality values in quinoa, it has been decided that higher doses of nitrogen and phosphorus fertilizer experiments should be carried out in subsequent studies.

Key words: *Chenopodium quinoa*, Iğdır, hay yield, irrigation conditions, forage value

¹ Süleyman TEMEL (Orcid ID: 0000-0001-9334-8601), Iğdır Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Iğdır, Türkiye

² Neslişah ŞURGUN (Orcid ID: 0000-0001-4339-0168), Iğdır İl Tarım ve Orman Müdürlüğü, Iğdır, Türkiye

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

GİRİŞ

Hayvancılığın geliştirilmesinde ve hayvansal ürünlerin artışında kaba yem kaynağı olarak ekimi yapılan yem bitkileri tarımının önemli bir yeri vardır. Arzu edilen yem bitkileri tarımının yaygınlaştırılmasında ise birim alandan daha fazla üretim sağlayan ve ekstrem çevre şartlarında yetişip, kaba yem üretimi temin edebilen tür ve çeşitler önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda popüleritesi artan ve genellikle insan beslenmesinde tercih edilen kinoa bitkisi, hayvan beslenmesinde de kaba yem kaynağı olarak tercih edilen alternatif bir bitki haline gelmiştir (Tan ve Temel, 2019). Bitki düşük sıcaklık, kuraklık, toprak tuzluluğu ve asitliği gibi farklı stres koşullarında rahatlıkla yetişebilmektedir (Bhargava ve ark., 2006; Jacobsen ve ark., 2003). Ayrıca yeşil ve silo yem olarak hayvan beslenmesinde kullanılmakta (Jacobsen ve Stolen, 1993; Sigsgaard ve ark., 2008; Bertero ve Ruiz, 2010) ve ürettiği ot özellikle sığırlar tarafından sevilerek tercih edilmektedir (FAO, 1994). Çeşitlere ve uygulanan tarım sistemlerine bağlı olarak kuru ot verimleri dekara 1.566,5 kg'a kadar çıkabilmekte ve kuru madde oranları ise % 27.2-33.8 arasında değişmektedir (Tan ve Temel, 2017a). Otunun sahip olduğu ham protein içeriği ise % 13-22, kuru madde sindirilebilirliği %63-69 arasında olup, arzu edilen seviyelerdedir (Van Schooten ve Pinxterhuis, 2003). Dolayısıyla hayvanların eksik kaba yem gereksinimlerini sağlaması açısından kinoa bitkisi önemli bir potansiyel olarak görülmüştür.

Diğer taraftan birim alandan yüksek ot verimi ve kalite artışlarının alınabilmesi için bitkilerin gereksinim duyduğu besin elementlerinin karşılanması gerekmektedir (Tan, 2018). Bu da uygulanan tarım sistemlerine bağlı olarak farklı ekolojik koşullarda yapılacak gübreleme çalışmaları ile sağlanabilir. Nitekim yapılan bilimsel araştırmalar ve edinilen tecrübeler, tarım ürünlerinde verim ve kaliteyi artırmanın en kolay yollarından bir tanesinin bitkilerin gereksinim duyduğu dönemde, uygun

çeşit ve dozda verilecek gübrelemeyle sağlanabileceğini ortaya koymuştur (Kacar ve Katkat, 1999). Ancak belli orandan sonraki gübre dozu uygulamalarının ekonomik olmadığı, otu yiyen hayvanlar için toksik etki yaptığı, bitkilerde olgunlaşmanın gecikmesine ve yatmaya sebebiyet vermek suretiyle de verimlerde önemli azalmalara neden olduğu göz ardı edilmemelidir. Dolayısıyla yapılan gübreleme çalışmalarında önemli olan ekonomik seviyedeki gübre dozlarının ortaya konulmasıdır.

Genel olarak türlerin hatta çeşitlerin gübre cinsi ve miktarlarına verdiği tepki farklılık göstermektedir. Örneğin baklagiller fosforlu, buğdaygiller ise azotlu gübrelemeye daha çok gereksinim duyarlar (Açıkgöz, 2001; Tan, 2018). Chenopodium alt familyasına dahil olan kinoa bitkisi ise; büyüme ve gelişimi için her ne kadar düşük besin gereksinimine ihtiyaç duysa da, yüksek azot ve fosfor dozlarına tepkisi genellikle yüksektir (Schulte auf'm Erley ve ark., 2005; Goma, 2013). Örneğin Carlsson ve ark. (1984) kinoa bitkisine farklı dozlarda (dekara 15, 26, 47 ve 88 kg) azotlu gübre uygulaması yapmışlar, ham protein ve ot verimindeki artışların dekara 47 kg azotlu gübre uygulamasına kadar devam ettiğini, ancak sonraki azot dozlarındaki artışların etkisinin ise önemsiz olduğunu belirlemişlerdir. Yapılan çalışmalar kinoa'nın azotlu gübrelemeye tepkisi kadar olmasa da fosforlu gübrelemeye de tepkisinin iyi olduğunu ve dekara 8 kg fosfor dozunun yeterli olduğu ortaya konmuştur (Aguilar ve Jacobsen, 2003).

Son yıllarda Ülkemizde popüleritesi artan kinoa bitkisi ile ilgili çok sayıda agronomik çalışma yürütülmüş ve çalışmaların büyük bir kısmı tohum üretimi üzerine yapılmıştır (Kır ve Temel, 2016; Geren ve Güre, 2017; Kır ve Temel, 2017; Tan ve Temel, 2017b; Tan ve Temel, 2018). Ancak bitkinin ot üretim amacıyla yetiştiriciliğinde özellikle de besin gereksinimini ortaya koyan yürütülmüş bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma ile farklı azot ve fosforlu gübre dozları incelemeye alınarak,

kinoada yüksek ot verimi ve kalitesinin alınması hedeflenmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 876 m rakıma sahip kurak iklim özelliği gösteren Iğdır İli Melekli Beldesinde yürütülmüştür (390 48'06.69" K, 440 34'58.30" D). Çalışma alanı olarak seçilen Iğdır ovası her ne kadar mikroklima özelliğe sahip olsa da, bölgenin yıllık yağış miktarı çok düşük, sıcaklık, nispi nem ve buharlaşma oranı ise yüksektir. Araştırmanın yürütüldüğü dönem (Mart-Ağustos) içerisinde

bölgenin uzun yıllar ortalama iklim verileri incelendiğinde; yıllık toplam yağış miktarı, ortalama sıcaklık ve nispi nem değerlerinin sırayla 172.8 mm, 19.1 °C ve %44.1 olduğu görülmüştür. Denemenin yürütüldüğü 2015 yılı içerisinde ise yıllık toplam yağış miktarı 180.0 mm, ortalama sıcaklık 20.3 °C ve nispi nem % 66.1 olarak ölçülmüştür (MGM, 2015). Bu sonuçlara göre, deneme yılı zarfında yağış miktarı, sıcaklık ve nispi nem değerleri uzun yıllar ortalamasından daha yüksek seyretmiştir.

