

Effects of Different Nitrogen Doses and Harvest Times on the Botanical Composition and Forage Quality of Meadows

Farklı Azot Dozu ve Biçim Zamanı Uygulamalarının Çayırların Botanik Kompozisyonu ve Yem Kalitesi Üzerine Etkileri

Mustafa YILMAZ¹

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

Binali ÇOMAKLI¹

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

Sedat SEVEROĞLU¹

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye

M. Kerim GÜLLAP¹

¹Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Erzurum, Türkiye



Bu çalışma elim bir trafik kazasında rahmetli olan Mustafa YILMAZ'ın aziz hatırasına şükran duyguları ile sunulmaktadır.

This study is dedicated with gratitude to the cherished memory of Mustafa YILMAZ, who tragically lost his life in a traffic accident.

Geliş Tarihi/Received 03.05.2025
Revizyon Talebi/Revision Requested 13.05.2025
Son Revizyon/Last Revision 26.05.2025
Kabul Tarihi/Accepted 28.05.2025
Yayın Tarihi/Publication Date 30.06.2025

Sorumlu Yazar/Corresponding author: Sedat SEVEROĞLU

E-mail: sedat.severoglu@atauni.edu.tr

Cite this article: Yılmaz, M., Çomaklı, B., Severoğlu, S., Güllap, M.K. (2025). Effects of Different Nitrogen Doses and Harvest Times on the Botanical Composition and Forage Quality of Meadows. *Journal of Ecological Harmony*, 1(1), 1-16.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

ABSTRACT

The study was conducted in a semi-natural meadow located in Kızmusu village, Hınıs district, Erzurum province. The research investigated the effects of different nitrogen (N) doses and harvest times (B) on dry matter yield (DMY), forage quality, and botanical composition in meadow ecosystems.

The findings revealed that increasing nitrogen doses linearly enhanced dry matter yield (DMY), but higher doses (22,5 kg/da) reduced nitrogen use efficiency (NUE) and suppressed the legume ratio. Delaying the cutting time increased DMY but negatively affected forage quality by reducing crude protein (CP) content and relative feed value (RFV), which was associated with increased lignification in late cutting. Optimal results were obtained with the 15 kg/da dose of nitrogen and cutting at the early to mid-flowering stage). This combination balanced DMY (723,5 kg/da), CP (13,8%), and RFV (129,1) while preserving the legume ratio (20.7%) and NUE (8,6 kg N/kg).

To simultaneously optimize high yield and high quality, a nitrogen dose of 15 kg N/da and early-to-mid cutting time are critical. Farmers should manage their strategies based on their objectives (prioritizing quality for dairy cattle or yield for roughage) and adopt practices that maintain biodiversity in the sward, ensuring both economic and ecological sustainability.

Keywords: Botanical composition, Harvest time, Forage quality, Nitrogen fertilization

Öz

Çalışma, Erzurum iline bağlı Hınıs ilçesi Kızmusu köyünde yarı doğal bir çayır alanında yürütülmüştür. Araştırmada, farklı azot (N) dozları ve biçim zamanlarının (B) çayır ekosistemlerinde kuru ot verimi, yem kalitesi ve botanik kompozisyon üzerindeki etkileri incelenmiştir.

Elde edilen bulgulara göre, azot dozunun artması kuru ot verimini (KOV) doğrusal olarak artırmış, ancak yüksek dozlar (22,5 kg/da) azot kullanım etkinliğini (AKE) düşürmüş ve baklagil oranını baskılamıştır. Biçim zamanının gecikmesi, KOV'ni artırsa da ham protein oranını ve nispi yem değerini düşürerek yem kalitesini olumsuz etkilemiştir. Bu durum, geç biçimde artan lignifikasyon ile ilişkilendirilmiştir. Optimal sonuçlar, azotun 15 kg/da dozu ile çiçeklenme başlangıcı döneminde yapılan biçimle elde edilmiştir. Bu kombinasyon, KOV'ni 723,5 kg/da, HP'i %13,8 ve NYD'ni 129,1 seviyelerinde dengelerken, baklagil oranını (%20,7) ve AKE'ni (8,6 kg N/kg) korumuştur.

Sonuç olarak, yüksek verim ile yüksek kalitenin aynı anda optimize edilebilmesi için 15 kg N/da dozu ve erken-orta biçim zamanı kritik öneme sahiptir. Çiftçilerin hedeflerine göre strateji belirlemesi (süt sığırcılığı için kalite, kaba yem için verim öncelikli) ve toprakta biyolojik çeşitliliği koruyan uygulamalara yönelmesi hem ekonomik hem de ekolojik sürdürülebilirlik açısından tavsiye edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Azotlu gübreleme, Biçim zamanı, Botanik kompozisyon, Yem kalitesi

Giriş

İnsanoğlunun yeterli ve dengeli bir biçimde beslenebilmesi açısından bitkisel ürünler kadar hayvansal ürünlerde oldukça önemli bir yere sahiptir. Çünkü yaş ve beslenme biçimine göre değişkenlik göstermekle birlikte, tüketilmesi gereken günlük ortalama protein miktarının (70 g), yaklaşık %43'lük bir bölümünün hayvansal proteinden oluşması gerekmektedir (Lonnie vd., 2018). Bu da hiç kuşkusuz hayvansal üretimin artırılması ile mümkün olabilmektedir. Hayvansal üretim açısından en önemli sınırlayıcı faktör ise nitelikli kaba yemin sağlanmasıdır. Ancak birçok araştırmacı Türkiye'de kaliteli kaba yem ihtiyacının sadece %40-65'inin karşılanabildiğini bildirmiştir (Gökkuş, 1994; Alçiçek vd., 2010; Yavuz vd., 2020; Hanoğlu Oral & Gökkuş, 2021; Gökkuş & Coşkun, 2023).

Hayvansal üretim için olmazsa olmaz kabul edilen kaynaklar çayır-meralar, yem bitkileri ve bitkisel üretimden elde edilen sap saman artıklarıdır. Ülkemizde yem bitkileri ekiliş alanının artırılmasına yönelik yapılan politikalar sonucunda yem bitkileri ekiliş alanı son zamanlarda uygun bir seviyeye ulaşmıştır. Gerek dünya siyasetinde daha büyük öneme sahip bitkilerin yetiştirilmesi gerekliliği ve gerekse yem bitkilerinin tahıllar gibi daha yüksek ekonomik değere sahip bitkiler ile rekabet edememesi sonucunda artık bu alanların artırılması mümkün olmamaktadır. Bu durumda ya yem bitkilerinde birim alandan alınan verimin artırılması ya da çayır ve mera alanlarının daha etkin bir şekilde kullanılması önem kazanmaktadır. Ancak meraların ortak kullanım alanı olması, yönetim ilkelerine aykırı olarak zamansız ve aşırı otlatılması (Gökkuş, 2020), çayırların biçim zamanının geciktirilmesi, aşırı sulanması ve gübre ihtiyacının yeterince karşılanmaması (Çomaklı vd., 2005) gibi nedenler, bu alanların verim ve kalitesinin önemli ölçüde kaybolmasına yol açmıştır. Bu durum ise, bu alanların kaba yem ihtiyacını karşılamada yetersiz kalmasına neden olmaktadır.

Türkiye'nin yaklaşık 13,1 milyon ha mera, 1,5 milyon ha çayır olmak üzere toplamda 14,6 milyon ha çayır-mera varlığı bulunmaktadır. Ülkemizde çayır-mera arazisi bakımından, yaklaşık 5,7 milyon ha'lık bir alanla (%39) Doğu Anadolu Bölgesi en yüksek paya sahiptir (TÜİK, 2024). Bu alanın yaklaşık 4,7 milyon ha'ı mera ve geri kalanı ise çayır arazisidir. Dolayısıyla çayır-meralar bu bölgede kaba yem ihtiyacını karşılayan en önemli üretim alanlarıdır. Meralar genellikle otlatma mevsimi boyunca açık alanlarda, çayırlar ise kapalı barınaklarda çiftlik hayvanlarının yem ihtiyaçlarını karşılayan en önemli kaynaklardır. Ancak yüksek miktarda mera arazisi bulunan Doğu Anadolu Bölgesi'nde, kışların uzun ve soğuk geçmesi, meralarda otlatmayı kısıtlamakta ve hayvanlar yaklaşık 200 gün barınaklarda çayır otuyla

beslenmektedir (Çomaklı vd., 2005). Zira, bölgedeki hayvan beslemesinde kullanılan kaba yemlerin %50'sinden fazlasının çayırlardan temin edildiği ifade edilmiştir (Serin & Tan, 1998). Ancak, ilkbaharda erken otlatma, aşırı sulama, biçim zamanının geciktirilmesi ve gübrelemenin doğru ve zamanında yapılmaması gibi yanlış yönetim stratejileri, bu bölge çayırlarının temel problemleri arasında yer almaktadır (Menteşe, 1998; Koç & Gökkuş, 1998). Bu uygulamalar sonucu klimaks bitki örtülerini kaybeden bu alanlar, ancak ıslah edilerek önceki kaliteli ve verimli üretim kapasitelerini geri kazanabilmektedirler. Bu alanların durumlarına göre kullanılabilecek ıslah yöntemleri ise doğru yönetim, su düzeni sağlama (özellikle drenaj), sulama, yabancı bitki mücadelesi, yapay tohumlama ve gübrelemedir (Altın vd., 2021).

Tarım alanlarında yetiştiriciliği yapılan bitkiler gibi çayır-meralarda yetişen ve özellikle yeşil aksamından yararlanılan bitkiler de gübre uygulamalarına olumlu tepki vermektedir. Bu doğal alanlarda yapılan gübreleme, otun verimini, kalitesini ve lezzetliliğini artırmasının yanı sıra ürünün otlatma mevsimi süresince dengeli bir şekilde dağılımını sağlamaktadır (Altın, 1992; Heady & Child, 1994). Nitekim Altın (1992) çayır ve meralarda yapılan gübreleme uygulamalarının bitki tür bileşimini istenilen doğrultuda değiştirebileceğini ve Tükel vd. (1996) ise ot verimini ve kalitesini artırabileceğini bildirmişlerdir.

Çayır-mera ekosistemlerinde en çok eksikliği görülen besin elementleri azot, fosfor ve potasyumdur. Azot, bitkilerin vejetatif gelişimini teşvik ederken, fosfor kök gelişimi ve enerji metabolizması için kritik öneme sahiptir. Potasyum ise bitkilerin su dengesi ve hastalıklara karşı direncini artırmaktadır. Azotlu gübreleme, çayır-mera bitkilerinin yeşil aksam üretimini önemli ölçüde artırmaktadır. Araştırmalar, azot uygulamasının fotosentez hızını yükselterek ot verimini ve protein içeriğini artırdığını göstermektedir (Field, 1986; Evans, 1989). Ayrıca, azotlu gübreleme ile bitkiler daha erken olgunlaşmakta ve otlatma periyodu uzamaktadır (Altın vd., 2021). Ancak, azotun tek başına uygulanması yerine, fosfor ve potasyum gibi diğer besin elementleriyle birlikte kullanılması daha etkili sonuçlar vermektedir. Örneğin, Koç vd. (2003), Erzurum'da yaptıkları bir çalışmada en yüksek kuru ot veriminin 15 kg N ve 10 kg P₂O₅'un birlikte uygulanmasıyla elde edildiğini belirtmişlerdir. Fosforlu gübreleme, özellikle baklagillerin artmasını sağlayarak yemin besin değerini yükseltmektedir (Valentine, 1989). Fosfor, toprakta hareket kabiliyeti düşük olduğu için sonbahar yağışları öncesinde uygulanması önerilmektedir (Altın, 1975; Bakır, 1985). Bu sayede, bitkilerin ilkbaharda fosfor ihtiyacı karşılanabilmektedir. Potasyum ise Türkiye topraklarında genellikle yeterli düzeyde bulunmakla birlikte, çayırlardan yapılan yoğun ot

hasadı nedeniyle zamanla eksiklik gösterebilmektedir (Whitehead, 1995). Gübrelemenin bilinçsiz ve kontrolsüz yapılması, toprak kirliliği ve ekolojik dengenin bozulması gibi ciddi sorunlara yol açmaktadır (Yetgin, 2020). Türkiye'de üreticilerin önemli bir kısmı, toprak analizi yaptırmadan gübreleme yapmakta ve fazla gübre kullanımının verimi artıracağını düşünmektedirler (Yılmaz vd., 2009).

