



BİLİM-TEKNOLOJİ-YENİLİK EKOSİSTEMİ DERGİSİ

JOURNAL OF SCIENCE-TECHNOLOGY-INNOVATION ECOSYSTEM

E-ISSN : 2757-6140

Volume : 7

Issue : 2

Year : 2026



RESEARCH ARTICLE

Çanakkale Koşullarında Farklı Fosfor Dozlarının Yemlik Soya Çeşitlerinde Ot Verimi ve Kalitesi Üzerine Etkisi

Effects of Different Phosphorus Rates on Forage Yield and Quality of Forage Soybean Cultivars under Çanakkale Conditions

Ece Coşkun¹ , Harun Baytekin²

¹ Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Çanakkale, Türkiye

² Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Çanakkale, Türkiye

MAKALE BİLGİSİ

Araştırma Makalesi

Geliş: 03.06.2026

Kabul: 26.06.2026

Yayın: 02.07.2026

Anahtar Kelimeler:

Yemlik soya

Glycine max L.

Gübreleme

Ot verimi

Ot kalitesi

Mizanpaj Editörü:

Habibe Doğan

ÖZ

Bu araştırma, farklı fosfor dozlarının Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya (*Glycine max* (L.) Merr.) çeşitlerinde verim ve bazı yem kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek amacıyla 2021 ve 2022 yıllarında Çanakkale ili Sarıcaeli Köyü'nde yürütülmüştür. Araştırma, bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuş, ana parsellere çeşitler, alt parsellere ise fosfor dozları (0, 5, 10 ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹) fosfor dozları yerleştirilmiştir. Çalışmada bitki boyu, kuru ot verimi, ham protein (HP), ham kül (HK), nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) ve asit deterjan lignin (ADL) oranları incelenmiştir. İki yıllık sonuçlara göre, bitki boyu bakımından çeşit ve fosfor dozu etkileri önemli bulunmuş, en yüksek ortalama bitki boyu 125.79 cm ile Yeşilsoy çeşidinde ve 123.94 cm ile 15 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasında ölçülmüştür. En yüksek kuru ot verimi 916.77 kg da⁻¹ ile 15 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir. HP, HK, NDF, ADF ve ADL oranları bakımından ise çeşitler ve fosfor dozları arasında istatistiksel olarak önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Elde edilen bulgular, fosfor uygulamalarının yemlik soyada bitki büyümesi ve biyokütle üretimini olumlu yönde etkilediğini, buna karşın yem kalite özellikleri üzerinde sınırlı etkiler oluşturduğunu göstermiştir. Çanakkale koşullarında yemlik soya yetiştiriciliğinde Yeşilsoy çeşidinin daha yüksek verim potansiyeline sahip olduğu ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹ uygulamasının verim açısından avantaj sağladığı belirlenmiştir.

ARTICLE INFO

Research Article

Received: 03.06.2026

Accepted: 26.06.2026

Published: 02.07.2026

Keywords:

Forage soybean

Glycine max L.

Fertilizer

Hay yield

Hay quality

ABSTRACT

This study was conducted in Sarıcaeli Village of Çanakkale Province. in the 2021 and 2022 to determine the effects of phosphorus application rates on yield and selected forage quality traits of two forage soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cultivars (Yemsoy and Yeşilsoy). The experiment was established as a split-plot design with four replications, where cultivars were assigned to the main plots and phosphorus rates (0, 5, 10, and 15 kg P₂O₅ da⁻¹) to the subplots. Plant height, dry forage yield, crude protein (CP), crude ash (CA), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and acid detergent lignin (ADL) contents were evaluated. Based on the combined results of the two experimental years, cultivar and phosphorus application rate significantly affected plant height. The highest mean plant height was recorded in the Yeşilsoy (125.79 cm) and under the application of 15 kg P₂O₅ da⁻¹ (123.94 cm). The maximum dry forage yield (916.77 kg da⁻¹) was also obtained from the 15 kg P₂O₅ da⁻¹ treatment. However, no statistically