Çizelge 1. Iğdır İlinin uzun yıllar (1950-2014) ve 2015 yılına ait bazı iklim özellikleri *

Aylar	Yağış miktarı (mm)		Sıcaklık değerleri (°C)		Nispi nem (%)	
	UYO**	2015	UYO	2015	UYO	2015
Mart	20.6	52.0	7.2	8.5	46.1	50.8
Nisan	44.8	44.1	13.5	13.8	47.1	47.7
Mayıs	50.7	41.5	17.9	18.3	48.4	52.9
Haziran	31.7	27.8	22.9	25.1	42.3	40.0
Temmuz	15.4	0.3	26.4	28.7	40.0	33.6
Ağustos	9.6	14.3	26.4	27.2	40.7	40.7
Toplam/Ortalama	172.8	180.0	19.1	20.3	44.1	44.3

*MGM: 2015, **: Uzun yıllar ortalaması

Ekim öncesi deneme alanından toprak örnekleri alınıp (0-30 cm derinliğinden), analiz edilmiş ve araştırma sahası toprakların killi-tınlı bünye sınıfında, yüksek alkali (pH 8.3), tuzsuz (%0.1), orta kireçli (%11.6), bitkilere yararışlı fosforca fakir (50.8 kg da⁻¹), potasyum yönünden zengin (110.0 kg da⁻¹) ve organik madde açısından ise fakir (%0.70) durumda olduğu görülmüştür (Kacar ve Katkat, 1999).

Çalışma, 2015 yılında Iğdır Üniversitesine bağlı Tarımsal Uygulama ve Araştırma Merkezi Müdürlüğü sulu deneme alanında tesadüf bloklarında faktöriyel deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Araştırma kapsamında TÜBİTAK tarafından desteklenen 214O232 no.lu projede ot verimi açısından en yüksek verime sahip olan kinoa (*Chenopodium quinoa*)'nın "Beyaz Popülasyon" genotipi bitki materyali olarak kullanılmıştır. Bitkilerin su gereksinimleri 76 m derinliğinden çıkartılan kuyu

suyu ile sağlanmıştır. Denemede %21'lik amonyum sülfat ve %40'lık triple süper fosfat gübreleri kullanılmıştır. Çalışmada 4 farklı azot (N₀: 0 kg da⁻¹, N₅: 5 kg da⁻¹, N₁₀: 10 kg da⁻¹ ve N₁₅: 15 kg da⁻¹) ve fosfor (P₀: 0 kg da⁻¹, P₃: 3 kg da⁻¹, P₆: 6 kg da⁻¹ ve P₉: 9 kg da⁻¹) dozları 16 farklı kombinasyon halinde uygulanmış ve buna göre deneme toplam 48 parselden oluşmuştur (4 azot x 4 fosfor x 3 blok). Her bir parselde 35 cm sıra aralığında 6 sıra olacak şekilde parsel alanı 6.3 m² (3 m x 2.10 m ebadında) olarak belirlenmiştir. Denemede uygulanan azot ve fosforlu gübre dozlarının diğer parsellere etkisinin olmaması için bloklar arasında 2 m ve parseller arasında ise 1.5 m boşluk bırakılmıştır. Ekimler toprağın tavda olduğu dönemde (21 Nisan 2015) yapılmış ve dekara 200 gr tohumluk kullanılmıştır. Tohumlar, öncesinde hazırlanan tohum yatağına, 1.5-2.0 cm ekim derinliğinde markörle açılan çizilere elle ekilmiştir.

Çıkış sonrası bitkilerin su ihtiyaçları toprak su potansiyel ölçme cihazı kullanılarak, toprakta bulunan faydalı suyun %50'si tükendiği zaman yağmurlama sulama yöntemiyle yapılmıştır. Fide dönemi ve sonrasında deneme alanı içerisinde çıkan yabancı otlar elle ve çapalamayla bozkurt, yaprak biti ve toprak piresi gibi zararlılarla da insektisit kullanılarak mücadelesi yapılmıştır. Hasatlar bitkilerin çiçeklenme başlangıcında en az 5 cm anız yüksekliği kalacak şekilde orakla yapılmıştır. Hasat döneminde parsel başlarından 0.5 m ve kenarlardan da birer sıra bırakılarak, geriye kalan kısımda bitki boyu, kuru ot verimi ve kuru ot oranları belirlenmiştir (Tan ve Temel, 2017b; Yolcu, 2018). Ögütülen yem örneklerin ham protein içerikleri Mikro Kjeldahl metoduna göre (AOAC, 1997), doğal çözücülerde çözünemeyen lif oranı (NDF) ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından geliştirilen metot kullanılarak belirlenmiştir. Son olarak kuru ot verimleri ile ham protein oranlarının çarpılması ile ham protein verimleri hesaplanmıştır.

Çalışma sonucunda elde edilen veriler JMP (5.0.1.2) istatistik paket programı kullanılarak varyans analizine tabii tutulmuş ve ortalamalar asgari önemlilik farkı testi (LSD) kullanılarak karşılaştırılmıştır. Çalışma kapsamında en uygun azot ve fosfor dozlarının belirlenmesi amacıyla da veriler regresyon analizine tabii tutulmuştur. Mevcut çalışmamızda birden fazla bağımsız değişken kullanıldığından verim ve kalite parametreleri ile gübre dozları arasındaki ilişkiyi belirlemek için de çoklu regresyon analiz yöntemi kullanılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitki boyu (cm) ve kuru ot verimi (kg da⁻¹)