Bu çalışmada, üç farklı biçim zamanı (erken, normal ve geç fenolojik dönemler) ile dört farklı azot dozunun çayırların verim ve kalite parametreleri üzerine etkileri kapsamlı olarak incelenmiştir. Araştırmanın temel amacı; (1) botanik kompozisyonadaki buğdaygil/baklagil oranı değişimleri, (2) kuru ot verimi (kg/da), (3) azot kullanım etkinliği (AKE), (4) ham protein oranı ve verimi, (5) ADF ve NDF içerikleri, (6) nispi yem değeri (NYD) gibi önemli parametreler üzerindeki etkileşimleri ortaya koymaktır.

Yöntem

Araştırma, Erzurum iline bağlı Hınıs ilçesi Kızmosa köyünde yarı doğal bir çayır alanında yürütülmüştür. Araştırmanın yürütüldüğü çayır alanının deniz seviyesinden yüksekliği 1680 m ve koordinatları 39° 40' 15" N ve 41° 76' 79" E olarak belirlenmiştir. Uzun yıllar ortalamasına göre yıllık toplam yağış miktarı 452,8 mm, yıllık ortalama sıcaklığı 8,5 °C ve yıllık ortalama nispi nemi %61'dir. Toprak analiz sonuçlarına göre deneme alanının topraklarının tekstür sınıfı tınlı (Soil Survey Division Staff, 1993), 7,37 pH değeri ile nötr (Ülgen & Yurtsever, 1995), 0,36 mmhos/cm elektriksel iletkenlik (EC) ile tuzsuz (Richards, 1954), %11,98 kireç (CaCO₃) içeriği ile orta kireçli (Ülgen & Yurtsever, 1995), %2,72 organik madde içeriği ile orta, 4,15 kg/da değeri ile alınabilir fosfor bakımından az ve 1,47 me/100g değeri ile ekstrakte edilebilir potasyum bakımından yüksek (Aydın & Sezen, 1995) sınıfta yer almıştır.

Araştırma, tesadüf bloklar deneme desenine göre (Yıldız & Bircan, 1994) 3 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Çalışmada farklı azot uygulaması ve biçim zamanlarının çayırın botanik kompozisyonu, azot kullanım etkinliği, ham protein (HP) oranı, ham protein verimi (HPV), nispi yem değeri (NYD), ADF ve NDF oranlarına etkisi incelenmiştir.

Çayır alanı, her bir blokta 12 adet parsel olacak şekilde 3 bloka ayrılmıştır. Her bir parsel alanının 6 m² (3 m x 2 m) olarak ayarlandığı çalışmada, parseller ve bloklar arasında 2 m mesafe bırakılmış ve toplam deneme alanı 598 m² (13 m x 46 m) olarak ayarlanmıştır. Araştırmada %21 oranında amonyum (NH₄) azotu içeren Amonyum Sülfat gübresi ile granül formunda olan, %43 oranında P₂O₅ içeren TSP gübresi kullanılmıştır. Kimyasal gübreler parsellere şansa bağlı olarak dağıtılmıştır. Amonyum sülfat gübresinin dört

azot (N) seviyesi (N₀: Kontrol, N₁: 7,5 kg N/da, N₂: 15 kg N/da ve N₃: 22,5 kg N/da) Nisan ayının son haftasında (23 Nisan) ve büyümenin başlamasından önce uygulanmıştır. Fosforlu gübre ise 5 kg P₂O₅/da (Altın, 1975) olacak şekilde her parselde standart olarak verilmiştir. Ayrıca araştırmada 3 farklı biçim zamanı (B₁: erken; B₂: normal ve B₃: geç biçim) uygulanmıştır. Biçimler 15 gün arayla yapılmış, 1. biçim 10 Haziran, 2. biçim 25 Haziran ve 3. Biçim 10 Temmuz'da yapılmıştır.

Biçim zamanında 50 cm x 50 cm'lik çerçeve (kuadrat) yardımıyla biçilen otlar tartılarak ağırlığa göre botanik kompozisyon, orta kısmından 1 m²'lik alan içerisinden biçilen 500 g yeşil otun 70°C'de kurtulup, tartılmasıyla kuru ot üretimi, toplam N içeriği Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiş ve ham protein oranını belirlemek için 6,25 ile çarpılmıştır (Jones, 1981). Ham protein verimi, ham protein oranının kuru ot verimi ile çarpılmasıyla belirlenmiştir. Öğütülen ot numuneleri ANKOM Fiber Analyzer cihazında analiz edilerek, NDF ve ADF oranları belirlenmiştir. AKE, Nichols vd. (1990)'nın, NYD ise, ADF ve NDF oranlarından elde edilen %SKM ve %KMA oranları kullanılarak, Rohweder vd. (1978)'nin belirlediği esaslara göre aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$AKE = \frac{N \text{ verilen parsel verimi} - \text{Kontrol parsel verimi}}{\text{Uygulanan azot miktarı}}$$

$$\%SKM = 88,9 - (0,779 \times \%ADF)$$

$$\%KMA = \frac{120}{\%NDF}$$

$$NYD = (\%SKM) \times (\%KMA) \times (0,775)$$

Elde edilen verilere R programı kullanılarak varyans analizi yapılmış ve ortalamalar Duncan testi ile karşılaştırılmıştır.

Bulgular

Botanik kompozisyon (%)

Buğdaygiller, baklagiller ve diğer familyalar üzerine farklı azot dozu (N) ve biçim zamanının (B) etkileri istatistiksel manada çok önemli (P<0.01) olmuştur. Buğdaygiller ve baklagiller için NxB interaksyonu istatistiksel olarak önemli çıkmasına karşın diğer familyalar için interaksyon önemsiz bulunmuştur (Tablo 1).

Tablo 1.

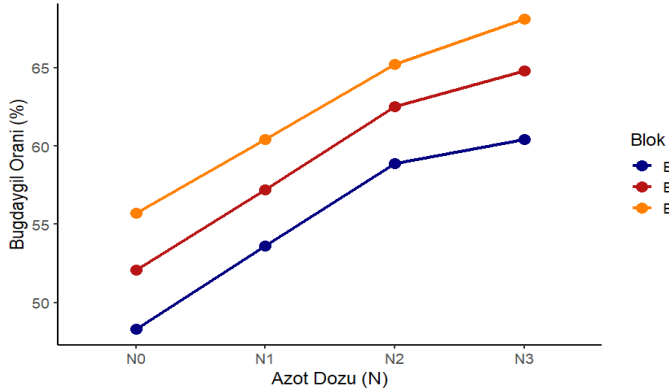
Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının botanik kompozisyona ait varyans analiz sonuçları

VK	DF	Buğdaygil	Baklagil	Diğergil
Blok	2	1,1 öd	0,9 öd	1,2 öd
N	3	38,4 **	42,6 **	25,3 **

B	2	55,2 **	61,8 **	18,7 **
N × B	6	4,2 **	3,8 *	2,1 öd
Hata	22	-	-	-

**: $P < 0.01$, *: $P < 0.05$, öd: önemli değil

Artan azot dozu ile buğdaygillerin oranı artarken, baklagillerin ve diğer familyaların oranı azalmıştır (Şekil 1). Kontrol grubunda (N_0) buğdaygil oranı %48,3-55,7 aralığında iken, maksimum azot uygulamasında (N_3) %60,4-68,1 aralığına yükselmiştir. Azot uygulanmayan parsellerde (N_0) baklagil oranı, %22,4-28,5 arasında iken, N_3 uygulamasında %15,2-22,1 arasına düşmüştür. Diğer familyaların oranı, N_0 'da %21,9-23,2 aralığından, N_3 'te %16,7-17,5 aralığına gerilemiştir. Bu bitki grubunda N_2 ile N_3 uygulamaları arasında önemli bir değişiklik gözlemlenmemiştir (Tablo 2).



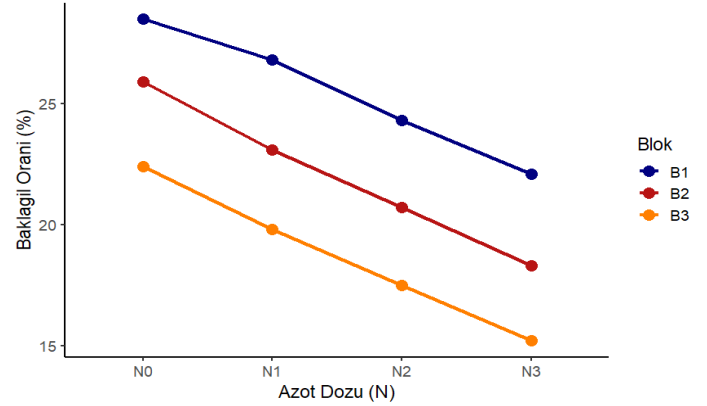
Şekil 1. Azot dozları (N) ve bloklar (B) arasındaki interaksiyonun buğdaygil oranına etkisi

Tablo 2.

Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının çayır botanik kompozisyonu üzerine etkileri (%)

N	B	Buğdaygil	Baklagil	Diğer Familya
N_0	B_1	48,3±2,1d	28,5±1,8a	23,2±1,5a
	B_2	52,1±1,9c	25,9±1,6b	22,0±1,3a
	B_3	55,7±2,3b	22,4±1,4c	21,9±1,7a
N_1	B_1	53,6±1,8c	26,8±1,5a	19,6±1,2b
	B_2	57,2±2,0b	23,1±1,3b	19,7±1,1b
	B_3	60,4±2,4a	19,8±1,2c	19,8±1,4b
N_2	B_1	58,9±2,2b	24,3±1,4a	16,8±1,0c
	B_2	62,5±2,1a	20,7±1,2b	16,8±1,1c
	B_3	65,2±2,5a	17,5±1,1c	17,3±1,3c
N_3	B_1	60,4±2,3b	22,1±1,3a	17,5±1,2c
	B_2	64,8±2,4a	18,3±1,1b	16,9±1,0c
	B_3	68,1±2,6a	15,2±1,0c	16,7±1,2c

Araştırmada biçim zamanının geciktirilmesi ile buğdaygil oranının arttığı ve baklagil oranının azaldığı görülmüştür (Şekil 2). Diğer familya oranları arasında ise düzensiz bir biçimde azalmalar ve artışlar tespit edilmiştir. Erken biçim (B_1), baklagiller ve diğer familyalar için en uygun dönem olurken, buğdaygiller için en uygun dönem geç biçim (B_3) olmuştur. En yüksek buğdaygil, baklagil ve diğer familya oranları sırasıyla N_3B_3 (%68,1), N_0B_1 (%28,5) ve N_0B_1 (%23,2) uygulamalarında kaydedilmiştir.



Şekil 2. Azot dozları (N) ve bloklar (B) arasındaki interaksiyonun baklagil oranına etkisi

Kuru ot verimi (kg/da)

Kuru ot verimi üzerine farklı azot dozu (N), biçim zamanı (B) ve bunların interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak çok önemli ($p < ,01$) sınıfta yer almıştır (Tablo 3).

Tablo 3.

Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının KOV, AKE, HP ve HPV'ne ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	KOV	AKE	HP	HPV
Blok	2	1,2 öd	0,7 öd	0,8 öd	0,8 öd
N	3	45,6 **	25,4 **	38,2 **	185,6 **
B	2	62,3 **	31,8 **	75,6 **	1,2 öd
N × B	6	5,8 **	2,8 **	3,2 *	0,9 öd
Hata	22	-	-	-	-

**: $p < ,01$, *: $p < ,05$, öd: önemli değil

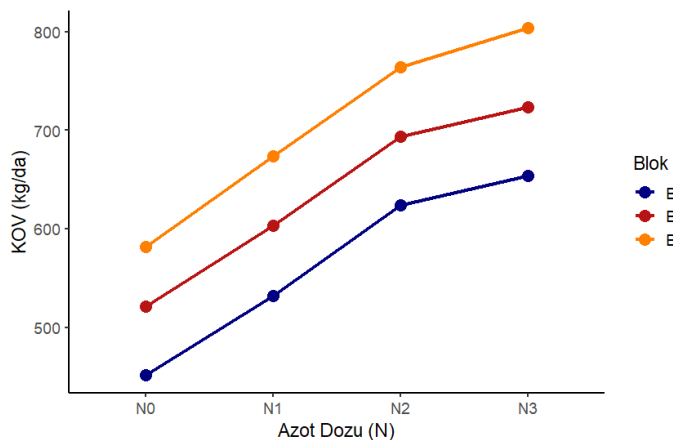
Tablo 4.

Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının KOV, AKE, HPO, HPV üzerine etkileri

N	B	KOV (kg/da)	AKE (kg/kg N)	HP (%)	HPV (kg/da)
N_0	B_1	451,3±1,3d	-	12,1±0,5d	54,5±2,8d
	B_2	521,5±1,1c	-	10,8±0,4e	56,2±2,5d

	B ₃	581.5±1,4b	-	9,5±0,3f	55,1±2,7d
	B ₁	531,8±1,1c	10,7±0,8a	13,5±0,6c	71,6±3,2c
N ₁	B ₂	603,4±1,3b	9,5±0,7b	12,2±0,5d	73,2±3,0c
	B ₃	673,7±1,4a	8,2±0,6c	10,7±0,4e	71,7±3,1c
	B ₁	623,7±1,2b	9,8±0,7b	14,8±0,7b	91,8±4,0b
N ₂	B ₂	693,5±1,1a	8,6±0,6c	13,4±0,6c	92,5±3,8b
	B ₃	763,7±1,3a	7,3±0,5d	11,9±0,5d	90,4±3,9b
	B ₁	653,4±1,4a	8,5±0,6c	15,2±0,7a	98,8±4,2a
N ₃	B ₂	723,5±1,2a	7,1±0,5d	13,8±0,6b	99,4±4,0a
	B ₃	803,8±1,5a	6,0±0,4e	12,3±0,5c	98,4±4,1a

Artan azot dozu ve biçim zamanının ilerlemesi ile kuru ot veriminin artış gösterdiği gözlemlenmiştir (Şekil 3). Kontrol uygulamasında (N₀) kuru ot verimi 451,3-581,5 kg/da arasında ölçülürken, N₁ uygulamasında 531,8-673,7 kg/da, N₂ uygulamasında 623,7-763,7 kg/da ve N₃ uygulamasında 653,4-803,8 kg/da arasında kaydedilmiştir (Tablo 4).

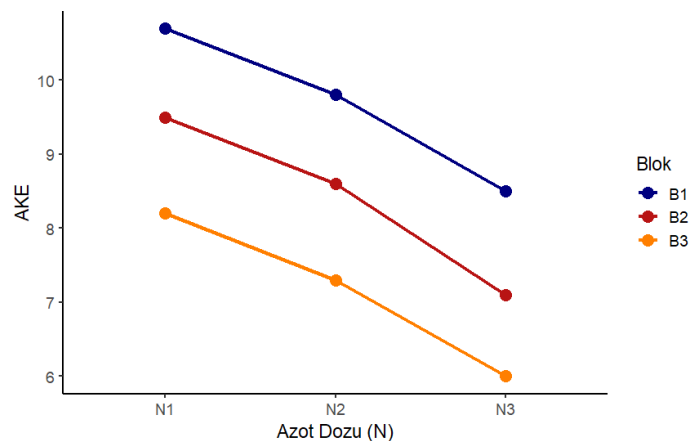


Şekil 3. Azot dozları (N) ve bloklar (B) arasındaki interaksiyonun kuru ot verimine etkisi

Araştırmada her azot dozu uygulamasında biçim zamanının gecikmesi ile kuru ot verimi artış göstermiştir. Geç biçim (B₃), ortalama verimi erken biçime (B₁) göre %25,4 artırmıştır. N₃B₃, kontrol uygulamasından (N₀B₁) %78,1 daha yüksek verime sahip olmuştur (Tablo 4).

Azot kullanım etkinliği (kg/kg N)

Azot kullanım etkinliği üzerine farklı azot dozu (N), biçim zamanı (B) ve bunların interaksiyonlarının etkileri istatistiksel olarak %1 önem seviyesinde çok önemli olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

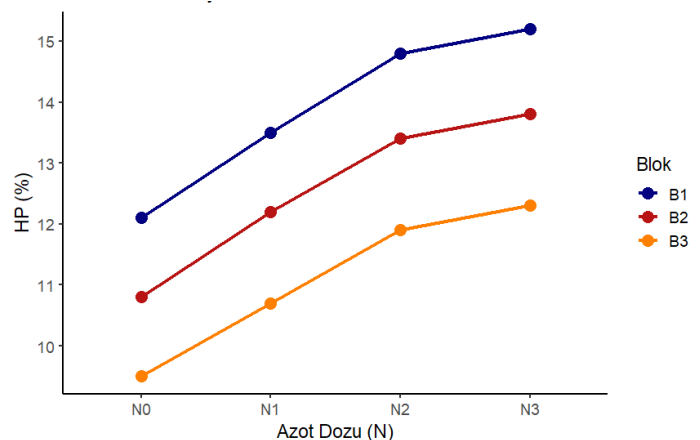


Şekil 4. Azot dozları (N) ve bloklar (B) arasındaki interaksiyonun azot kullanım etkinliğine etkisi

Azot dozunun artışına paralel olarak azot kullanım etkinliği belirgin olarak azalmıştır (Şekil 4). N₁ uygulamasında 8,2-10,7 kg/kg N aralığında olan azot kullanım etkinliği, N₃ uygulamasında 6,0-8,5 kg/kg N aralığında ölçülmüştür. Azot kullanım etkinliği açısından N₁ ile N₃ uygulamaları arasında %29,9 verimlilik kaybı oluşmuştur. Benzer şekilde biçim zamanı geciktikçe azot kullanım etkinliği de azalmıştır. Erken biçim 8,5-10,7 kg/kg N ve geç biçim 6,0-8,2 kg/kg N aralığında değişirken, bu biçimler arasında %23,4'lük bir verim kaybı belirlenmiştir (Tablo 4).

Ham protein oranı (%)

Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının ham protein oranı üzerine etkileri %1'de önemli olurken, N x B interaksiyonu %5'te önemli olmuştur (Tablo 3).



Şekil 5. Azot dozları (N) ve bloklar (B) arasındaki interaksiyonun ham protein oranına etkisi

Ham protein oranı farklı azot dozu uygulamalarının etkisiyle artarken, biçim zamanı geciktikçe azalmıştır (Şekil 5). En yüksek protein oranı %15,2 ile N₃B₁ muamelesinde

gözlemlenirken, en düşük oran %9,5 ile N₀B₃ muamelesinde kaydedilmiştir. Erken biçimden elde edilen maksimum değer (%15,2), kontrol grubunun erken biçiminden elde edilen değere (%12,1) göre %25,6 oranında bir artışa karşılık gelmektedir. Ham protein oranları açısından en yüksek değerler erken biçimlerden alınırken, bunu sırasıyla orta biçimler ve geç biçimler takip etmiştir.

Ham protein verimi (kg/da)

Ham protein verimi üzerine farklı azot dozu uygulamasının etkileri çok önemli ($p < ,01$) sınıfta yer alırken, biçim zamanı ve N x B interaksiyonunun etkileri önemsiz olarak belirlenmiştir (Tablo 3).

Artan azot dozuna bağlı olarak ham protein veriminde önemli artışlar kaydedilirken, geciken biçim zamanları arasında düzensiz artış ve azalmalar tespit edilmiştir. Kontrol grubunda (N₀) ham protein verimi 54,5-56,2 kg/da aralığında iken, maksimum azot uygulamasında (N₃) 98,4-99,4 aralığına yükselmiştir. Artan azot dozu (N₀-N₃ arasında) ile ham protein verimleri yaklaşık %81 artış göstermiştir. Biçim zamanları dikkate alındığında en yüksek ham protein verimi normal biçim (B₂) yapılan parsellerde kaydedilmiştir. Normal biçimden elde edilen en yüksek değer 99,4 kg/da iken, en düşük değer ise 56,2 kg/da olarak belirlenmiştir.

Nötral Deterjan Fiber (NDF) oranı (%)

Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının NDF oranı üzerine etkileri istatistiksel olarak çok önemli ($P < 0,01$) grupta yer alırken, bunların interaksiyonları ise önemsiz olarak tespit edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5.

Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının NDF, ADF ve NYD verilerine ait varyans analiz sonuçları

VK	SD	NDF	ADF	NYD
Blok	2	0,9 öd	1,5 öd	1,1 öd
N	3	48,7 **	52,1 **	42,3 **
B	2	71,4 **	68,9 **	58,2 **
N x B	6	2,1 öd	1,9 öd	6,4 **
Hata	22	-	-	-

**: $p < ,01$, *: $p < ,05$, öd: önemli değil

NDF oranı artan azot dozu ile azalış gösterirken, biçim zamanı geciktikçe artış sağlamıştır. Azotun kullanılmadığı parsellerde (N₀) %48,3-56,4 arasında belirlenen NDF oranları, artan azot dozu ile azalarak, N₃ uygulamasında %42,8-51,5 arasında kaydedilmiştir. NDF oranı, en düşük %42,8 ile N₃B₁ muamelesinde belirlenirken, en yüksek %56,4 ile N₀B₂ muamelesinde tespit edilmiştir. N₀ ile N₃ uygulamaları karşılaştırıldığı zaman, NDF oranları açısından

erken biçimlerde %11,4, normal biçimlerde %10,4 ve geç biçimlerde %8,7'lik bir azalma gözlemlenmiştir (Tablo 6).

Tablo 6.

