

Farklı Dozlarda Fosfor ve Zeolit Uygulamasının Yoncanın Kuru Madde Verimi ve Bazı Özelliklerine Etkileri

Kambiz KHARAZMİ¹, Mustafa TAN^{2*}

ÖZET: Bu araştırma, farklı fosforlu gübre ve zeolit dozlarının sulu şartlarda yonca (*Medicago sativa* L.)'nin kuru madde verimi ve bazı özellikleri üzerindeki etkilerini belirlemek için yürütülmüştür. Araştırma şansa bağlı tam bloklar deneme deseninde faktöriyel düzenlemeye göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Dört fosfor (0, 5, 10 ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹) ve 4 zeolit dozu (0, 50, 100 ve 150 kg da⁻¹) kombinasyon halinde uygulanmıştır. Tarla çalışması 2012 yılında kurulmuş, 2013 ve 2014 yıllarında alınan veriler değerlendirilmiştir. Araştırmada bitki boyu, kuru madde verimi, tesis sıklığı ve otun ham protein, ADF ve NDF oranları incelenmiştir. Fosforlu gübre ve zeolit uygulamaları ile kuru madde verimi ve bitki sıklığı önemli ölçüde artmıştır. Ot kalite parametreleri (ham protein, ADF ve NDF oranları) ise yapılan uygulamalardan etkilenmemiştir. Mevcut koşullar altında yoncadan yüksek kuru madde verimi elde etmek ve tesisin seyrelmesini yavaşlatmak için dekara 10 kg P₂O₅ ile 150 kg zeolit uygulaması önerilebilir.

Anahtar Kelimeler: *Medicago sativa*, zeolit, fosfor, ot verimi, tesis sıklığı, ot kalitesi

Effects of Phosphorus and Zeolite Application at Different Doses on Yield and Some Properties of Alfalfa

ABSTRACT: This research was carried out to determine the effects of different phosphorus and zeolite doses on dry matter yield and some properties of alfalfa (*Medicago sativa* L.) in irrigated conditions. The experiment was established in a randomized complete blocks design with three replications according to the factorial arrangement. Four phosphorus (0, 5, 10 and 15 kg P₂O₅ da⁻¹) and 4 zeolite doses (0, 50, 100 and 150 kg da⁻¹) were applied in combination. Field study was established in 2012 and the data received in 2013 and 2014 were evaluated. In the study, plant height, dry matter yield, plant density and crude protein, ADF and NDF ratios of the hay were investigated. Dry matter yield and plant density have increased significantly with phosphorus fertilizer and zeolite applications. Hay quality parameters (crude protein, ADF and NDF ratios) were not affected by the applications. Under current conditions, it is recommended to apply 10 kg P₂O₅ and 150 kg zeolite per decare to obtain high dry matter yield from alfalfa and keep the plant density high.

Keywords: *Medicago sativa*, zeolite, phosphorus, hay yield, stand density, hay quality

¹Kambiz KHARAZMİ (Orcid ID: 0000-0002-1759-7742), Batı Azerbaycan Tarım ve Doğal Kaynaklar Araştırma ve Eğitim Merkezi, Tohum ve Bitki Islahı Araştırma Bölümü, Urmiye, İran

² Mustafa TAN (Orcid ID: 0000-0001-7939-7087), Trakya Üniversitesi Havsa Meslek Yüksekokulu, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Edirne, Türkiye

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: Mustafa TAN, e-mail: mustafatan@trakya.edu.tr

Bu çalışma Kambiz KHARAZMİ'nin Doktora Tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Yonca yem bitkileri arasında çok biçim vermesi, ot veriminin yüksekliği ve besleme değerinin yüksek olması ile dikkat çekmektedir. Engin ve Mut (2017) Yozgat şartlarında incelenen çeşitlerin 5-6 biçim verdiğini, otun ham protein oranlarının %24.2-26.1, kuru ot verimlerinin 2107.0-4330.5 kg da⁻¹ arasında olduğunu belirlemişlerdir. Ancak yoncanın yüksek verim ve besleme değeri toprak verimliliğine bağlıdır. Besin elementleri ve organik maddece fakir topraklarda yüksek verim alabilmek için mutlaka yüksek dozlarda gübreleme yapmak gerekir. Yonca için azotlu gübre sadece ilk yıl önerilmektedir (Tan, 2018). Yapılan araştırmalar uygulanacak azot dozunun topraktaki organik madde durumuna göre 2-5 kg N da⁻¹ seviyesinde olması gerektiğini bildirmektedir (Serin ve ark., 2005). Yonca daha çok fosforlu gübreye ihtiyaç duymakta ve fosforlu gübrelerin her yıl uygulanması gerekmektedir. Topraktaki rezervlere bağlı olarak yoncaya uygulanması gereken fosfor miktarı 10-15 kg P₂O₅ da⁻¹'dir (Öden, 1987; Serin ve ark., 2005; Türk ve ark., 2018).