Yürütülen bu çalışmada kinoa'nın bitki boyu ve kuru ot verimi üzerine azot ve fosfor dozlarının etkisi çok önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Çizelge 2 incelendiğinde en yüksek bitki boyu (139.7) ve kuru ot verimi (2121.3 kg da⁻¹) N₁₅ azot dozu uygulamasından, en düşük değerler ise N₀ dozundan elde edilmiştir. Bu beklenen bir

sonuçtur. Çünkü azot bitkilerde vejetatif gelişmeyi artırmakta, sonuçta ise bitki boyu ve ot veriminde artışlar meydana getirmektedir (Kacar ve Katkat, 1999; Basra ve ark., 2014; Tan, 2018). Nitekim Sezer ve Yanbeyi (1997), azotun bitkide meristem hücrelerin büyüme ve gelişmesini artırarak boy artışlarına neden olduğunu ifade etmişlerdir. Benzer sonuçlar kinoa bitkisi yürütülen farklı çalışmalarda da ortaya konmuş ve artan azot dozu uygulamalarına bağlı olarak bitki boylarında (El-Behri *et al.*, 1993; Popišil *et al.*, 2006; Geren ve Güre, 2017) ve kuru ot verimlerinde (Hajnal-Jafari, 2015) önemli artışlar sağlandığı rapor edilmiştir. Konu ile ilgili olarak Shams (2012), artan azot dozlarının (0, 9, 18, 27, 36 kg da⁻¹) kinoa'nın bitki boyunu arttırdığını ve en fazla boylanmanın dekara 36 kg N uygulamasından alındığını belirtmiştir. Yine yürütülen bir çalışmada dekara 4, 8, 12 ve 16 kg azot uygulaması yapılmış ve en yüksek verimlerin dekara 16 kg azot dozundan alındığı bulunmuştur (Jacobsen ve ark., 1994). Bu sonuçlar bizim bulgularımızla paralellik göstermekte olup, destekler niteliktedir.

Uygulanan fosfor dozlarına bağlı olarak kinoa bitkisinde boylanmanın 128.4 cm ile 139.2 cm arasında, kuru ot verimlerinin ise 1459.5 kg da⁻¹ ile 1955.7 kg da⁻¹ arasında değiştiği görülmüştür. Belirli bir seviye kadar artan fosfor dozu uygulamaları kinoa bitkisinin boylanmasında artışlara neden olurken, kuru ot verimi açısından ise en yüksek değerler dekara 9 kg fosfor dozu uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 2). Artan fosfor dozlarına bağlı olarak bitki boyu ve kuru ot verimlerinde artışların görülmesi, fosforun bitki gelişimi ve büyümesinde yapısal ve düzenleyici bir element olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Khasawneh ve ark., 1980; Yun ve Kaeppler, 2001). Çünkü fosfor fotosentezi olumlu yönde etkilemekte, özellikle de kuru ağırlık ve yaprak alanlarında önemli artışlara neden olmaktadır (Colomb ve ark., 2000; Assuero ve ark., 2004). Nitekim yüksek verim için fosforlu gübrelemeye

gereksinim duyulduğu ve artan fosfor dozu uygulamalarına kinoa bitkisinin iyi bir tepki verdiği rapor edilmiştir (Mujica, 1997; Aguilar ve Jacobsen, 2003; Geren ve Güre, 2017).

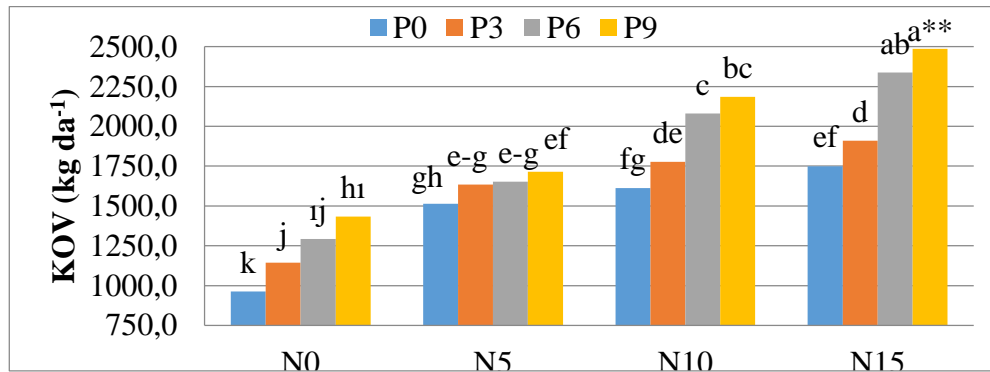
Araştırmada, azot x fosfor dozu interaksyonu kuru ot verimi açısından $P < 0.01$ ihtimal seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Buna göre maksimum kuru ot verimleri dekara 15 kg N ve 9 kg P_2O_5 uygulamasının yapıldığı parsellerden, en düşük yaş ot verimleri ise N_0P_0

kombinasyonundan elde edildiği görülmüştür (Şekil 1). Bu, kinoa bitkisinin azotlu ve fosforlu gübrelerin birlikte uygulanmasına tepkilerinin yüksek olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim tek başına fosforlu gübre uygulamasının verim üzerine çok fazla bir etkisinin bulunmadığı, fosforun olumlu etkisinin azotlu gübrelemeyle birlikte daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (De la Torre-Herrera, 2003).

Çizelge 2. Farklı azot ve fosfor dozu uygulamaları sonucu kinoa bitkisinden elde edilen ortalama bitki boyu ve kuru ot verimleri

Dozlar	Bitki boyu (cm)					Kuru ot verimi (kg da ⁻¹)				
	P ₀	P ₃	P ₆	P ₉	N-Ort.	P ₀	P ₃	P ₆	P ₉	N-Ort.
N ₀	120.0	127.4	130.7	132.8	127.7 c	963.3	1143.8	1291.7	1434.3	1208.3 d
N ₅	127.2	137.2	138.3	139.9	135.6 b	1513.0	1634.4	1653.4	1715.7	1629.1 c
N ₁₀	130.0	134.2	139.1	141.1	136.1 b	1611.9	1776.1	2081.4	2185.0	1913.6 b
N ₁₅	136.5	137.3	142.1	143.1	139.7 a	1749.6	1909.8	2338.0	2487.7	2121.3 a
P-Ort.	128.4 c	134.0 b	137.5 a	139.2 a		1459.5 d	1616.0 c	1841.1 b	1955.7 a	
LSD (%5)	N: 3.221**, P: 3.221**, N x P: ö.d.					N: 79.860**, P: 79.860**, N x P: 159.709**				

** %1 ihtimal sınırlarında önemlidir. ^{abc} Aynı sütun ve satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($P < 0.05$).