Farklı azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının NDF, ADF oranları ve NYD değerleri üzerine etkileri

N	B	NDF (%)	ADF (%)	NYD
N ₀	B ₁	48,3±1,5a	32,5±1,2a	119,8±1,3d
	B ₂	52,1±1,7a	35,2±1,3a	109,3±1,1e
	B ₃	56,4±1,9a	38,7±1,5a	94,7±0,9f
N ₁	B ₁	46,2±1,4b	30,8±1,1b	129,6±1,5c
	B ₂	50,3±1,6b	33,5±1,2b	114,2±1,2d
	B ₃	54,8±1,8b	36,9±1,4b	99,8±1,0e
N ₂	B ₁	44,0±1,3c	29,1±1,0c	139,7±1,6b
	B ₂	48,1±1,5c	31,8±1,1c	124,5±1,4c
	B ₃	52,9±1,7c	35,2±1,3b	104,3±1,1d
N ₃	B ₁	42,8±1,2c	28,5±0,9c	144,9±1,7a
	B ₂	46,7±1,4c	30,9±1,0c	129,1±1,5b
	B ₃	51,5±1,6b	34,1±1,2b	108,6±1,2c

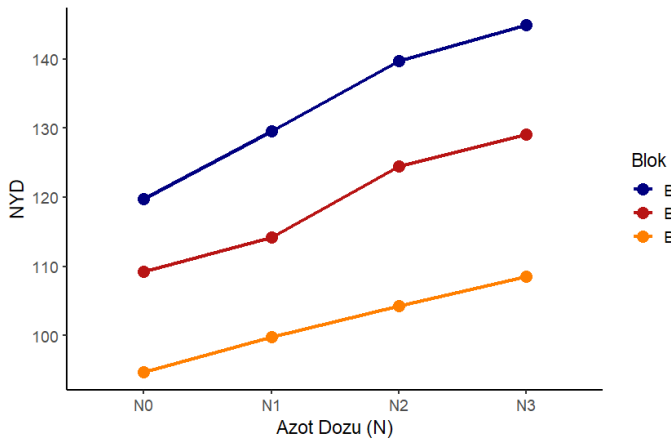
Asit Deterjan Fiber (ADF) oranı (%)

ADF oranı üzerine farklı azot dozu ve biçim zamanlarının etkileri istatistiki manada %1 önem seviyesinde çok önemli olarak belirlenmiş, ancak bunların interaksiyonlarının istatistiksel anlamda önemsiz olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 5).

ADF oranı da NDF oranına benzer şekilde azot dozunun artışına paralel olarak azalmış ve biçim zamanı geciktikçe de artmıştır. ADF oranı en düşük muamele %28,5 ile N₃B₁, en yüksek muamele ise %38,7 ile N₀B₃ olarak kaydedilmiştir. Azot dozunun kontrol grubunda %32,5-38,7 aralığında kaydedilen ADF oranı, N₃ uygulamasında %28,5-34,1 aralığında ölçülmüştür. Yani düşük ADF oranları azotun N₃ dozunda tespit edilirken, en yüksek ADF oranları ise azotun N₀ (kontrol) dozunda belirlenmiştir. Biçim zamanları arasında en yüksek ADF oranları geç biçimlerde belirlenirken, en düşük ADF oranları ise erken biçimlerde tespit edilmiştir. ADF oranları erken biçimlere göre, normal biçimlerde %8-9 oranında, geç biçimlerde ise yaklaşık %19-20 oranında artmıştır (Tablo 6).

Nispi yem değeri (NYD)

Nispi yem değeri üzerine farklı azot dozu (N), biçim zamanı (B) ve bunların interaksiyonlarının etkileri istatistiki manada çok önemli ($p < ,01$) olmuştur (Tablo 5).



Şekil 6. Azot dozları (N) ve bloklar (B) arasındaki interaksiyonun nispi yem değerine etkisi

Artan azot dozuna bağlı olarak nispi yem değeri önemli ölçüde artmıştır (Şekil 6). Bunun aksine biçim zamanı geciktikçe nispi yem değeri önemli derecede azalmıştır. En düşük nispi yem değeri kontrol grubunun üçüncü biçiminde 94,7 olarak ölçülürken, en yüksek N_3B_1 muamelesinde 144,9 olarak kaydedilmiştir. Kontrol uygulamasında 94,7-119,8 aralığında ölçülen nispi yem değeri, N_3 uygulamasında 108,6-144,9 aralığında kaydedilmiş ve artış miktarı ortalama %18 olmuştur. Biçim zamanları arasında en yüksek nispi yem değerleri birinci biçimlerden, en düşük değerler ise üçüncü biçimlerden elde edilmiş ve bu biçimler arasındaki azalmalar ortalama %31 civarında olmuştur (Tablo 6).

Tartışma

Botanik kompozisyon (%)

Azot uygulaması, çayır ekosistemlerinde botanik kompozisyonun en belirleyici faktörlerinden biridir. Yapılan çalışmalarda, artan azot dozunun buğdaygil oranını artırdığı, buna karşılık baklagil ve diğer familyaların oranlarını azalttığı rapor edilmiştir (Carlsson & Huss-Danell, 2003; Comaklı vd., 2009; Yolcu vd., 2010; Bijelić vd., 2011; Jensen vd., 2020; Kökten vd., 2022). Buğdaygil oranının artması, özellikle buğdaygillerin yüksek azot kullanım etkinliğiyle ve buğdaygillerde vejetatif büyümeyi teşvik eden nitrat redüktaz enzim aktivitesiyle ilişkilidir (Marschner, 2012). Ayrıca azot, buğdaygillerde vejetatif büyümeyi teşvik ederek fotosentetik yüzey alanını genişletirken, ışık ve besin rekabetinde avantaj sağlamasını ve bu bitki grubunun dominant olmasını temin etmektedir (Hogh-Jensen & Schjoerring, 1997). Baklagil oranının, artan azot dozuyla azalması, baklagillerin biyolojik azot fiksasyon yeteneklerinin yüksek toprak azotu varlığında

baskılanmasıyla açıklanabilir (Jensen vd., 2020). *Rhizobium* simbiyozu, düşük azotlu koşullarda optimize olurken, ekstra azot uygulaması bitkinin kök nodülasyonunu inhibe etmektedir (Carlsson & Huss-Danell, 2003). Diğer familya oranının azalması ise yüksek azotun rekabetçi olmayan türleri baskılamasıyla ilişkili olabilir. Çünkü azot, dominant türlerin (buğdaygiller) büyümesini hızlandırarak, diğer türlerin ışık ve kaynak erişimini kısıtlamakta ve özellikle diğer familya bitkileri ışık penetrasyonu nedeniyle azot rekabetinde dezavantajlı konumda yer almaktadır (Stevens vd., 2004). Nitekim yapılan birçok çalışma, azotlu gübrelemenin buğdaygil oranını artırarak baklagil ve diğer familya oranını azalttığını bildirmesi çalışmamızla paralellik göstermektedir (Hogh-Jensen & Schjoerring, 1997; Carlsson & Huss-Danell, 2003; Stevens vd., 2004; Comaklı vd. 2005; Altın vd., 2010; Kahramanoğulları, 2019; Jensen vd., 2020; Uslu vd., 2021).

Biçim zamanı, fenolojik evrelerle ilişkili olarak botanik kompozisyonu önemli ölçüde şekillendirmektedir. Erken biçim, baklagil oranını korurken, geç biçim buğdaygil baskınlığını artırmaktadır (Frame & Laidlaw, 2013). Bu değişim, baklagillerin generatif dönemde lignifikasyonla birlikte besin kalitesinin düşmesi, buğdaygillerin sap hacmindeki artış ve buna paralel olarak kuru madde oranındaki artışla açıklanabilir (Buxton & Fales, 1994; Altınay, 2019). Ayrıca, geç biçim, buğdaygillerin kök rezervlerini yeniden doldurmasına izin vererek uzun vadeli populasyon stabilitesini desteklemektedir (Smith vd., 2008). Diğer familyalar ise biçim zamanından daha az etkilenmektedir. Bu durum, bu grupların değişen çevre koşullarına tepki olarak gösterdiği adaptasyon yeteneğinin düşük olmasıyla ilişkili olabilir (Phelan vd., 2015). Nitekim yapılan birçok çalışma, biçim zamanının gecikmesiyle buğdaygil oranının artarak baklagil ve diğer familya oranının azaldığını ifade etmesi çalışmamızda bulduğumuz sonuçları destekler niteliktedir (Buxton & Fales, 1994; Menteşe, 1998; Smith vd., 2008; Frame & Laidlaw, 2013; Phelan vd., 2015).

Sonuç olarak çayır ekosistemlerinde azot yönetimi ve biçim zamanı, botanik kompozisyonu şekillendiren iki kritik faktördür. Azot uygulaması, buğdaygillerin rekabet üstünlüğünü artırarak, baklagil ve diğer familyaları baskılamaktadır. Biçim zamanı ise bu etkiyi modüle etmektedir. Erken biçim, baklagil varlığını korurken, geç biçim buğdaygil verimini maksimize etmektedir. Ancak, yüksek azot ve geç biçim kombinasyonu, biyoçeşitlilik kaybına ve ekosistem servislerinin azalmasına yol açabilir (Stevens vd., 2004). Bu nedenle, sürdürülebilir yönetim için 15 kg N/da gibi orta düzey azot dozları ile erken-orta biçim kombinasyonları önerilebilir. Bu oran, hem verim hem de botanik çeşitlilik dengesini sağlayarak uzun vadeli ekosistem sağlığını desteklemektedir (Phelan vd., 2015).

Kuru ot verimi (kg/da)

Azot dozu ve biçim zamanı, kuru ot verimini şekillendiren iki temel agronomik faktördür. Elde edilen sonuçlar, azot dozu artışının kuru ot verimini istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırdığını göstermiştir. Bu durum, artan azot dozunun kuru madde birikimini, kök gelişimini ve toprak nemi kullanımını teşvik etmesiyle açıklanabilir (Fathi, 2020). Ayrıca, yüksek N seviyelerinin, yaprak oluşumunu artırarak, fotosentez yüzey alanını genişletmesi ve böylece biyokütle verimini yükseltmesiyle ilişkilendirilebilir (Fathi, 2020; Fathi, 2022). Bunun yanı sıra artan azotla birlikte yaprak yüzeyinin dayanıklılığı, fotosentez süresi ve verimliliği de artmakta, bu da bitkinin daha fazla kuru madde biriktirmesine olanak tanımaktadır (Zebarth & Sheard, 1992). Öte yandan, klorofil içeriği, fotosentetik verimlilik ve kuru madde birikiminin belirlenmesinde kritik bir parametredir. Çünkü yaprak azotunun yaklaşık %70'i kloroplastlarda depolanmakta ve bu da klorofil sentezini doğrudan etkilemektedir (Fathi and Zeidali, 2021; Moenirad vd., 2021). Dolayısıyla, N dozundaki artış, klorofil üretimini destekleyerek, fotosentetik kapasiteyi ve sonuçta kuru ot verimini yükseltmiştir. Nitekim yapılan birçok çalışmada azotlu gübrelemenin kuru ot verimini artırdığının bildirilmesi çalışmamızla paralellik göstermektedir (Hatipoğlu vd., 2001; Çınar vd., 2005; Gür, 2008; Comaklı vd., 2009; Altın vd., 2010; Hrevušová vd., 2015; Kahramanoğulları, 2019; Uslu vd., 2021).

Azotlu gübrelemeye benzer şekilde, biçim zamanının geciktirilmesi de kuru ot veriminde belirgin bir artışa yol açmıştır. Bitkilerin vejetatif gelişim süresinin uzamasına paralel olarak kuru madde üretiminin artması beklenen bir durumdur. Ayrıca, geç biçim uygulamalarının yaprak alan indeksini artırarak, fotosentetik aktiviteyi uzattığı ve bu sayede kuru madde birikimini maksimize ettiği bilinmektedir (Buxton, 1996). Ancak, geç biçimin ham protein oranında azalmaya yol açması, verim ile kalite arasındaki dengeyi vurgulamaktadır. Nitekim literatürde biçim zamanının gecikmesiyle kuru ot veriminin arttığını bildiren çalışmalar (Menteşe, 1998; Keady & O'Kiely, 1998; Madakadze vd., 1999; Elliott & Abbott, 2003; Aydın & Uzun, 2005; Comaklı vd., 2005; Mueller vd., 2005; Brum vd., 2009), bu araştırmada elde edilen sonuçlarla örtüşmektedir. Bu durum, vejetatif dönemin uzatılmasının biyokütle birikimini teşvik ettiği hipotezini de desteklemektedir (Buxton, 1996).