Son yıllarda tarımsal üretimde geline nokta, daha güvenilir gıda üretmek ve çevreye zarar vermeyen teknikler kullanmaktır. Bu kapsamda organik tarım ve iyi tarım gibi anlayışlar ortaya çıkmıştır. Bunun bir sonucu olarak kimyasal girdilerin azaltılması ve bitkilerin ihtiyaçlarının doğal yollarla karşılanması yoluna gidilmektedir. Organik yapıdaki materyaller topraktaki besin döngüsüne katkıda bulunarak besin elementlerinin elverişliliğini artırır ve bitkilerin faydalanmasını kolaylaştırır. Organik yapıdaki materyallerde bulunan humat moleküllerinin etrafı negatif yüklüdür. Bu nedenle uygulanan gübredeki besin maddelerinin topraktaki negatif yüklü kil mineralleri tarafından bloke edilmesini engelleyerek, bitkiler tarafından alınmasını kolaylaştırır.

Tarımda kullanılan kimyasal gübrelerin yıkanma ve buharlaşma gibi yollarla kaybolması önemli bir sorundur. Bu nedenle toprağa uygulanan gübrelerin kaybını önleyen ve yarayışlılığını artıran toprak düzenleyicilerin kullanımı önem kazanmaktadır. Bu amaçla kullanılabilir doğal materyallerden birisi zeolittir. Zeolitler hidrate alüminyum silikat mineralleridir. Geniş izomorfik yer değiştirme özelliği olan zeolitin yüksek bir katyon değişim kapasitesi vardır (Işıldar, 1999). Yüksek su tutma ve iyon değiştirme özelliği nedeniyle özellikle kil bakımından fakir topraklarda toprak yapısını iyileştirmek için kullanılır. Organik madde ve özellikle de azot yönünden yetersiz olan tarım topraklarında ciddi gübre tasarrufu sağlayacağı iddia edilmektedir (Demir ve Polat, 2003).

Yonca ülkemiz için en önemli yem bitkilerinden birisidir. Ancak yüksek verim için sulu şartlarda yoğun gübre kullanımı gerekmektedir. Bu çalışmada kimyasal gübre uygulamalarının zeolit kullanımı ile azaltılıp azaltılamayacağı sorusuna cevap aranmıştır. Farklı oranlarda zeolit ve kimyasal gübre uygulamaları ile yoncanın verimi ve bazı kalite özelliklerinde oluşan değişimler belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma 2012-2014 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Araştırma ve Yayın Merkezi Müdürlüğüne bağlı sulu deneme alanlarında yürütülmüştür. Çalışmada yonca (*Medicago sativa* L.)'nın Bilensoy çeşidi kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan zeolit, Manisa Gördes'ten (Enli Madencilik A.Ş.) klinoptilolit formunda elde edilmiştir. Bu malzemenin pH'sı 6-8 civarında olup, %25 nem, %25 organik madde, %40 humik asit + fulvik asit ve %10 dolgu maddesi içermektedir.

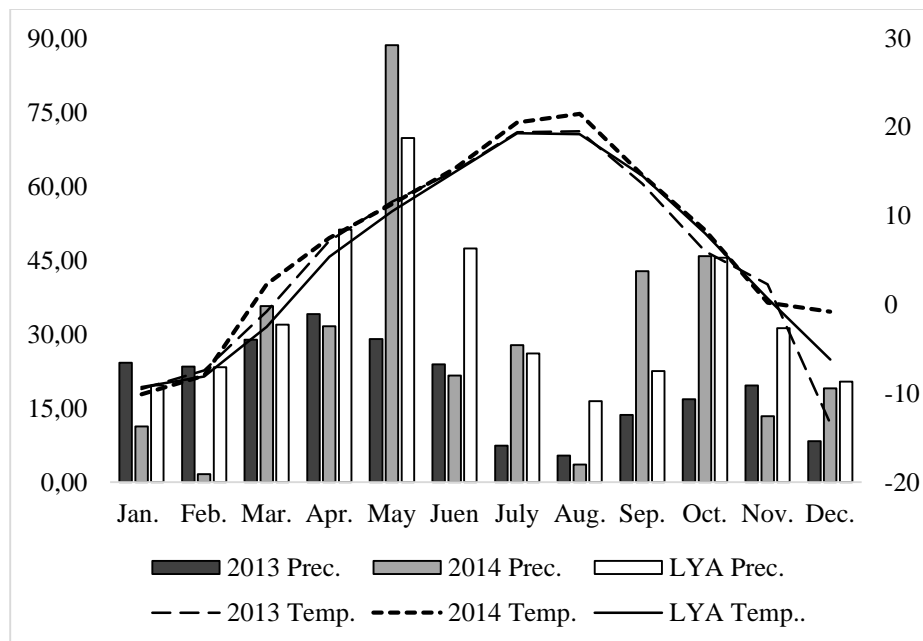
Tarla çalışması 2012 yılında sulu koşullar altında kurulmuş, birinci yıl verim alınmamış, 2013 ve 2014 yıllarında veri elde edilmiştir. Araştırmanın her yılında 4 farklı fosfor dozu (0, 5, 10 ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹) ve sadece ilk yıl 4 farklı zeolit dozu (0, 50, 100 ve 150 kg da⁻¹) parsellere uygulanmış ve toprağa karıştırılmıştır. Deneme Şansa Bağlı Tam Bloklar deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak

kurulmuştur. Ekimler önceden hazırlanmış tohum yatağına el mibzeri ile yapılmıştır. Ekimde sıra aralıkları 30 cm, tohumluk miktarı 2 kg da⁻¹ ve ekim derinliği 2-3 cm olarak ayarlanmıştır (Açıkgöz, 2001). Ekimden bir ay sonra ve denemenin ikinci yılında birer defa olmak üzere çapa ile yabancı ot mücadelesi yapılmıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında yağış durumu ve bitkilerin ihtiyacına göre salma şeklinde su verilmiştir. Ot hasatları her iki yılda da 3 defa çiçeklenme başlangıcında yapılmıştır (Manga 1978; Keskin ve ark., 2018). Araştırmada yoncanın bitki boyu, kuru madde verimi, ham protein oranı, ADF (asit eriticilerde erimeyen lif) ve NDF (doğal eriticilerde erimeyen lif) oranları ile tesis sıklığı incelenmiştir.

Bitki boyu hasat esnasında her parselden 10 bitkinin boyları ölçülüp ortalaması alınarak belirlenmiştir. Biçilen otlar torbalara doldurulmuş, önce açık havada, ardından 65 °C'ye ayarlı kurutma fırınında sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuştur. Kurutulan örnekler verimi belirlemek için tartılmış, daha sonra da analizler için öğütülmüştür. Öğütülen örneklerde ham protein, ADF ve NDF oranları belirlenmiştir. Ham protein oranları Mikro Kjeldahl metoduyla Kacar ve İnal (2013)'a göre, ADF ve NDF analizleri ise ANKOM Fiber Analiz cihazında Van Soest ve ark. (1991)'nin belirttiği esaslara göre yapılmıştır. 2014 yılında son hasat yapıldıktan sonra her parselde bitki sıklığı sayılmıştır. Orta sıralardan birinde 1 m² alanda yapılan bitki sayımı ile yoncada tesis sıklığı belirlenmiştir.

Elde edilen veriler MSTAT-C paket programı yardımıyla varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ortalamalar LSD çoklu karşılaştırma testi kullanılarak harflendirilmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü Erzurum ilinin 2013 ve 2014 yılları ile uzun yıllar ortalamasına (1950-2012) ait bazı iklim verileri Şekil 1'de görülmektedir. Araştırmanın ilk yılı (2013) uzun yıllar ortalamasına benzer bir sıcaklık rejimine sahip olmuştur. Farklı olarak aralık ayının belirgin olarak düşük olması dikkat çekmektedir. 2014 yılı 2013 yılı ve uzun yıllar ortalamasına göre nispeten daha sıcak geçmiştir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllar genel olarak uzun yıllar ortalamasına göre daha az yağış almıştır. Ancak 2014 yılı mayıs ve eylül ayları uzun yıllar ortalamasından belirgin olarak daha yağışlı olmuştur. Araştırmanın ikinci yılı (2014) ilk yıla göre daha yağışlı olmuştur. Bu durum özellikle bitkilerin hızlı büyüme gösterdiği nisan, mayıs ve haziran aylarında oldukça belirgindir.



Şekil 1. Erzurum ilinin 2013, 2014 ve uzun yıllar ortalaması (1950-2012) sıcaklık ve yağış değerleri

Deneme arazisi topraklarının (0-30 cm) bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 1'de verilmiştir. Bu sonuçlara göre denemenin kurulduğu toprakların tekstür sınıfı tınlıdır. Deneme sahası toprakları tuzsuz (%0.06), hafif alkalın (7.45), az kireçli (%1.3), bitkilere yararışlı fosforca fakir (5.4 kg P₂O₅ da⁻¹), potasyumca zengin (174 kg K₂O da⁻¹) ve organik maddece fakir durumdadır.