** : Farklı harfleri takip eden sütunlar arasında $P < 0,01$ ihtimal seviyesinde önemli farklılıklar vardır

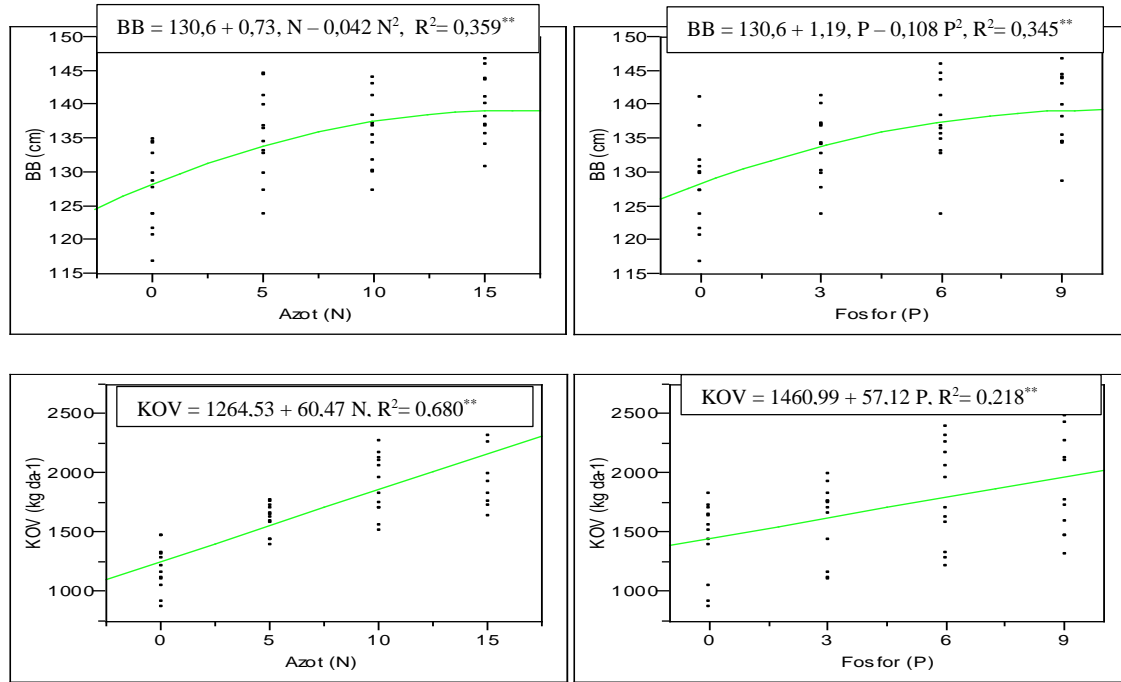
Şekil 1. Kuru ot veriminin azot (N) ve fosfor (P) dozu uygulamalarına göre değişimi

Yapılan regresyon analiz sonuçlarına göre bitki boyuna azot ($R_2=0.359$) ve fosfor dozlarının ($R_2=0.345$) önemli derecede ($P < 0.01$) etki yaptığı belirlenmiş ve aralarında kuadratik bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir (Şekil 2). Bu sonuçlara göre dekara 15 kg azot ve 9 kg fosfor dozundan sonra bitki boylarındaki artışların durağanlaştığı ve en uygun bitki boylarının bu dozlardan elde edildiği saptanmıştır.

Nitekim Hajnal-Jafari (2015) kinoa bitkisi ile yürüttükleri bir çalışma da, dekara 0, 5, 10 ve 15 kg P_2O_5 dozu uygulamaları sonucu bitkilerin sırasıyla 47.3, 56.6, 49.7 ve 42.6 cm bir boylanma gösterdiğini, ancak 5 kg P_2O_5 da⁻¹ dozundan sonra bitki boylarında düşüşlerin yaşandığını rapor etmişlerdir. Şekil 1 incelendiğinde kuru ot verimi ile azot ($R_2=0.680$) ve fosfor dozları ($R_2=0.218$) arasında anlamlı ($P < 0.01$) pozitif doğrusal bir ilişki olduğu saptanmıştır. Buna göre her iki

gübre için nerede doz artışının kuru ot verimine ait performansta bir düşüşe neden olmaya başladığı belirlenememiştir. Bu sebepten dolayı kinoa bitkisinde daha yüksek dozlarda azot ve fosforlu gübreleme çalışmalarının yapılması

gerektiği ortaya konulmuştur. Nitekim Carlsson ve ark. (1984), kinoa bitkisine verilen 15, 26, 47 ve 88 kg da⁻¹ azotun 47 kg da⁻¹'a kadar ot veriminde artış sağladığını, daha sonraki dozların ise etkisiz olduğunu belirlemişlerdir.



Şekil 2. Azot ve fosfor dozları ile bitki boyu ve kuru ot verimi arasındaki ilişki

Ham protein ve NDF oranı (%)

Farklı azot ve fosfor dozu uygulamalarının kinoa bitkisinin ham protein (HP) ve doğal çözücülerde çözünemeyen lif (NDF) oranı üzerine etkisi istatistiksel olarak önemli bulunmuş ($P < 0.01$) ve elde edilen ortalama değerler Çizelge 3'te yer almıştır.

Çizelge 3 incelendiğinde kinoa bitkisinin HP oranının %13.53-15.85, NDF oranının %48.87-52.66 arasında değişim gösterdiği ve en yüksek ham protein içeriği ile en düşük NDF oranının en yüksek azot dozu uygulamasından (N₁₅) elde edildiği görülmüştür.

Çizelge 3. Farklı azot ve fosfor dozu uygulamaları sonucu kinoa bitkisinden elde edilen ortalama ham protein ve NDF oranı

Dozlar	Ham protein oranı (%)					NDF Oranı (%)				
	P ₀	P ₃	P ₆	P ₉	N-Ort.	P ₀	P ₃	P ₆	P ₉	N-Ort.
N ₀	11.97	13.63	13.87	13.53	13.25 c	54.52	53.30	51.65	51.18	52.66 a
N ₅	13.79	14.25	14.42	14.79	14.31 b	51.72	50.91	49.54	49.62	50.45 b
N ₁₀	14.33	15.14	14.72	15.43	14.90 ab	52.85	50.85	51.35	52.94	52.00 a
N ₁₅	14.99	15.14	15.53	15.85	15.38 a	49.96	49.40	48.91	47.22	48.87 c
P-Ort.	13.77 b	14.54 a	14.64 a	14.64 a		52.26 a	51.12 ab	50.36 b	50.24 b	
LSD (%5)	N: 0.623**, P: 0.623**, N x P: ^δ .d.					N: 1.246**, P: 1.246**, N x P: ^δ .d.				

** %1 ihtimal sınırlarında önemlidir. ^{abc} Aynı sütun ve satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($P < 0.05$).