Azot kullanım etkinliği (kg/kg N)

Çalışma sonuçlarına göre, azot kullanım etkinliği (AKE) azot dozunun artışı ve biçim zamanının gecikmesine paralel olarak azalmıştır. Bu durum, aşırı N uygulamasının bitkilerde azot dengesinin bozarak, toprak mikrobiyal

aktivitesini ve bitki metabolizmasını olumsuz etkilenmesinden kaynaklanmış olabilir. Nitekim Galindo vd. (2024), AKE'nin sadece gübreleme ve biçim stratejilerine bağlı olarak değil, aynı zamanda bitki topluluğu dinamikleri ve toprak-bakteri etkileşimlerine bağlı olarak da azaldığını bildirmiştir. Özellikle, yararlı bakterilerin varlığına rağmen fazla N'nin toprak pH'sını değiştirmesi ve kök bölgesinde iyon rekabetine yol açması, AKE'yi düşürmektedir. Ayrıca, buğdaygil oranının N₃ seviyesinde yüksek oranda artması, buğdaygillerin N'yi verimli kullanmak yerine biyokütle birikimine yönelmesiyle ilişkilendirilebilir. Buğdaygillerin yüksek N talebi, toprakta azot birikimine ve mikrobiyal dengesizliğe yol açarak AKE'yi azaltmaktadır.

Çayır ekosisteminde biçim uygulaması, bitki tür çeşitliliğini artırır da, bu durum AKE üzerinde dolaylı bir etkiye sahip olmuştur. Örneğin, buğdaygil oranının artması, baklagillerin azot fiksasyonu yeteneğini azaltarak toprak N havuzuna katkısını azaltmakta ve bitkilerin gübre N'sine bağımlılığını artırmaktadır (Zhou vd., 2019). Bu da AKE'nin düşmesine neden olmaktadır. Ayrıca, buğdaygillerin baskınlığı, kök bölgesinde N rekabetini şiddetlendirerek azotun alım verimliliğini sınırlamaktadır. Veriler, AKE'nin N₃ seviyesinde keskin bir düşüş gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu durum, 15 kg N/da eşiğini aşan uygulamaların AKE'yi düşürdüğü hipoteziyle örtüşmektedir (Lu vd., 2019). Özellikle buğdaygil ağırlıklı sistemlerde, yüksek N dozları bitkilerin azotu lüks tüketimine yönlendirmekte ve kök gelişimini baskılayarak topraktan N alımını azaltmaktadır (Li vd., 2017).

Ham protein oranı (%)

Çayırların besin içeriği, otlatma, biçim ve gübre kullanımı gibi faktörlerinden büyük ölçüde etkilenmektedir (Pontes vd. 2017). Çalışmamızda N dozunun artmasıyla HP'de istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < .01$). Bu artış, azotun amino asit üretimini artırması ve bitki dokularında protein sentezinin temel bileşeni olmasıyla açıklanabilir (Dupas vd., 2016). Azotlu gübreleme, buğdaygillerde yaprak gelişimini teşvik ederek yaprak/gövde oranını artırmakta ve böylece protein içeriği yüksek genç sürgünlerin payını yükseltmektedir (Wilman & Riley, 1993; Duru vd., 2008). Azotlu gübreleme ile buğdaygillerin mineral madde içeriğinin, lezzetliliğinin, kuru madde ve protein oranlarının arttırılabileceği bildirilmiştir (Kökten vd., 2022). Ancak, aşırı N uygulamalarında ham protein oranında görülen artış, bitkilerin lüks tüketim eğilimine girmesi, yağış ve sıcaklıkla ilişkilidir (AbdElgawad vd., 2014). Nitekim yapılan birçok çalışma (Hatipoğlu vd., 2001; Çınar vd., 2005; Gür, 2008; Comaklı vd. 2009; Altın vd., 2010; Kahramanoğulları, 2019; Uslu vd., 2021), azotlu gübrelemenin ham protein oranını artırdığını rapor etmiştir.

Biçim zamanının gecikmesi, ham protein oranında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüşe yol açmıştır ($p < ,01$). Bu durum, bitkilerin olgunlaşma sürecinde yapısal karbonhidratların (lignin, selüloz) sentezine öncelik vermesi ve protein sentezinin azalmasıyla ilişkilidir (Adesogan vd., 2009). Ayrıca, geç biçimde yaprak/gövde oranının düşmesi, protein içeriği yüksek yaprakların azalmasına neden olmaktadır (Buxton, 1996). Biçim yoğunluğu ve sıklığı da bitki morfolojisini değiştirerek besin değerini etkilemektedir (Liu vd., 2011; Fontes vd., 2014).

Ayrıca çalışmamızda, N dozunun artmasıyla baklagil oranında belirgin bir düşüş tespit edilmiştir. Bu durum yüksek N uygulamalarının, baklagillerin ve azot fiksasyon yeteneğine sahip bakterilerinin zarar görmesine neden olmaktadır (Carlsson ve Huss-Danell, 2003; Oliveira vd., 2004). Bu da, yüksek azot dozuna bağlı diğer biçimlerde baklagil oranının ve dolayısıyla da ham protein oranının azalmasına neden olmaktadır (Brum vd. 2009). Benzer şekilde Dale vd., (2013), baklagil oranının azalmasına bağlı olarak ham protein oranının azaldığını rapor etmiştir.

Ham protein verimi (kg/da)

Ham protein verimi (HPV), kuru ot verimi (KOV) ile ham protein oranının (HPO) çarpımından hesaplanan bir değerdir. Bu nedenle, HPV'deki değişiklikler doğrudan bu iki parametrenin artışına bağlı olmaktadır (Erden vd., 1994; Uslu, 2005; Uslu vd., 2021). Çalışmamızda, N₃B₃ kombinasyonunda KOV 803,8 kg/da ve HP %12,3 olarak ölçülmüş, bu da HPV'ni 98,4 kg/da'a ulaştırmıştır. Bu sonuçlar, yüksek N dozlarının hem kuru ot verimi hem de ham protein oranını artırarak, ham protein verimini yükselttiğini doğrulamaktadır (Comakli vd., 2009). Gökkuş (1989), çayırlardan yüksek KOV ve HPV elde etmek için dekara 22,5 kg azot ve 5 kg fosfor uygulamasını önermiştir. Bizim çalışmamızda da N₃ uygulaması ve kullanılan fosfor oranının aynı olması ham protein veriminde gözlemlenen artışın nedeni olarak gösterilebilir.

Azot dozunun artmasıyla HPV'de istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlemlenmiştir ($p < ,01$). Bu artış, azotun hem kuru ot verimini hem de protein sentezini teşvik etmesiyle açıklanabilir (Gökkuş, 1989). Biçim zamanının HPV üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamsızdır. Örneğin, N₃ seviyesinde B₁ (erken biçim) ile B₃ (geç biçim) arasında HPV 98,8 kg/da ile 98,4 kg/da arasında benzerlik göstermiştir. Bu durum, geç biçimde kuru ot verimindeki artışın ham protein oranındaki düşüşü dengelediğini işaret etmektedir. Geç biçim, lignifikasyonun artması nedeniyle ham protein oranını düşürse de, biyokütle birikimini maksimize ederek kuru ot verimini yükseltmektedir (Van Soest, 1994). Nitekim yapılan çalışmalar azotlu gübrelemenin HPV'ni artırdığını (Hatipoğlu vd., 2001; Çınar vd., 2005; Gür, 2008; Comakli vd., 2009; Altın vd., 2010; Doğan, 2011; Kahramanoğulları,

2019; Uslu vd., 2021) rapor etmişlerdir.

NDF oranı (%)

Çalışmamızda azot dozunun artmasıyla NDF oranında istatistiksel olarak anlamlı bir düşüş gözlemlenmiştir. Bu düşüş, azotun bitkilerde yaprak gelişimini teşvik ederek yaprak/gövde oranını artırması ve lignifikasyonu azaltmasıyla açıklanabilir (Hoffman vd., 2001). NDF'nin yapısında hücre duvarı maddeleri olan lignin, selüloz ve hemiselüloz bulunduğu bilinmektedir (Budak & Budak 2014). Dolayısıyla azot, hücre duvarı bileşenlerinin sentezini yavaşlatarak daha az lifli bir yapı oluşumuna neden olmaktadır (Peyraud & Astigarraga, 1998). Ancak, baklagillerde NDF oranının N artışıyla değişmemesi, buğdaygillerin azota daha duyarlı olduğunu göstermektedir (Tohumcu & Temel, 2020). Nitekim yapılan birçok çalışmada artan azot uygulaması oranıyla NDF oranının azaldığının rapor edilmesi bu çalışma ile paralellik göstermektedir (Dupas vd., 2010; Viana vd., 2011; Dupas vd. 2016; Delevatti vd., 2019).

Biçim zamanının gecikmesi, NDF oranını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırmıştır. Bu artış, bitkilerin olgunlaşma sürecinde gövde ve ksilem dokusunun kalınlaşmasıyla ilişkili olabilir (Hoffman vd., 2001). Geç biçimde artan lignifikasyon, hücre duvarı sindirilebilirliğini düşürerek yem kalitesini olumsuz etkilemektedir. Nitekim Wróbel vd. (2022), geciken hasat tarihiyle birlikte bitki hücre duvarı bileşenlerinin (lignin, selüloz ve hemiselüloz) arttığını bildirmişlerdir. Ayrıca biçim zamanının gecikmesiyle birlikte buğdaygil oranında gözlemlenen artış NDF oranını artırmış olabilir. Buğdaygillerin NDF oranının, baklagillerden belirgin şekilde yüksek olduğu (Tohumcu ve Temel, 2020) ve buğdaygillerin oranının artışı ile NDF oranının arttığı bildirilmiştir (Hatipoğlu vd., 2005). Çalışmamızda da biçim zamanının gecikmesiyle birlikte buğdaygil oranının artması, NDF oranını artırmıştır. Öte yandan, erken ilkbaharda bitkilerin yaprak oranlarının fazla olduğu, gövdelerle karşılaştırıldığında belirgin şekilde yüksek sindirilebilirlik ve düşük lif içeriğine sahip olduğu bilinmektedir (Wróbel vd., 2022). Ancak bitkilerin olgunlaşmasıyla birlikte, gövde oranında hızlı bir artış gözlemlenmektedir (Collins & Fritz, 2003). Bu durumda, geciken biçim zamanıyla daha yüksek büyüme oranlarının sap birikimine neden olmasından dolayı NDF oranı artmaktadır (Delevatti vd., 2019).

ADF oranı (%)

Asit eriticilerde çözünmeyen lif (ADF), kaba yemlerin hücre duvarını oluşturan selüloz ve lignin gibi sindirilemeyen bileşenlerden meydana gelmektedir (Balthrop vd., 2011). ADF oranı, ruminant beslemede yemin enerji değerini ve sindirilebilirliğini belirleyen kritik bir

parametredir. Yüksek ADF, düşük sindirilebilirlik ve dolayısıyla düşük yem kalitesi anlamına gelmektedir. Bu çalışmada, artan azot dozuna bağlı olarak ADF oranında belirgin bir azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma, azotlu gübrelemenin bitki yapraklarındaki azot içeriğini, doku proteinini ve sindirilebilir karbonhidratları artırmasından kaynaklanmış olabilir (Fribourg vd., 1979; Kellogg vd., 1994; Kering vd., 2011). Ayrıca NDF oranına benzer olarak azotun yaprak gelişimini teşvik ederek, lignifikasyonu azaltmasıyla da açıklanabilir. Nitekim yapılan birçok çalışma, azot uygulamasının ham protein oranını artırdığını ve ADF oranını azalttığını rapor etmiştir (Fribourg vd., 1979; Kellogg vd., 1994; Kering vd., 2011; Shi vd. 2024).