Çizelge 1. Deneme alanı topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri

Toprak Özellikleri	Sonuçlar
Kum	%33.8
Silt	%48.5
Kil	%17.7
Tekstür sınıfı	Tınlı
Tuzluluk	%0.06
pH (1:25)	7.45
Elektriksel iletkenlik	2.39 dS m ⁻¹
Kireç (CaCO ₃)	%1.3
Organik madde	%0.97
Bitkilere yararışlı fosfor	5.4 kg P ₂ O ₅ da ⁻¹
Bitkilere yararışlı potasyum	174 kg K ₂ O da ⁻¹

BULGULAR VE TARTIŞMA

Yoncanın bitki boyu üzerinde yıl, fosfor ve zeolitin önemli etkisi görülmemiş, fosfor x zeolit interaksyonu önemli bulunmuştur (Çizelge 2). Birinci yıl 54.1 cm olan bitki boyu ikinci yılda 51.4 cm olarak ölçülmüştür. İki yıllık bitki boyu fosfor dozlarına bağlı olarak 51.6-53.8 cm, zeolit dozlarına bağlı olarak 52.1-54.2 cm arasında küçük değişimler göstermiştir. İki yıllık ortalamada fosfor x zeolit interaksyonu önemli bulunmuş (p<0.01), uzun bitki boyları (56.9 cm, 56.8 cm, 55.0 cm ve 54.8 cm) sırasıyla 10 kg P₂O₅ da⁻¹ + 0 kg da⁻¹ zeolit, 5 kg P₂O₅ da⁻¹ + 100 kg da⁻¹ zeolit, 15 kg P₂O₅ da⁻¹ + 0 kg da⁻¹ zeolit ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹ + 50 kg da⁻¹ zeolit uygulamalarında belirlenmiştir. Bu uygulamaların kontrol parseli ile olan farklılığı istatistiksel olarak önemlidir. Fosfor yonca için önemli bir besin elementidir (Kacar ve Katkat, 2007). Bitkinin sağlıklı gelişmesi ve verimli olması için bu besin elementinin yeterli miktarda topraktan alınması gerekir. Bu araştırmanın yürütüldüğü topraklarda fosfor miktarı fakir (5.4 kg P₂O₅ da⁻¹) olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Buna rağmen gübre olarak verilen fosfor yonca bitki boyuna etki etmemiştir. Bu durum fosforun toprakta bloke edilmesi ve bitki tarafından alınmasının zorlaşmasından kaynaklanabilir. Çünkü fosfor, zeolit ile birlikte interaksyon halinde etkili olmuştur. Muhtemelen bitkiler zeolitin varlığında fosforu daha etkin kullanmışlardır. Kiknadze ve ark. (2008) da zeolit uygulamasıyla toprakta bitkinin yararlanabileceği fosfor, kalsiyum ve magnezyumun hareketli formlarının miktarında artış olduğunu ve toprağın verimliliğinin arttığını bulmuşlardır. Zeolitin olmadığı parsellerde yüksek boylu bitkiler yüksek fosfor dozlarında belirlenirken, zeolitin varlığında düşük dozda fosfor uygulamasıyla daha uzun bitki boyları ölçülmüştür (Çizelge 2). Tiryakioğlu ve Karanlık (2010) da ticari gübre (NP) + klinoptilolit uygulamasının buğdayda bitki boyunu artırdığını belirlemişlerdir.

Araştırmanın 2013 yılında kuru madde verimi 858.8 kg da⁻¹ olarak bulunmuştur. İkinci yılda ise verim önemli artış göstererek 1069.1 kg da⁻¹'a yükselmiştir (Çizelge 3). Yoncada en yüksek verimler ekimi takip eden ilk 4 yılda gerçekleşir (Çoruh ve Tan, 2008). Bu çalışmada ikinci verim yılında daha yüksek kuru madde üretimi gerçekleşmiştir. Muhtemelen bitkiler kök gelişmelerini tamamladıkları için ikinci verim yılında daha yüksek üretime ulaşmışlardır. Ayrıca uygulanan kimyasal gübrelerin birikmesinden doğan etkiler ve 2014 yılının daha yağışlı geçmesi (Çizelge 1) de ikinci yıl verimlerini artırmış olabilir.