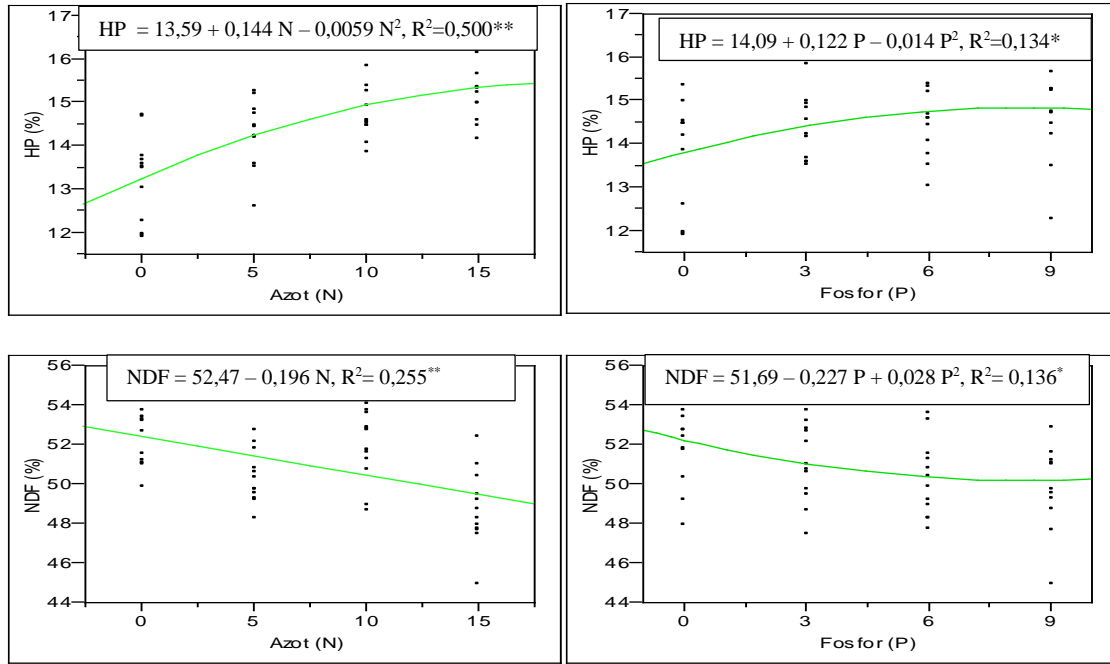
Genel olarak kaba yem kaynağı olarak kullanılan yem örneklerinde ham protein içeriğinin yüksek, NDF oranının ise düşük olması istenir. Bu araştırmada da azot dozu attıkça bitkinin HP içeriğinin arttığı, NDF oranının ise düştüğü tespit edilmiştir. Bu beklenen bir sonuçtur. Çünkü proteinleri oluşturan aminoasitlerin bileşimden azot önemli bir rol oynamaktadır. Ayrıca azotlu gübreleme bitkilerde vejetatif gelişmeyi teşvik ederek, hücre içi maddelerin oranını artırmakta, yapısal karbonhidratların oranını ise azaltmaktadır (Kacar ve Katkat, 1999). Nitekim kinoa bitkisi ile yapılan bir çalışmada dekara 0, 5, 10 ve 15 kg azot dozu uygulaması yapılmış ve araştırma sonucunda uygulanan azot dozu uygulamalarına bağlı olarak sırasıyla %12.0, %13.4, %14.4 ve %15.6 ham protein değerleri alınmıştır. Elde edilen bu sonuçlar, artan azot dozu uygulamalarının kinoa bitkisinin protein içeriğini artırdığını (Hajnal-Jafari, 2015) ve bu sonuçların da bulgularımızla paralellik arz ettiği görülmektedir. Yine kinoa bitkisinde yapılan bir çalışmada azotlu gübrelemeyle ham protein oranlarının arttığı ortaya konulmuştur (David *et al.* 1998).

Fosfor dozu açısından bakıldığında, en yüksek ham protein ve en düşük NDF oranlarının P₃, P₆ ve P₉ dozlarından elde edildiği görülmüştür (Çizelge 3). Nitekim fosfor bitkilerde hücre bölünmesini ve ot kalitesini artıran bir besin elementidir (Tan, 2018). Artan hücre bölünmesi ise yapısal olmayan karbonhidrat oranlarını artırmakta, yapısal karbonhidratların düzeyini ise düşürmektedir. Bu sebeplerden dolayı kinoa da belirli düzeylerde uygulanan fosforlu gübreleme bitkilerin ham protein içeriğini arttırmış, NDF oranını ise düşürmüş olabilir. Konu ile ilgili olarak Yolcu (2018), 15 Nisan'da ekimini ve çiçeklenme başlangıcında hasadını yaptıkları kinoa bitkisine dekara 12.5 kg N ve 8.0 kg P₂O₅ dozu uyguladığı, araştırma sonucunda otun

%21.05 ham protein ve %31.75 oranında da NDF içeriğine sahip olduğunu rapor etmiştir. Bu sonuçlar bizim bulgularımızdan oldukça farklılık göstermiştir. Bunun da araştırmalarda kullanılan çeşit ve gübre dozlarının farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan regresyon analiz sonucuna göre ham protein içeriği ile azot ($P<0.01$, $R_2=0.500$) ve fosforlu gübre dozu ($P<0.05$, $R_2=0.134$) uygulamaları arasında önemli quadratik bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 3). Buna göre artan azot ve fosfor dozu uygulamalarına bağlı olarak ham protein içeriğinde önce artışlar olmuş ve belirli bir gübre seviyesinden sonra bu artışlar durağan hale gelmiştir. Nitekim Kakabouki ve ar. (2014), azot gübrelemesinin kinoa bitkisinin yem kalitesini etkilediğini ve artan azot dozu uygulamasına bağlı olarak ham protein içeriğinin arttığını ve dekara 20 kg azot dozu uygulamasında durağan hale geldiğini rapor etmişlerdir. Bu sonuçlara göre kinoa bitkisinde en yüksek ham protein oranı için dekara 15.0 kg azot ve 6.0 kg fosfor dozu uygulamasının yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.

Şekil 3 incelendiğinde, azot dozu ile NDF oranı arasında ise istatistiksel açıdan önemli negatif doğrusal ($P<0.01$, $R_2=0.255$) bir ilişki, fosfor dozları ile NDF arasında önemli quadratik ($P<0.05$, $R_2=0.136$) bir ilişki tespit edilmiştir. Buna göre artan azot dozu uygulamalarına bağlı olarak NDF oranında sürekli bir düşüş görülmüş ve en düşük (en uygun) NDF oranının eldesi için dekara 15 kg azot dozundan daha yüksek dozlarda azotlu gübre uygulamalarının yapılması gerektiğini göstermiştir. Fosfor dozu uygulamaları açısından NDF oranı incelendiğinde, fosfor dozlarının artması ile NDF oranı önce düşmüş, sonra durağan hale gelmiş ve sonrasında ise bir miktar artmıştır. Bu verilere göre de kinoa bitkisinde dekara 6 kg fosfor dozu uygulamasının en uygun NDF oranı eldesi için yeterli olduğu sonucuna varılmıştır.