Yapılan çalışmada, biçim zamanının gecikmesi, ADF oranını istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artırmıştır. Bitkiler olgunlaştıkça, yaprak/sap oranı düşmekte (Pinkerton & Cross, 1992) ve yapısal karbonhidratlar (selüloz, lignin) bakımından zengin sapların oranı artmaktadır (Severoğlu, 2023). Örneğin, bu çalışmada erken biçimde ADF %29.1 iken, geç biçimde bu değer %38.7'ye çıkmıştır. Bu artış, özellikle buğdaygillerde belirgin olup, sap dokusunun hızla odunlaşmasından kaynaklanmış olabilir. Araştırmada biçim zamanının gecikmesiyle belirlenen buğdaygil oranında artışın ADF oranını da benzer şekilde arttığı görülmektedir. Bu durum olgunlaşan bitkilerde sap oranı ve lignifikasyonun hızla artması ve bunun da ADF'yi önemli ölçüde yükseltmesiyle açıklanabilir (Gülşen vd., 2004). Ayrıca, erken ilkbaharda yüksek yağış, vejetatif büyümeyi, yaprak/gövde oranını ve ham protein oranını artırabilirken, ADF ve NDF içeriğini yaz aylarına nazaran daha düşük seviyelerde tutabilmektedir. Buna karşılık, yüksek sıcaklık ve nem stresinin, yaprak/gövde oranını azalttığı (Fick vd., 1988), lignifikasyonu artırdığı (Gitz vd., 2006), ADF ve NDF içeriğini yükselttiği (Turner, 1981) bilinmektedir.

Nispi yem değeri

Nispi yem değeri (NYD), yem kalitesini değerlendirmede kritik bir parametre olup, yonca bitkisinin referans alındığı (NYD=100) bir indeks sistemine dayanmaktadır (Kaya, 2008). Bu çalışmada, azot uygulamasının ADF ve NDF içeriğini anlamlı şekilde azalttığı, ham protein oranı ve nispi yem değerini (NYD) attırdığı tespit edilmiştir. Bu durum, gübreleme sonucunda artan azot dozunun protein gibi çözünebilir maddelerin birikimini artırması ve bitki hücre duvarının incelmeye neden olmasından kaynaklanmış olabilir (Peyraud & Astigarraga, 1998; Xu vd., 2023). Sonbahar başlangıcında uygulanan azotun çayırlardan elde edilen yemin ham protein içeriğini yaklaşık %20 oranında artırdığı rapor edilmiştir (Xu vd., 2023). Nitekim yapılan birçok çalışma azot dozu arttıkça kuru madde verimi ile

birlikte ham protein oranının yükseldiğini, ADF ve NDF oranlarının ise düştüğünü bildirmiştir (Bıçakçı & Türk, 2018; Méndez vd., 2019; Kamran vd., 2022; Xu vd., 2023).

Biçim zamanının gecikmesi, nispi yem değerinde belirgin bir düşüşe yol açmıştır. Örneğin, N₃ seviyesinde erken biçim (B₁) ile geç biçim (B₃) karşılaştırıldığında, NYD 144,9'dan 108,6'ya gerilemiştir. Bu durum, erken hasat nedeniyle bitkilerde olgun dokuların ve lif içeriğinin az olması, bazı türlerin doğal olarak daha besleyici özellik taşımasıyla açıklanabilir (Šidlauskaitė & Kadžiulienė 2023). Olgunlaşan bitkiler genellikle daha az yaprak ve daha fazla sap materyali içerdikleri için daha düşük yem kalitesine sahiptir. Genç, yumuşak gövdeli, lezzetli yaprak ve çiçeklere sahip bitkiler kaliteli yem sağlarken, olgunlaşmanın ilerlemesiyle birlikte ADF ve NDF oranları artmakta, ham protein içeriği ve nispi yem değeri azalmaktadır (Rocateli & Zhang, 2015; Šidlauskaitė & Kadžiulienė, 2023). Ayrıca çalışmada artan azot dozu ve biçim zamanının gecikmesiyle buğdaygil oranında kaydedilen artış, nispi yem değerinin azalmasına neden olmuştur. Bu azalma, buğdaygillerin baklagillere göre daha fazla hücre duvarı maddesi içermesiyle açıklanabilir (Elgersma & Søgaard, 2016).

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, azot dozu ve biçim zamanının çayır ekosistemlerinde hem verim hem de kalite parametreleri üzerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymuştur. Yüksek N dozları, kuru ot verimini 803,8 kg/da gibi etkileyici seviyelere çıkarmış olsa da, bu durum azot kullanım etkinliğinde (AKE) düşüşe ve baklagil oranının baskılanmasına neden olmuştur. Baklagillerin azalması, topraktaki biyolojik azot fiksasyonunu sınırlayarak uzun vadede toprak verimliliğini tehdit etmektedir. Bu nedenle, özellikle 15-20 kg N/da (N₂) gibi orta dozların tercih edilmesi önerilmektedir. Bu aralık, hem KOV'ni (693,5 kg/da) tatmin edici düzeyde tutmakta hem de AKE'ni ve baklagil oranını (%20,7) koruyarak sürdürülebilirliği desteklemektedir.

Biçim zamanının etkisi ise verim ile kalite arasında kritik bir denge gerektirmektedir. Erken biçim (B₁), ham protein oranını ve nispi yem değerini maksimize ederken, geç biçim (B₃) KOV'ni artırsa da ADF ve NDF gibi sindirilemeyen lif içeriklerinin yükselmesine yol açmaktadır. Bu durum, ruminant beslemede sindirilebilirliği ve enerji alımını düşürerek yem kalitesini olumsuz etkilemektedir. Dolayısıyla, çiçeklenme başlangıcı ile tam çiçeklenme arasındaki dönem (B₁-B₂), hem KOV (723,5 kg/da) hem de HP (%13,8) ve NYD (129,1) arasında optimal dengeyi sağlayan en uygun biçim zamanı olarak öne çıkmaktadır.

Botanik kompozisyonun yönetimi de sürdürülebilir verimlilik açısından hayati öneme sahiptir. Yüksek N

uygulamaları buğdaygil oranını artırırsa da (%68,1), baklagil oranının düşmesi (%15,2) toprak sağlığı ve azot döngüsü üzerinde baskı oluşturmaktadır. Bu nedenle, baklagiller teşvik edilmeli ve aşırı N uygulamalarından kaçınılmalıdır. Ayrıca, fosfor desteği (5 kg/da) ve mikrobiyal aşılama (*Azospirillum* spp.) gibi uygulamalarla bitki kök gelişimi ve toprak mikrobiyal aktivitesi desteklenmelidir.

Sonuç olarak, yüksek verim ile yüksek kalitenin aynı anda optimize edilebilmesi için orta N dozları ve erken-orta biçim zamanı kritik öneme sahiptir. Çiftçilerin hedeflerine göre strateji belirlemesi (süt sığırcılığı için kalite, kaba yem için verim öncelikli) ve toprakta biyolojik çeşitliliği koruyan uygulamalara yönelmesi, hem ekonomik hem de ekolojik sürdürülebilirlik açısından tavsiye edilmektedir.

Etik Komite Onayı: Bu çalışma için etik komite onayı gerekmiyor.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir- B,Ç.;Tasarım- S,S.; Denetleme- B,Ç.; Kaynaklar- M,Y.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi- M,Y.; Analiz ve/veya Yorum- M,K, G.; Literatür Taraması- S,S.; Yazıyı Yazan- S,S.; Eleştirel İnceleme- M,K, G..

Çıkar Çatışması: Yazarlar, çıkar çatışması olmadığını beyan etmiştir.

Finansal Destek: Yazarlar, bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Ethics Committee Approval: This study does not require ethics committee approval.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept-B,Ç.; Design-S,S.; Supervision-B,Ç.; Resources-M,Y.; Data Collection and/or Processing-M,Y.; Analysis and/or Interpretation-M,K, G.; Literature Search-S,S.; Writing Manuscript-S,S.; Critical Review- M,K, G..

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

AbdElgawad, H., Peshev, D., Zinta, G., Van den Ende, W., Janssens, I. A., & Asard, H. (2014). Climate extreme effects on the chemical composition of temperate grassland species under ambient and elevated CO₂: a comparison of fructan and non-fructan accumulators. *PLoS One*, 9(3), e92044.

Adesogan, A. T., Sollenberger, L. E., Moore, J. E., Newman, Y. C., & Vendramini, J. M. (2009). Factors Affecting Forage Quality: SS-AGR-93/AG161, rev. 6/2009. Edis, 2009(5). Gainesville, FL.

Alçıçek, A., Kılıç, A., Ayhan, V., & Özdoğan, M. (2010). Türkiye’de kaba yem üretimi ve sorunları. Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi, 1071-1080 ss., Türkiye.

Altın, M. (1975). Erzurum Şartlarında Azot, Fosfor ve Potasyumlu Gübrelerin Tabii Çayır ve Meranın Ot Verimine, Otun Ham Protein, Ham Kül Oranına ve Bitki Kompozisyonuna Etkileri Üzerinde Bir Araştırma. Atatürk Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 326, Ziraat Fakültesi Yayın No: 159, Araştırma Serisi No: 95, 141 s. Erzurum.

Altın, M. (1992). Çayır-Mera Islahı. Trakya Üniversitesi, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No: 152, 203 s., Tekirdağ.

Altın, M., Tuna, C., & Gür, M., (2010). Tekirdağ taban ve kıraç meralarının verim ve botanik kompozisyonuna gübrelemenin etkisi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 7(2), 191-198.

Altın, M., Gökkuş, A., & Koç, A. (2011). Çayır ve Mera Yönetimi. T.C. Tarım ve Köyşleri Bakanlığı Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara. 186 s.

Altınay, E. (2019). Yükselti ve biçim zamanlarının Uşak Banaz doğal meralarının verim ve botanik kompozisyonu üzerine etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Bilimleri Ana Bilim Dalı, Uşak.

Aydın, A., & Sezen, Y. (1995). Toprak Kimyası Laboratuvar Kitabı. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 174, Erzurum.

Aydın, I., & Uzun, F. (2005). Nitrogen and phosphorus fertilization of rangelands affects yield, forage quality and the botanical composition. *European Journal of Agronomy*, 23(1), 8-14.

Bakır, Ö. (1985). Çayır ve Mera Islahı. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 947, Ders Kitabı: 272, 226 s., Ankara.

Balthrop, J., Brand, B., Cowie, R. A., Danier, J., de Boever, J. L., de Jonge, L. H., & Piotrowski, C. (2011). Quality assurance for animal feed analysis laboratories.

Bıçakçı, E., & Türk, M. (2018). Isparta koşullarında farklı azot dozlarının tek yıllık çim (*Lolium multiflorum*)’in ot verimi ve kalitesi üzerine etkisi. *Akademia Disiplinlerarası Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 4(1), 70-76.

Bijelić, Z., Tomić, Z. & Ružić-Muslić, D. (2011). The effect of nitrogen fertilization on production and qualitative properties of sown grasslands in the system of sustainable production. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 27(3), 615-630.

Brum, O. B., López, S., García, R., Andrés, S., & Calleja, A. (2009). Influence of harvest season, cutting frequency and nitrogen fertilization of mountain meadows on yield, floristic composition and protein content of herbage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 596-604.

Budak, F., & Budak, F. (2014). Yem bitkilerinde kalite ve yem bitkileri kalitesini etkileyen faktörler. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, (1), 1-6.

Buxton, D. R., & Fales S. L. (1994). Plant environment and quality. In: G.C., Fahey, M., Collins. D. R., Mertens, & L.E., Moser (Eds.), Forage quality, evaluation and utilization. (pp. 155-199). Madison: American Society of Agronomy.