Çizelge 2. Farklı dozlarda fosfor ve zeolit uygulanan yoncanın bitki boyu (cm)¹

Fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Zeolit (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	50	100	150	
2013					
0	48.9	52.9	57.9	55.3	53.8
5	52.3	52.9	59.5	51.5	54.1
10	57.1	50.1	54.1	54.0	53.6
15	58.5	56.7	53.2	51.9	55.1
Ortalama	54.2	53.2	56.2	52.9	54.1
2014					
0	44.3	50.3	50.1	53.2	49.5
5	47.9	52.8	54.1	51.4	51.6
10	56.7	48.5	51.5	51.9	52.2
15	51.6	52.7	53.1	52.4	52.4
Ortalama	50.1	51.1	52.2	52.2	51.4
İki Yıllık Ortalama					
0	46.6 B	51.6 AB	54.0 AB	54.3 A]	51.6
5	50.1 AB	52.9 AB	56.8 A	51.5 A]	52.8
10	56.9 A	49.3 AB	52.8 AB	52.5 A]	52.9
15	55.0 A	54.8 A	53.1 AB	52.1 A]	53.8
Ortalama	52.2	52.1	54.2	52.6	52.8
Önemlilik	Yıl: ns	Fosfor: ns	Zeolit: ns	Fosfor x Zeolit: **	

¹ Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır. **: 0.01, *: 0.05 ihtimal sınırlarında önemlidir, ns: önemsiz

Kuru madde verimi üzerinde fosfor ve zeolit interaksiyon olarak etkili olmamış fakat münferit olarak önemli etkiler yapmışlardır. İki yıllık ortalama sonuçlara göre en yüksek kuru madde verimleri fosforun 10-15 kg P₂O₅ da⁻¹ ve zeolit 150 kg da⁻¹ dozlarında elde edilmiştir (Çizelge 3). Yonca baklagil olması nedeniyle fosforlu gübreye tepki veren bir bitkidir (Berg ve ark., 2005; Hakl ve ark., 2016). Bu durum özellikle sulanan şartlarda daha belirgindir. Yoncaya Öden (1987) Iğdır şartlarında 12-15 kg P₂O₅ da⁻¹, Türk ve ark. (2018) Isparta şartlarında 12 kg P₂O₅ da⁻¹ önermişlerdir. Bu araştırmada ise 10 kg P₂O₅ da⁻¹ dozu istatistiksel olarak yeterli gözükmemektedir. Zeolit uygulamasının kuru madde verimini artırması topraktaki besin elementlerinin alımını kolaylaştırmasından kaynaklanmış olabilir. Bilindiği gibi zeolit, uygulanan gübrelerin yıkanma veya buharlaşma ile kaybolmasını azaltmakta; daha etkin kullanımını sağlamaktadır (Mumpton ve Ormsby, 1978; Yolcu ve ark., 2011). Gül ve ark. (2015) da fiğde yapılan bir çalışmada zeolit kuru madde verimini artırdığını tespit etmişlerdir. Bitkilerdeki verim artışı zeolit olan ortamlarda daha iyi köklenmeden de kaynaklanabilir. Türk ve ark. (2006) toprağa %20 oranında katılan zeolit yoncada köklenmeyi ve bitki başına yaş ot verimini artırdığını bulmuşlardır.

Yonca otunun kalite parametrelerini gösteren ham protein, ADF ve NDF oranları yıllara göre değişim göstermiş, fakat fosfor ve zeolit bu parametreler üzerine önemli bir etkisi görülmemiştir (Çizelge 4). İki yıllık ortalama ham protein, ADF ve NDF oranları sırasıyla %18.10, %38.7 ve %40.5 olarak belirlenmiştir. Araştırmanın ilk yılında ham protein ve ADF oranları daha yüksek bulunurken, ikinci yılında NDF oranı daha yüksek bulunmuştur (Şekil 1). 2014 yılında ham protein oranının daha düşük, NDF oranının daha yüksek olması bu yılda bitkilerin daha fazla gelişme göstermesi, otun içerisindeki yapısal maddeleri taşıyan sapların daha fazla olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim 2014 yılında kuru madde verimleri daha yüksek bulunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı dozlarda fosfor ve zeolit uygulanan yoncanın kuru madde verimleri (kg da⁻¹)¹