Şekil 3. Azot ve fosfor dozları ile ham protein ve NDF arasındaki ilişki

Kuru ot oranı (%) ve ham protein verimi (kg da⁻¹)

Farklı azot ve fosfor dozlarının uygulandığı kinoa bitkisinde kuru ot oranı ve ham protein verimi üzerine azot ve fosfor dozlarının etkisi çok önemli bulunmuştur ($P < 0.01$) (Çizelge 4). Azot dozlarına bağlı olarak kuru ot oranlarının %23.15 ile %25.75 arasında değişim gösterdiği görülmüştür. N₅, N₁₀ ve N₁₅ dozlarının uygulandığı parseller istatistiki olarak aynı önem seviyesinde yer almış ve en yüksek kuru ot

oranına sahip olmuştur. Nitekim azot bitkilerde kuru madde oranını artıran önemli bir besin elementidir (Tan, 2018). Bu çalışmada da artan azot dozları kuru ot oranını arttırdığı görülmüştür. Uygulanan azot dozlarına bağlı olarak kinoa bitkisinin ham protein verimi (HPV) ise 105.2-216.7 kg da⁻¹ arasında değişmiş ve dekara 15 kg azot dozu uygulaması diğer dozlara göre daha yüksek bir ham protein verimine sahip olmuştur. En düşük HPV ise azotlu gübre uygulaması yapılmayan kontrol parsellerinden elde edilmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı azot ve fosfor dozu uygulamaları sonucu kinoa bitkisinden elde edilen ortalama kuru ot oranı ve ham protein verimi

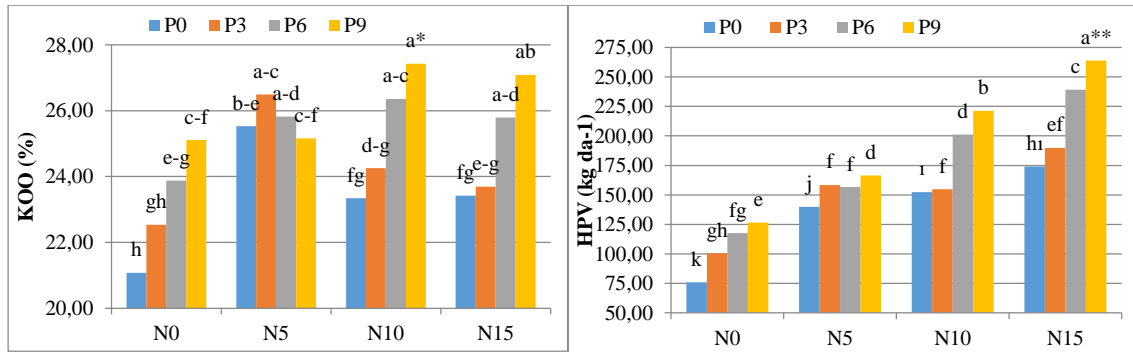
Dozlar	Kuru ot oranı (%)					Ham protein verimi (kg da ⁻¹)				
	P ₀	P ₃	P ₆	P ₉	N-Ort.	P ₀	P ₃	P ₆	P ₉	N-Ort.
N ₀	21.07	22.54	23.87	25.11	23.15 b	75.84	100.62	117.71	126.54	105.2 d
N ₅	25.53	26.49	25.83	25.16	25.75 a	139.81	158.43	156.70	166.62	155.4 c
N ₁₀	23.34	24.26	26.36	27.43	25.35 a	152.52	154.84	201.34	221.36	182.5 b
N ₁₅	23.42	23.70	25.79	27.09	25.00 a	174.02	189.78	239.06	263.89	216.7 a
P-Ort.	23.34b	24.25 b	25.46 a	26.20 a		135.5 d	150.9 c	178.7 b	194.6 a	
LSD (%5) N: 0.938**, P: 0.938**, N x P: 1.877*					N: 7.458**, P: 7.458**, N x P: 14.917**					

** ve * sırasıyla %1 ve %5 ihtimal sınırlarında önemlidir. ^{abc} Aynı sütun ve satırda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında fark yoktur ($P < 0.05$).

Artan azot dozu uygulamalarına bağlı olarak ham protein içeriği (Çizelge 3) ve özellikle de kuru ot verimindeki artışlar (Çizelge 2) ham protein veriminin de yüksek seviyede olmasına neden olmuştur. Nitekim Schulte auf'm Erley ve ark. (2005) dekara sıfır azot dozu uygulaması ile kıyaslandığında dekara 12 kg bir azot uygulamasının bitkiler tarafından kaldırılan azot miktarının (16.1 kg da⁻¹) nerdeyse iki kat olduğunu rapor etmişlerdir. Bu da bitkilerin protein içeriğini, ot verimini arttırmakta ve sonuçta ise dekara ham protein verimlerini yükseltmektedir. Fosfor açısından değerlendirildiğinde ise, kinoa bitkisinden elde edilen ortalama kuru ot oranları %23.34-26.20 arasında değişim göstermiş ve en yüksek oranlar P₆ ve P₉ dozlarında alınmıştır (Çizelge 4). Hiç fosfor uygulaması yapılmayan parsellerde ise elde edilen kuru ot oranları en düşük seviyede kalmıştır. Bunun da uygulanan fosforlu gübrelemelerin bitkilerde vejetatif gelişmeyi ve dolayısıyla yapısal karbonhidrat oranlarını artırmış olmasından kaynaklanmış olabilir. Oysa

fosfor dozlarına bağlı olarak kinoa bitkisinin ham protein veriminde sürekli artışlar görülmüş ve en yüksek ham protein verimi dekara 9 kg fosfor dozu uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 4). Kinoa HPV'nin yüksek ya da düşük çıkması, uygulanan fosfor dozlarına bağlı olarak ham protein oranı ve kuru ot verimlerinde meydana gelen farklılıklardan kaynaklanmış olabilir.