Buxton, D. R. (1996). Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science and Technology*, *Journal of Ecological Harmony*

- 59(1-3), 37-49.
- Carlsson, G., & Huss-Danell, K. (2003). Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil*, 253, 353-372.
- Collins, M., & Fritz J. O. (2003). Forage quality. In: R. F. Barnes, C. J. Nelson, M. Collins, K.J. Moore. (Eds.), *Forages. An introduction to grassland agriculture*. (pp. 363–390) 6th ed. Vol. 1. Hoboken. Wiley-Blackwell.
- Comakli, B., Mentese, O., & Koc, A. (2005). Nitrogen fertilizing and pre-anthesis cutting stage improve dry matter production, protein content and botanical composition in meadows. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil&Plant Science*, 55(2), 125-130.
- Comakli, B., Haliloglu, K., Dasci, M., & Mentese, Ö. (2009). Improvement of yield and botanical composition in meadows: effects of N fertilisation, irrigation on locations having different water table levels. *The Rangeland Journal*, 31(3), 361-368.
- Çınar, S., Avcı, M., Hatipoğlu, R., Kökten, K., Atış, İ., Tükel, T., Aydemir, S., & Yücel, H. (2005). Hanyeri köyü (Tufanbeyli-Adana) merasının yamaç kesiminde azot ve fosfor gübrelemesinin botanik kompozisyon, ot verimi ve ot kalitesine etkileri üzerinde bir araştırma. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt II, 5-9 Eylül, Antalya, Türkiye, s. 873-877.
- Dale, L. M., Thewis, A., Rotar, I., Boudry, C., Păcurar, F. S., Leclercq, B., Agneessens, R., Dardenne, P., & Baeten, V. (2013). Fertilization effects on the chemical composition and in vitro organic matter digestibility of semi-natural meadows as predicted by NIR spectrometry. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1), 58–64.
- Delevatti, L. M., Cardoso, A. S., Barbero, R. P., Leite, R. G., Romanzini, E. P., Ruggieri, A. C., & Reis, R. A. (2019). Effect of nitrogen application rate on yield, forage quality, and animal performance in a tropical pasture. *Scientific reports*, 9(1), 7596.
- Doğan, A. (2011). Kırklareli İli Pehlivan Köyü İlçesi Yeşilpınar Köyü Doğal Çayır Vejetasyonunda Farklı Biçim Zamanlarının Verim Potansiyeli ve Bazı Besin Elementlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Dupas, E., Buzetti, S., Sarto, A. L., Hernandez, F. B. T. & Bergamaschine, A. F. (2010). Dry matter yield and nutritional value of Marandu grass under nitrogen fertilization and irrigation in cerrado in São Paulo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 2598-2603.
- Dupas, E., Buzetti, S., Rabêlo, F. H. S., Sarto, A. L., Cheng, N. C., Filho, M. C. M. T., & de Niro Gazola, R. (2016). Nitrogen recovery, use efficiency, dry matter yield, and chemical composition of palisade grass fertilized with nitrogen sources in the Cerrado biome. *Australian Journal of Crop Science*, 10(9), 1330-1338.
- Duru, M., Cruz P. P., Raouda, A. H. K., Ducourtieux, C., & Theau, J. P. (2008). Relevance of plant functional types based on leaf dry matter content for assessing digestibility of native grass species and species-rich grassland communities in spring. *Agronomy Journal*, 100(6), 1622-1630.
- Elgersma, A., & Sørensen, K. (2016). Effects of species diversity on seasonal variation in herbage yield and nutritive value of seven binary grass-legume mixtures and pure grass under cutting. *European Journal of Agronomy*, 78, 73-83.
- Elliott, D. E., & Abbott, R. J. (2003). Nitrogen fertiliser use on rain-fed pasture in the Mt Lofty Ranges, South Australia. 1. Pasture mass, composition and nutritive characteristics. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 43(6), 553-577.
- Evans, J.R. (1989). Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C3 plants. *Oecologia*, 78(1), 9-19.
- Fathi, A. (2020). Tillage systems and use of chemical fertilizers (NPK) Interaction on soil properties and maize quantitative and qualitative traits. Faculty of Agriculture. Islamic Azad University, *Ayatollah Amoli Branch*, 1-131.
- Fathi, A., & Zeidali, E. (2021). Conservation tillage and nitrogen fertilizer: a review of corn growth and yield and weed management. *Central Asian Journal of Plant Science Innovation*, 1(3), 121-142.
- Fathi, A. (2022). Role of nitrogen (N) in plant growth, photosynthesis pigments, and N use efficiency: A review. *Agrisost*, 28, 1-8.
- Fick, G. W., Holt, D. A., & Lugg, D. G. (1988). Environmental physiology and crop growth " . In: A. A., Hanson, D. K., Barnes, & R. R., Jr. Hill (Eds.), *Alfalfa and alfalfa improvement*. (pp. 163 – 194) Madison, Wisc : American Society of Agronomy.
- Field, C. (1986). The photosynthesis-nitrogen relationship in wild plants. On the economy of plant form and function, Cambridge University Press, 25-55 pp., Cambridge.
- Fontes J. G. D., Fagundes J. L., Backes A. A., Barbosa L. T., Cerqueira E. S. A., Da Silva L. M., Moraes J. A. D., & Vieira J. S. (2014). Herbage accumulation in *Brachiaria brizantha* cultivars submitted to defoliation intensities. *Semina: Ciências Agrárias*, 35, 1425–1438.
- Frame, J., & Laidlaw, A. S. (2013). *Improved Grassland Management*. Marlborough, UK: The Crowood Press Ltd. New edition.
- Fribourg, H. A., Barth, K. M., McLaren, J. B., Carver, L. A., Connell, J. T., & Bryan, J. M. (1979). Seasonal Trends of in vitro Dry Matter Digestibility of N-Fertilized

- Bermudagrass and of Orchardgrass-Ladino Pastures 1. *Agronomy Journal*, 71(1), 117-120.
- Galindo, F. S., Pagliari, P. H., da Silva, E. C., de Lima, B. H., Fernandes, G. C., Thiengo, C. C., Bernardes, J. V. S., Jalal, A., Oliveira, C. E. S., de Sousa Vilela, L., Furlani Junior, E., Nogueira, T. A. R., do Nascimento, V., Teixeira Filho, M. C. M., & Lavres, J. (2024). Impact of nitrogen fertilizer sustainability on corn crop yield: the role of beneficial microbial inoculation interactions. *BMC Plant Biology*, 24(1), 268.
- Gitz, D. C., Ritchie, J. C., Krizek, D. T., Springer, T. L., Reeves III, J. B., & Reddy, V. (2006). Effect of Temperature and CO₂ on Forage Nutritive Value of 'Pete' Eastern Gamagrass. In: M. A., Sanderson, P., Adler, S., Goslee, J. C., Ritchie, H., Skinner, & K., Soder (Eds.). Proceedings of the Fifth Eastern Native Grass Symposium, (pp. 107-114). Harrisburg, Pennsylvania.
- Gökkuş, A. (1989). Gübre ve herbisit uygulamalarının çayırların ot ve ham protein verimleri ile botanik kompozisyonlarına etkisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 8 (4): 64-80.
- Gökkuş, A. (1994). Türkiye'nin kaba yem üretiminde çayır-mera ve yem bitkilerinin yeri ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 25(2), 250-261.
- Gökkuş, A. (2020). A review on the factors causing deterioration of rangelands in Turkey. *Turkish Journal of Range and Forage Science*, 1(1), 28-34.
- Gökkuş, A., & Coşkun, E. (2023). Geleceğin Türkiye'sinde Doğal Çayır ve Meraların Önemi. *Acta Natura & Scientia*, 4(1): 58-67.
- Gülşen, N., Coşkun, B., Umucalılar, H. D., & Dural, H. (2004). Prediction of nutritive value of a native forage, *Prangos uechritzii*, using of in situ and in vitro measurements. *Journal of Arid Environments*, 56(1), 167-179.
- Gür, M., 2008. Yörükler köyü doğal mera vejetasyonunun botanik kompozisyonu ve verim potansiyeli üzerinde bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
- Hanoğlu Oral, H. H., & Gökkuş, A. (2021). Evaluation of total roughage production and its sufficiency for livestock in Turkey. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 11(3), 2423-2433.
- Hatipoğlu, R., Avcı, M., Kılıçalp, N., Tükel, T., Kökten, K., & Çınar, S. (2001). Çukurova bölgesindeki taban bir merada fosforlu gübreleme ve farklı azot dozlarının ot verimi ve kalitesi ile botanik kompozisyona etkileri üzerinde bir araştırma, Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt III, 17-21 Eylül, Tekirdağ, s. 1-6.
- Hatipoğlu, R., Avcı, M., Çınar, S., Kökten, K., Atış, İ., Tükel, T., Kılıçalp, N., & Yücel, C. (2005). Hanyeri köyü (Tufanbeyli-Adana) merasının nemli kesiminde farklı azot ve fosfor dozlarının botanik kompozisyon, ot verimi ve ot kalitesine etkileri üzerinde bir araştırma. Türkiye 6. Tarla Bitkileri Kongresi Bildiri Kitabı, Cilt:II, 5-9 Eylül, Antalya, Türkiye, s. 867-872.
- Heady, H. F., & Child, R. D. (1994). *Rangeland Ecology and Management*. Westview Press, Inc., 519 p., Colorado.
- Hoffman, P. C., Shaver, R. D., Combs, D. K., Undersander, D. J., Bauman, L. M., & Seeger, T. K. (2001). Understanding NDF digestibility of forages. *Focus on forage*, 3(10), 1-3.
- Hogh-Jensen, H., & Schjoerring, J. K. (1997). Interactions between white clover and ryegrass under contrasting nitrogen availability: N₂ fixation, N fertilizer recovery, N transfer and water use efficiency. *Plant and Soil*, 197(2), 187-199.
- Hrevušová, Z., Hejzman, M., Hakl, J., & Mrkvička, J. (2015). Soil chemical properties, plant species composition, herbage quality, production and nutrient uptake of an alluvial meadow after 45 years of N, P and K application. *Grass and Forage Science*, 70(2), 205-218.
- Jensen, E. S., Peoples, M. B., Boddey, R. M., Gresshoff, P. M., Hauggaard-Nielsen, H., JR Alves, B., & Morrison, M. J. (2012). Legumes for mitigation of climate change and the provision of feedstock for biofuels and biorefineries. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 32, 329-364.
- Jones, D. I. H. (1981). Chemical composition and nutritive value. In: J. Handson, R. D. Baker, A. Davies, A. S. Laidlows & J. D. Leawer (Eds.), *Sward Measurement Handbook*. (pp. 243-265). The British Grassland Society: Devon, UK.
- Kamran, M., Yan, Z., Jia, Q., Chang, S., Ahmad, I., Ghani, M. U., & Hou, F. (2022). Irrigation and nitrogen fertilization influence on alfalfa yield, nutritive value, and resource use efficiency in an arid environment. *Field Crops Research*, 284, 108587.
- Karamanoğulları, C. T. (2019). Humik asit ve azotlu gübre uygulamalarının doğal meranın yem verimi ve kalitesine etkisi. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Ankara.
- Kaya, S. (2008). Relative Feed Value and Relative Forage Quality Index in the Evaluation of Roughage Feeds. *Turk. J. Sci. Rev*, 1, 59-64.
- Keady, T. W. J., and O'Kiely, P. (1998). An evaluation of potassium and nitrogen fertilization of grassland, and date of harvest, on fermentation, effluent production, dry-matter recovery and predicted feeding value of silage. *Grass and Forage Science*, 53(4), 326-337.
- Kellogg, D. W., Gliedt, R. C., Vaught, E. K., Harrison, K. F., Johnson, Z. B., Stallcup, O. T., & Hankins, B. J. (1994). Effect of increased fertilization on fiber and mineral content of bermudagrass cultivars.
- Kering, M. K., Guretzky, J., Funderburg, E., & Mosali, J. (2011). Effect of nitrogen fertilizer rate and harvest