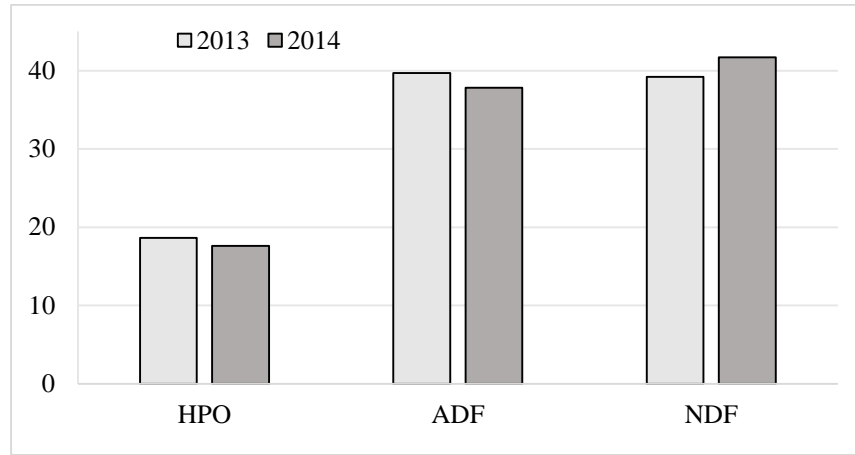
Fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Zeolit (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	50	100	150	
2013					
0	769.1	677.1	754.8	967.9	792.2
5	827.9	838.0	929.9	873.0	867.2
10	781.3	819.7	949.7	997.0	886.9
15	915.0	909.3	809.7	921.17	888.8
Ortalama	823.4	811.0	861.0	939.8	858.8 b
2014					
0	662.3	697.0	726.3	915.4	750.3
5	958.5	1000.1	982.2	1144.5	1021.3
10	1108.3	1197.9	1292.5	1282.2	1220.2
15	1274.9	1292.6	1268.2	1305.4	1285.3
Ortalama	1000.1	1046.9	1067.3	1161.9	1069.1 a
İki Yıllık Ortalama					
0	715.7	687.1	740.6	941.7	771.3 C
5	893.3	919.1	956.1	1008.8	944.3 B
10	944.8	1008.8	1121.1	1139.6	1053.6 A
15	1094.9	1100.9	1038.9	1113.3	1087.0 A
Ortalama	912.2 B	928.9 B	964.2 B	1050.8 A	964.0
Önemlilik	Yıl: *	Fosfor: **	Zeolit: **	Fosfor x Zeolit: ns	

¹ Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak farklıdır. **: 0.01, *: 0.05 ihtimal sınırlarında önemlidir, ns: önemsiz

Çizelge 4. Farklı dozlarda fosfor ve zeolit uygulanan yonca otunun iki yıllık ortalama ham protein, ADF ve NDF oranları

Zeolit (kg da ⁻¹)	Fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Ham Protein (%)	ADF (%)	NDF (%)
0	0	18.46	36.7	40.9
	5	18.30	38.7	40.4
	10	18.01	39.3	41.3
	15	18.00	39.0	40.5
Ortalama		18.19	38.4	40.8
50	0	18.53	38.0	40.8
	5	18.40	39.5	41.2
	10	18.13	39.1	40.6
	15	18.59	39.8	40.6
Ortalama		18.41	38.8	40.8
100	0	17.50	38.9	40.9
	5	18.40	38.8	39.9
	10	18.33	38.5	40.3
	15	17.50	39.5	40.7
Ortalama		17.93	38.9	40.5
150	0	17.74	38.6	40.3
	5	18.01	38.9	39.7
	10	18.10	39.2	40.1
	15	17.92	38.8	39.6
Ortalama		17.94	38.9	39.9
	0	18.10	38.1	40.7
	5	18.30	39.0	40.3
	10	18.27	39.0	40.6
	15	18.00	39.1	40.3
Ortalama		18.10	38.7	40.5
<i>F-Test</i>				
Yıl		**	*	**
Fosfor		ns	ns	ns
Zeolit		ns	ns	ns
Fosfor x Zeolit		ns	ns	ns

** : 0.01, * : 0.05 ihtimal sınırlarında önemlidir, ns: önemsiz



Şekil 1. Yoncanın 2013 ve 2014 yıllarında ham protein, ADF ve NDF oranları (%)