Kuru ot oranı ve ham protein verimi üzerine azot x fosfor interaksiyonunun etkisi sırasıyla %5 ve %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Şekil 4). En yüksek kuru ot oranı %27.43 ile dekara 10 kg azot ve 9 kg fosfor dozu uygulamasının yapıldığı parsellerden, en düşük oran ise azot ve fosfor gübrelemesi yapılmayan N₀-P₀ kombinasyonundan (%21.07) elde edilmiştir. Ham protein verimi ise en fazla (263.89 kg da⁻¹) N₁₅-P₉ kombinasyonundan, en düşük değer ise N₀-P₀ kombinasyonundan (75.84 kg da⁻¹) elde edilmiştir (Şekil 4). Bu sonuçlar da kinoa bitkisinin kombine halinde uygulanan azot ve fosforlu gübrelemeye tepkisinin yüksek olduğunu göstermektedir.



** ve * Farklı harfleri takip eden sütunlar arasında sırasıyla %1 ve %5 ihtimal seviyesinde önemli farklılıklar vardır.

Şekil 4. Kuru ot oranı ve ham protein veriminin azot ve fosfor dozu uygulamalarına göre değişimi

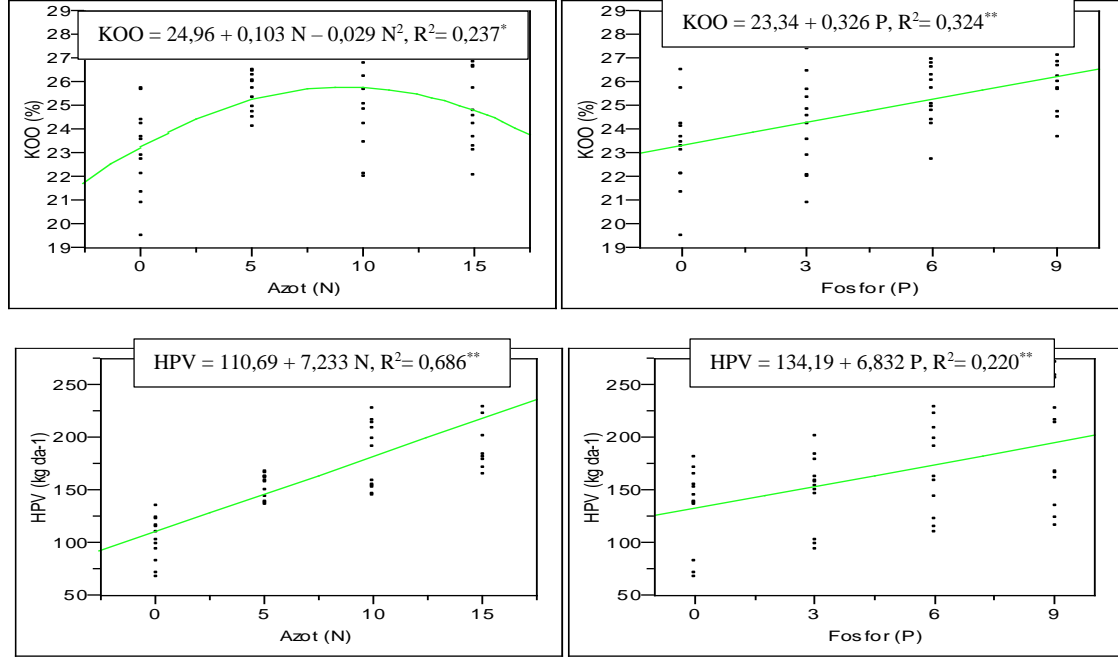
Konu ile ilgili olarak Yolcu (2018), dekara 12.5 kg azot ve 8.0 kg fosfor dozu uygulamasından 169.51 kg da⁻¹ ham protein veriminin alındığını ifade etmiştir. Bu oran bizim çalışmamızda elde edilen değerden oldukça düşük bulunmuştur. Oluşan bu farklılık kullanılan çeşitten kaynaklanabileceği gibi mevcut çalışmamızda kullanılan azot ve fosforlu gübre

dozlarının daha yüksek olmasından da kaynaklanmış olabilir.

Yapılan regresyon analiz sonucu, azot dozu ile kuru ot oranı arasında önemli ($P < 0.05$, $R_2 = 0.237$) ve kuadratik bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 5). Buna göre artan azot dozu uygulamasına bağlı olarak kuru ot oranında önce artışlar, sonrasında azalmalar gerçekleşmiş ve en

yüksek kuru ot oranının ise dekara 10 kg azot dozu uygulamasından elde edildiği görülmüştür. Oysa fosfor dozu ile kuru ot oranı arasında ise önemli ve pozitif doğrusal ($P < 0.01$, $R_2 = 0.324$) bir

ilişki saptanmış (Şekil 5) ve dolayısıyla en yüksek kuru ot oranının alınabildiği uygun fosfor dozu belirlenememiştir.



Şekil 5. Azot ve fosfor dozları ile kuru ot oranı ve ham protein verim arasındaki ilişki

Yapılan regresyon analiz sonucuna göre azot ($R_2 = 0.686$) ve fosfor dozları ($R_2 = 0.220$) ile ham protein verimi arasında ise önemli pozitif doğrusal bir ilişki saptanmıştır (Şekil 5). Bu sonuçlara göre doza yanıt henüz bir tepe noktasına ulaşamadığından, ham protein verimi açısından en uygun değer ortaya konulabilmesi için artan azot ve fosfor dozu seviyeleriyle yeni denemelerin kurulması gerektiği ortaya konulmuştur.

SONUÇ

Mikroklima özelliğe sahip Iğdır sulu koşullarında yürütülen bu araştırmada en yüksek ot verimi ve kalite değerleri dekara 15 kg N ve 9 kg P uygulamasından elde edilmiştir. Ancak uygulanan azot ve fosfor dozları ile optimum verim ve kalite performansları sağlanamadığından sonraki çalışmalarda kinoa bitkisinde daha yüksek dozlarda azot ve fosforlu gübreleme çalışmalarının yapılması gerektiği ortaya konulmuştur. Ayrıca kinoa bitkisinde

azotlu ve fosforlu gübre doz uygulamalarındaki artışa bağlı olarak ot verimi ve kalite açısından önemli olan kuru ot verimi, ham protein oranı ve ham protein verimleri doğrusal bir şekilde artış göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E, 2001. Yem Bitkileri (3. Baskı). Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 182, Bursa.
- Aguilar PC, Jacobsen SE, 2003. Cultivation of quinoa on the peruvian altiplano. Food Reviews International, 19: 31-41.
- AOAC, 1997. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16th ed. 3rd revision. Arlington, VA, USA. 125 p.
- Assuero SG, Mollier A, Pellerin S, 2004. The decrease in growth of phosphorus-deficient maize leaves is related to a lower cell production. Plant Cell Environment, 27: 887-895.