- season on forage yield, quality, and macronutrient concentrations in midland Bermuda grass. *Communications in soil science and plant analysis*, 42(16), 1958-1971.
- Koç, A., & Gökkuş, A. (1998). Suggestion from previous studies for better range and meadow management in the Eastern Anatolia Region. Eastern Anatolia Agricultural Congress, 419-428 pp., Erzurum.
- Koç, A., Güven, M., Çomaklı, B., Menteşe, Ö., & Bakoğlu, A. (2003). Azot ve Fosforla gübrelemenin Doğu Anadolu yüksek rakımlı meralarının ot verimi ve botanik kompozisyonuna etkileri. 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 13-17 Ekim 2003, II. Cilt; Bitki Yetiştirme Teknikleri, 276-280., Diyarbakır.
- Kökten, K., Çağan, E., & Özdemir, S. (2022). Çayır ve Meralarda Gübrelemenin Botanik Kompozisyona Etkisi. ISPEC 10th International Conference on Agriculture, Animal Sciences and Rural Development, 18-19 July 2022, Sivas, Türkiye, s. 250-263.
- Li, T., Zhang, X., Gao, H., Li, B., Wang, H., Yan, Q., & Zhang, W. (2019). Exploring optimal nitrogen management practices within site-specific ecological and socioeconomic conditions. *Journal of Cleaner Production*, 241, 118295.
- Liu K., Sollenberger L. E., Silveira M. L., Vendramini J. M. B. & Newman Y. C. (2011). Distribution of nutrients among soil-plant pools in 'Tifton 85' bermudagrass pastures grazed at different intensities. *Crop Science*, 51, 1800-1807.
- Lonnie, M., Hooker, E., Brunstrom, J. M., Corfe, B. M., Green, M. A., Watson, A. W., Williams, E. A., Stevenson, E. J., Penson, S., & Johnstone, A. M. (2018). Protein for life: Review of optimal protein intake, sustainable dietary sources and the effect on appetite in ageing adults. *Nutrients*, 10(3), 360.
- Lu, C., Zhang, J., Cao, P., & Hatfield, J. L. (2019). Are we getting better in using nitrogen?: Variations in nitrogen use efficiency of two cereal crops across the United States. *Earth's Future*, 7(8), 939-952.
- Madakadze, I. C., Stewart, K. A., Peterson, P. R., Coulman, B. E., & Smith, D. L. (1999). Cutting frequency and nitrogen fertilization effects on yield and nitrogen concentration of switchgrass in a short season area. *Crop Science*, 39(2), 552-557.
- Marschner, H. (2012), Marschner's mineral nutrition of higher plants., (Ed. 3), Academic Press, Mineral nutrition of higher plants., 889 pp., London, UK.
- Méndez, R., Fernández, J. A., & Yáñez, E. A. (2019). Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la producción y composición de *Cynodon plectostachyus*. *Revista veterinaria*, 30(1), 48-53.
- Menteşe, Ö. (1998). Farklı taban suyu seviyesine sahip çayırarda değişik azot dozu ve biçim zamanı uygulamalarının çayırın kuru ot verimi, protein kapsamı ve botanik kompozisyonuna etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Moenirad, A., Zeinali, E., Galeshi, S., Soltani, A., & Eganepour, F. (2021). Investigation of fluorescence chlorophyll sensitivity, chlorophyll index, rate of Chlorophyll (a, b), nitrogen concentration and nitrogen nutrition index under under nitrogen and phosphorus nutrition in wheat. *Journal of Crop Production*, 14(1), 1-18.
- Mueller, L., Behrendt, A., Schalitz, G., & Schindler, U. (2005). Above ground biomass and water use efficiency of crops at shallow water tables in a temperate climate. *Agricultural Water Management*, 75(2), 117-136.
- Nichols, J. T., Reece, P. E., Hergert, G. W., & Moser, L. E. (1990). Yield and quality Response of subirrigated meadow vegetation to nitrogen, phosphorous and sulfur fertilizer. *Agronomy Journal*, 82: 47-52.
- Oliveira, W. S. D., Oliveira, P. P. A., Corsi, M., Duarte, F. R. S., & Tsai, S.M. (2004). Alfalfa yield and quality as function of nitrogen fertilization and symbiosis with *Sinorhizobium meliloti*. *Scientia Agricola*, 61, 433-438.
- Peyraud, J. L., & Astigarraga, L. (1998). Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. *Animal Feed science and technology*, 72(3-4), 235-259.
- Phelan, P., Moloney, A. P., McGeough, E. J., Humphreys, J., Bertilsson, J., O'riordan, E. G., & O'Kiely, P. (2015). Forage legumes for grazing and conserving in ruminant production systems. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 34(1-3), 281-326.
- Pinkerton, B. W. & Cross, D. L. (1992). Forage quality. Forage Leaflet 16. Cooperative Extension Service, Clemson University.
- Pontes, L. D. S., Baldissera, T. C., Giostri, A. F., Stafin, G., Dos Santos, B. R. C., & Carvalho, P. D. F. (2017). Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. *Grass and Forage Science*, 72(4), 663-675.
- Richards, L. A. (1954). Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. Department of Agriculture, Handbook, No: 60 United States.
- Rocateli, A., & Zhang, H. (2015). Forage quality interpretations. Oklahoma Cooperative Extension, PSS-2117.
- Serin, Y., & Tan, M. (1998). Doğu Anadolu Bölgesi'nde kaba yem üretimi, ihtiyacı ve yem bitkileri tarımının

- geliştirilmesi. Doğu Anadolu Tarım Kongresi, 14-18 Eylül 1998, 1052 s., Erzurum.
- Severoğlu, S. (2023). Doğal floradan toplanan köpekdişi (*Cynodon dactylon* L.(Pers.)) popülasyonlarında bazı morfolojik ve tarımsal özelliklerin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Erzurum.
- Shi, Z., Liang, G., Liu, W., Li, S., & Qin, Y. (2024). Optimization of nitrogen and phosphorus fertilization for enhanced forage production and quality of *Festuca Krylovianacv.* Huanhu artificial grassland in alpine regions. *Heliyon*, 10(15).
- Šidlauskaitė, G., & Kadžiulienė, Ž. (2023). The effect of inorganic nitrogen fertilizers on the quality of forage composed of various species of legumes in the Northern part of a Temperate Climate Zone. *Plants*, 12(21), 3676.
- Smith, R. S., Shiel, R. S., Bardgett, R. D., Millward, D., Corkhill, P., Evans, P., & Kometa, S. T. (2008). Long-term change in vegetation and soil microbial communities during the phased restoration of traditional meadow grassland. *Journal of Applied Ecology*, 45(2), 670-679.
- Soil Survey Division Staff, (1993). "Soil Survey Manual." Soil Conservation Service. Department of Agriculture, Handbook, No: 18. United States.
- Stevens, C. J., Dise, N. B., Mountford, J. O., & Gowing, D. J. (2004). Impact of nitrogen deposition on the species richness of grasslands. *Science*, 303(5665), 1876-1879.
- Tohumcu, S. A., & Temel, S. (2020). Iğdır Koşullarında Mera Tesisinde Kullanılabilecek Bazı Buğdaygil-Baklagil Tür ve Karışımların Kalite Performansları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(3), 576-585.
- Turner, N. C. (1981). Drought resistance and adaptation to water deficits in crop plants. H., Mussell, & R. C. Staples (Eds.) *Stress Physiology in Crop Plants*, (pp. 343–372), John Wiley and Sons., Miscellaneous, New York, USA.
- TÜİK (2024). Bitkisel Üretim İstatistikleri. T.C. Başbakanlık Türkiye İstatistik Kurumu. <http://www.tuik.gov.tr> (Erişim Tarihi: 03 Mayıs 2024).
- Tükel, T., Hatipoğlu, R., Hasar, E., Çeliktas, N., & Can, E. (1996). Azot ve fosfor gübrelemesinin Çukurova bölgesinde tüylü sakalotunun (*Hyparrhenia hirta* (L.) satpf.) dominant olduğu bir meranın verim ve botanik kompozisyonuna etkileri üzerinde bir araştırma. Türkiye 3. Çayır- Mera ve Yem bitkileri Kongresi, 17-19 Haziran 1996, s. 59-65., Erzurum.
- Uslu, Ö. S. (2005). Kahramanmaraş ili Türkoğlu ilçesi Araplar köyü yeniyapan merasında botanik kompozisyonun tespiti ve farklı gübre uygulamalarının meranın verim ve botanik kompozisyonuna etkileri üzerinde araştırmalar. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Ana Bilim Dalı, Adana.
- Uslu, Ö. S., Yoldaş, N., Demir, Z., & Kafkas, B. (2021). Kahramanmaraş'ta taban bir merada farklı azot dozlarının meranın ot verimi, ot kalitesi ve botanik kompozisyon üzerine etkileri. *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 11(1), 28-34.
- Ülgen, N., & Yurtsever, N. (1995). Türkiye Gübre ve Gübreleme Rehberi (4. Baskı). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Yayın No: 209, 230 s.
- Valentine, J.F. (1989). *Range Development and Improvements*. (3rd Ed.), Academic Press Inc., 524 p., San Diego, California.
- Van Soest P. J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*, 2nd edn. Ithaca, NY, USA: Comstock Publishing Associates/Cornell University Press.
- Viana, M. C. M., Freire, F. M., Ferreira, J. J., Macêdo, G. A. R., Cantarutti, R. B., & Mascarenhas, M.H.T. (2011). Nitrogen fertilization on yield and chemical composition of signalgrass under rotational grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 1497-1503.
- Whitehead, D.C. (1995). *Grassland Nitrogen*. CAB International Publishing, 397 p., Wallingford.
- Wilman, D., & Riley, J. A. (1993). Potential nutritive value of a wide range of grassland species. *The Journal of Agricultural Science*, 120(1), 43-50.
- Wróbel, B., Zielewicz, W., Paszkiewicz-Jasińska, A., Spychalski, B., & Jakubowska, Z. (2022). Effect of harvest date on structural carbohydrates and lignin content in meadow sward in different pluvio-thermal conditions. *Journal of Water and Land Development*, 60-66.
- Xu, R., Shi, W., Kamran, M., Chang, S., Jia, Q., & Hou, F. (2023). Grass-legume mixture and nitrogen application improve yield, quality, and water and nitrogen utilization efficiency of grazed pastures in the loess plateau. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1088849.
- Yavuz, T., Kır, H., & Gül, V. (2020). Türkiye'de kaba yem üretim potansiyelinin değerlendirilmesi: Kırşehir ili örneği. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 345-352.
- Yetgin, M. A. (2010). *Organik Gübreler ve Önemi*. Samsun Tarım İl Müdürlüğü Yayınları, 24 s., Samsun.
- Yıldız, N., & Bircan H. (1994). *Araştırma ve Deneme Metotları*. Ziraat Fakültesi Yayın No: 305, Ders Kitabı No: 57, Erzurum, 277 s.
- Yılmaz, H., Demircan, V., & Gül, M. (2009). Üreticilerin kimyasal gübre kullanımında bilgi kaynaklarının belirlenmesi ve tarımsal yayım açısından değerlendirilmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, 4(1), 31-44.
- Yolcu, H., Serin, Y., & Tan, M. (2010). The effects of seeding patterns, nitrogen and phosphorus fertilizations on production and botanical composition in lucerne-smooth brome grass mixtures. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 16(6), 719-727.

- Zebarth, B. J., & Sheard, R. W. (1992). Influence of rate and timing of nitrogen fertilization on yield and quality of hard red winter wheat in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 72(1), 13–19.
- Zhou, J., Wilson, G. W., Cobb, A. B., Yang, G., & Zhang, Y. (2019). Phosphorus and mowing improve native alfalfa establishment, facilitating restoration of grassland productivity and diversity. *Land Degradation & Development*, 30(6), 647-657.