Araştırmada ekimden sonraki üçüncü yıl (2014) sonunda parsellerdeki bitki sıklığına ait değerler Çizelge 5’te verilmiştir. Fosforlu gübre ve zeolit uygulamasının bitki sıklığı üzerine önemli etkileri olmuştur. Fosforlu gübre verilmeyen kontrol parsellerinde metrekarede 95.9 bitki m⁻² yer alırken, 5, 10 ve 15 kg da⁻¹ fosfor verilen parsellerin sıklığı sırasıyla 110.0, 119.4 ve 121.5 bitki m⁻² olarak belirlenmiştir. Görüldüğü gibi fosfor uygulamasıyla yonca sıklığı artmış olup, 0 kg P₂O₅ da⁻¹ ile 10 ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹ dozları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Yine zeolit dozlarına bağlı olarak bitki sıklığı 80.2 bitki m⁻² ile 133.8 bitki m⁻² arasında değişim göstermiştir. Zeolitin kontrol dozu ile en yüksek doz olan 150 kg da⁻¹’ın bitki sıklıkları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir. Ekimde kullanılan tohumluk miktarı, sıra aralığı ve sulama gibi uygulamaların homojen olduğu şartlarda ortaya çıkan bu farklılıklar farklı dozlarda verilen gübre ve zeolitten kaynaklanmıştır. Toprakta eksik olan bitki besin elementlerinin gübre olarak verilmesi bitki sıklığını artırır (Vural, 2009). Bu çalışmada da fosforlu gübre uygulamasının yonca sıklığını artırdığı ortaya çıkmıştır. Yoncada fosforlu gübrelemenin birim alandaki bitki sayısına etki yaptığını Çerekçi (2003) de belirlemiştir. Zeolit uygulamasıyla yoncada bitki sıklığının artması zeolitin yonca tesis sağlığına olumlu katkı yaptığını göstermektedir. Bu durum zeolitin topraktaki besin elementlerinin daha kolay alınmasını sağlamasından ve toprak şartlarını iyileştirmesinden ileri gelmiş olabilir (Polat ve ark., 2004). Zeolitin bitki sıklığına olumlu etki yaptığı sonucunu Szatanik-Kloc ve ark. (2019) da yulafta belirlemişlerdir.

Çizelge 5. Farklı dozlarda fosfor ve zeolit uygulanan yoncanın tesis sıklığı (bitki m⁻²)¹

Fosfor (kg P ₂ O ₅ da ⁻¹)	Zeolit (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	50	100	150	
0	76.0	86.6	71.0	150.0	95.9 b
5	46.3	138.6	104.3	150.6	110.0 ab
10	129.0	127.3	122.0	99.3	119.4 a
15	69.3	134.6	146.6	135.3	121.5 a
Ortalama	80.2 b	121.8 ab	111.0 ab	133.8 a	111.7
Önemlilik	Fosfor: *		Zeolit: *		Fosfor x Zeolit: ns

¹ Aynı harfle işaretlenen ortalamalar istatistiksel olarak farksızdır. *: 0.05 ihtimal sınırlarında önemlidir, ns: önemsiz

SONUÇ

Araştırma, bitkilere yararlı fosforun yetersiz seviyede olduğu topraklarda fosforlu gübre ve zeolit uygulamasının yonca üzerine olan etkilerini belirlemek amacıyla yürütülmüştür. Yapılan uygulamalar yoncanın ot kalite parametreleri (ham protein, ADF ve NDF oranları) üzerine önemli bir etki yapmamıştır. Fosforlu gübre ve zeolit münferit olarak yoncanın kuru madde verimi ve tesis sıklığını

artırmıştır. Dekara 10-15 kg P₂O₅ ve 150 kg zeolit uygulamasıyla verim yükselmekte, birim alandaki bitki sıklığı artmaktadır. Ancak bu çalışmanın hedeflerinden birisi zeolit uygulaması ile fosforlu gübre dozlarının azaltılmasıdır. Bu interaksyon sadece bitki boyunda önemli bulunmuştur. Bundan sonraki çalışmalarda daha yüksek zeolit dozlarının denenmesinde fayda vardır.