- Basra SMA, Iqbal S, Afzal I, 2014. Evaluating the response of nitrogen application on growth, development and yield of quinoa genotypes. *International Journal of Agriculture & Biology*, 16(5): 886-892.
- Bertero HD, Ruiz RA, 2010. Reproductive partitioning in sea level quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) cultivars. *Field Crops Research*, 118: 94-101.
- Bhargava A, Shukla S, Ohri D, 2006. *Chenopodium quinoa*. An Indian perspective. *Industrial Crops and Products*, 23:73-87.
- Carlsson R, Hanczakowski P, Kaptur T, 1984. The quality of the green fraction of leaf protein concentrate from *Chenopodium quinoa* willd. Grow at different levels of fertilizer nitrogen. *Animal Feed Science Technology*, 11: 239-245.
- Colomb B, Kinyri RJ, Debaeke P, 2000. Effect of Soil Phosphorus on Leaf Development and Senescence Dynamics of Field-Grown Maize. *Agronomy J.*, 2: 428-435.
- David JR, Gibert P, Pla E, Pétavy G, Karan D, Moreteau B 1998. Cold stress tolerance in *Drosophila*: analysis of chill coma recovery in *D. melanogaster*. *Journal of Thermal Biology*, 23: 291-299.
- De la Torre-Herrera J, 2003. Current use of quinoa in Chile. *Food Reviews International*, 19:155-165.
- El-Behri A, Patnam DH, Schitt M, 1993. Nitrogen fertilizer and cultivar effects on yield and nitrogen use efficiency of grain amaranth. *Agronomy of Journal*, 85: 120-128.
- FAO, 1994. Plant Production and Protection Series. In: Hernandez, J.E, Leon, J. (Eds.), *Neglected crops 1492 from a different perspective*. No. 26, Available at <http://www.fao.org/docrep/T0646E/T0646E00.htm> (accessed March 2014).
- Geren H, Güre E, 2017. Farklı azot ve fosfor seviyelerinin kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)'da tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi üzerinde bir ön araştırma. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 54 (1): 1-8.
- Gomaa EF, 2013. Effect of nitrogen, phosphorus and biofertilizers on quinoa plant. *Journal of Applied Sciences Research*, 9(8): 5210-5222.
- Hajnal-Jafari T, 2015. Yield response of quinoa to fertilization and irrigation. *Agriculture & Food*, 3: 226-233.
- Jacobsen SE, Stolen O, 1993. Quinoa- morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe. *European Journal of Agronomy*, 2: 19-29.
- Jacobsen SE, Jorgensen I, Stolen O, 1994. Cultivation of quinoa (*Chenopodium quinoa*) under temperate climatic conditions in Denmark. *Journal of Agricultural Science*, 122: 47-52.
- Jacobsen SE, Mujica A, Jensen RC, 2003. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors. *Food Reviews International*, 19: 99-109.
- Kacar B, Katkat V, 1999. Gübreler ve Gübreleme Tekniği. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No: 144, Vipaş Yayın No:20, s. 531, Bursa.
- Kakabouki I, Bilalis D, Karkanis A, Zervas G, Tsiplakou E, Hela D, 2014. Effects of fertilization and tillage system on growth and crude protein content of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An alternative forage crop. *Emir Journal of Food Agriculture*, 26:18-24.
- Khasawneh FE, Sample EC, Kamprath EJ, 1980. The Role of Phosphorus in Agriculture. ASA - CSSA- SSSA. 677 South Segoe Road, Madison, WI. 53711, USA.
- Kır AE, Temel S, 2016. Iğdır ovası kuru koşullarında farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) çeşit ve populasyonlarının tohum verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 4(6): 145-154.
- Kır AE, Temel S, 2017. Sulu koşullarda farklı kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotiplerinin tohum verimi ile bazı tarımsal özelliklerinin belirlenmesi. *Iğdır Üniv. Fen Bilimleri Enst. Derg.*, 7(1): 353-361.
- MGM, 2015. Başbakanlık DMİ Genel Müdürlüğü Meteoroloji Bültenleri. Ankara.
- Mujica A, 1977. *Tecnología del cultivo de la quinua*. Fondo Simon Bolivar. Ministerio de Alimentación. Zona Agraria XII. Puno: IICA, UNTA.

- Popišil A, Pospišil M, Varga B, Svečnjak Z, 2006. Grain yield and protein concentration of two amaranth species as influenced by nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*, 25 (3): 250-253.
- Schulte auf'm Erley G, Kaul G, Kruse M, Aufhammer W, 2005. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat under different nitrogen fertilization. *European Journal of Agronomy*, 22, 95-100.
- Sezer S, Yanbeyi S, 1997. Çarşamba ovasında yetiştirilen cin mısırdaki (*Zea mays* L. everta) bitki sıklığı ve azotlu gübrenin tane verimi, verim komponentleri ve bazı bitkisel karakterler üzerine etkileri. Türkiye 2. Tarla Bitkileri Kongresi, 22-25 Eylül- 128-133. Samsun.
- Shams AS, 2012. Response of quinoa to nitrogen fertilizer rates under sandy soil conditions, Proc. 13th International Conference Agronomy., Faculty of Agriculture. Benha Univ., Egypt, 9-10 September 2012, p: 195-205.
- Sigsgaard L, Jacobsen SE, Christiansen JL, 2008. Quinoa, *Chenopodium quinoa*, provides a new host for native herbivores in northern Europe: Case studies of the moth, *Scrobipalpa atriplicella*, and the tortoise beetle, *Cassida nebulosa*. *Journal of Insect Science*, 8(49): 1-4.
- Tan M, 2018. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Erzurum Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 256, Erzurum.
- Tan M, Temel S, 2017a. Studies on the adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to Eastern Anatolia Region of Turkey. *Agrofor Int. J.*, 2: 33-39.
- Tan M, Temel S, 2017b. 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, 2018. Performance of some quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) genotypes grown in different climate conditions. *Turkish J. Field Crops*, 23(2): 180-186.
- Tan M, Temel S, 2019. Her yönüyle Kinoa: Önemi, Kullanılması ve Yetiştiriciliği. İKSAD Publishing House, Ankara, Turkey. s. 182. ISBN: 978-605-7875-88-4.
- 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*, Vol: 8.
- 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.
- Yolcu S, 2018. Iğdır Yöresi Sulu Koşullarda Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) Bitkisinin Ot Verimi ve Kalitesi Üzerine Ekim ve Hasat Zamanlarının Belirlenmesi. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Iğdır.
- Yun SJ, Kaeppler SM, 2001. Induction of maize acid phosphatase activity under phosphorus starvation. *Plant Soil*, 237: 109-115.