KAYNAKLAR

- Açıkgöz E, 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayınları No: 182, VİPAŞ A.Ş. Yay. No: 58, Bursa, 584 s.
- Berg WK, Cunningham SM, Brouder SM, Joern BC, Johnson KD, Santini J, Volenec JJ, 2005. Influence of Phosphorus and Potassium on Alfalfa Yield and Yield Components. *Crop Science*, 45: 297-304.
- Coruh I, Tan M, 2008. Lucerne Persistence, Yield and Quality as Influenced by Aging. *New Zealand Journal Agricultural Research*, 51: 39-43. (Short Note).
- Çerekçi AŞ, 2003. Değişik Metotlarla ve Farklı Dozlarda Verilen Fosforlu Gübrenin Yonca (*Medicago sativa* L.) ve Otlak Ayrığı (*Agropyron cristatum* L. Gaertn)'nın Yem Verimine Etkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Ankara.
- Demir H, Polat E, 2003. Zeolit (klinoptilolit) ve tarımda kullanımı. *Hasad*, 221: 54-59.
- Engin B, Mut H, 2017. Farklı Yonca Çeşitlerinin Ot Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(2): 212-219.
- Gül İ, Dumlu Gül Z, Tan M, 2015. Yerli Fiğ (*Vicia sativa* L.)'de Kimyasal Gübre, Ahır Gübresi ve Bazı Toprak Düzenleyicilerin Ot ve Tohum Verimine Etkileri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 51(1): 65-72.
- Hakl J, Kunzova E, Konecna J, 2016. Impact of Long-Term Organic and Mineral Fertilization on Lucerne Forage Yield over an 8-Year Period. *Plant, Soil and Environment*, 60: 36-41.
- İşıldar AA, 1999. Toprağa Zeolit İlavesinin Nitrifikasyon Üzerine Etkisi. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 23: 363-368.
- Kacar B, İnal A, 2013. Bitki Analizleri, Nobel Yayıncılık, 912 s., Ankara.
- Kacar B, Katkat V, 2007. Bitki Besleme. Nobel Yayın Dağıtım, Genişletilmiş 3. Baskı, 659 s.
- Keskin B, Temel, S, Eren B, 2018. Bazı Yonca Çeşitlerinin Iğdır Koşullarında Adaptasyon Çalışması. *Iğdır International Conference on Multidisciplinary Studies*, Noveber 6-7, 2018 Iğdır-Turkey, p: 1424-1430.
- Kiknadze N, Kiknadze M, Lomtadze N, Alasania N, 2008. Güney-Batı Gürcistan'da Kızıltoprak Arazilerinin Kimyasal İçeriklerine Zeolit Etkisi. *Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi Dergisi*, 9(1-2): 77-80.
- Manga İ, 1978. Yonca ve Korungada Değişik Olgunluk Devrelerinde Yapılan Biçimlerin Ot verimine, Otun kalitesine ve Yedek Besin Maddeelerine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. *Atatürk Üniversitesi Yayınları No: 482, Ziraat Fakültesi Yayınları No: 228, Erzurum*.
- Mumpton FA, Ormsby WA, 1978. The Rol of Natural Zeolites in Sedimentary Rocks by Scanning Electron Microscopy. *Natural Zeolites*, 113-307.
- Öden O, 1987. Iğdır Ovası Koşullarında Yoncanın Fosforlu Gübre İsteği ve Uygulama Zamanı. *Erzurum Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları No: 16, Rapor Seri No: 13*.
- Polat E, Karaca M, Demir H, Naci-Onus A, 2004. Use of Natural Zeolite (Clinoptilolite) in Agriculture. *Journal Fruit Ornamental and Plant Research*, 12: 183-189.
- Serin Y, Tan M, Erkovan Hİ, 2005. Yoncada Azot ve Fosforla Gübrelemenin Kuru Ot ve Ham Protein Verimi ile Ham Protein Oranına Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. *Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi*, 5-9 Eylül 2005, Antalya, s: 953-956.

- Szatanik-Kloc A, Ambrozewicz-Nita A, Franus W, Jozefaciuk G, 2019. Early Effect of Clinoptilolite on Yield and Quality of Oat (*Avena sativa* L.). *International Agrophysics*, 33: 107-112.
- Tan M, 2018. Baklagil ve Buğdaygil Yem Bitkileri. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Yayınları No: 256, Erzurum, 356 s.
- Tiryakioğlu M, Karanlık S, 2010. Klinoptilolit-Leonardit-Mineral Gübre Uygulamasının Buğday Bitkisinde Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi Özel Sayısı*, s: 171-176.
- Türk M, Bayram G, Budaklı E, Çelik N, 2006. A Study on Effects of Different Mixtures of Zeolite with Soil Rates on Some Yield Parameter of Alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Journal of Agronomy*, 5(1): 118-121.
- Türk M, Alagöz M, Bıçakçı E, 2018. Effects of Phosphorus Fertilization on Forage Yield and Quality of Alfalfa (*Medicago sativa* L.). VI. International Multidisciplinary Congress of Eurasia, September 4-6, 2018, Rome, Italy, p: 329-331.
- Van Soest, PJ, Robertson JB, Lewis BA, 1991. Method for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nostarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal Dairy Science*, 74: 3583-3597.
- Vural A, 2009. Çinko Uygulamalarının Yoncanın (*Medicago sativa* L.) Yem Verimi ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Yolcu H, Seker H, Gullap MK, Lithourgidis A, Gunes A, 2011. Application of Cattle Manure, Zeolite and Leonardite Improves Hay Yield and Quality of Annual Ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under Semiarid Conditions. *Australian Journal of Crop Science* 58: 926-931.