✉ Correspondence: ece_coskun_89@hotmail.com (Ece Coşkun)

Citation: Coşkun, E., & Baytekin, H. (2026). Çanakkale koşullarında farklı fosfor dozlarının yemlik soya çeşitlerinde ot verimi ve kalitesi üzerine etkisi. *Bilim-Teknoloji-Yenilik Ekosistemi Dergisi*, 7(2), 145-155.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution CC-BY 4.0 International License.





significant differences were observed among cultivars or phosphorus rates for CP, CA, NDF, ADF, and ADL contents. The findings demonstrated that phosphorus fertilization positively influenced plant growth and biomass production in forage soybeans. Whereas its effects on forage quality traits were limited. Under the ecological conditions of Çanakkale, the cultivar Yeşilsoy exhibited a higher forage production potential and the application of 15 kg P₂O₅ da⁻¹ provided a yield advantage for forage soybean cultivation.

Giriş

Hayvancılık işletmelerinde üretim maliyetlerinin önemli bir kısmını yem giderleri oluşturmaktadır. Bu nedenle yüksek verimli ve kaliteli kaba yem kaynaklarının üretimi, sürdürülebilir hayvansal üretim açısından büyük önem taşımaktadır. Baklagil yem bitkileri, yüksek ham protein içerikleri, sindirilebilirlik düzeyleri ve toprağa sağladıkları azot katkıları nedeniyle yem üretim sistemlerinde önemli bir yere sahiptir (Framec ve ark., 1998; Açıkgoz, 2001; Sheaffer ve Moncada, 2012). Soya (*Glycine max* L. Merr.), dünya genelinde başta yağ ve protein kaynağı olarak yetiştirilmekle birlikte, son yıllarda kaba yem olarak kullanım ile de önem kazanmaktadır. Yemlik soya, yüksek biyokütle üretim kapasitesi, yüksek protein içeriği ve kaliteli kaba yem özellikleri sayesinde özellikle süt ve besi hayvancılığında alternatif bir yem bitkisi olarak değerlendirilmektedir (Devine ve Hatley, 1998; Açıkgoz ve ark., 2007). Soya yeşil ot, kuru ot ve silaj olarak kullanılabilen, uygun NDF ve ADF değerleri ile ruminant beslemede önemli bir kaba yem kaynağı oluşturmaktadır (Hintz ve Albrecht, 1991; Moncada ve Sheaffer, 2010). Yemlik soya yetiştiriciliğinde yüksek verim ve kaliteli yem elde edilmesinde bitki besleme önemli rol oynamaktadır. Bitkinin gelişiminde temel makro besin elementlerinden biri olan fosfor, enerji transferi, kök gelişimi, nodül oluşumu, biyolojik azot fiksasyonu ve fotosentez gibi birçok fizyolojik süreçte görev almaktadır (Grant ve ark., 2001; Vance ve ark., 2003; Marschner, 2012). Bu sebeple fosfor yetersizliği bitki büyümesini sınırlandırmakta, kök gelişimini zayıflatmakta ve sonuç olarak biyokütle üretimi ile verimde azalmaya neden olabilmektedir (Fageria ve ark., 2011). Soyanın fosforlu gübrelemeye verdiği tepki; genotip, toprak fosfor düzeyi, çevre koşulları ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Fosfor uygulamalarının bitki boyu, kuru madde üretimi, yem verimi ve bazı kalite özellikleri üzerinde olumlu etkiler oluşturabilmesine karşın, bu etkiler her koşulda aynı düzeyde ortaya çıkmadığı bilinmektedir (Salvagiotti ve ark., 2008; Rotundo ve Westgate, 2009). Bu nedenle farklı ekolojilerde farklı çeşitlerle yürütülecek çalışmalar, en uygun fosfor gübreleme stratejilerinin belirlenmesi açısından önem taşımaktadır.

Çiftlik hayvanlarının nitelikli kaba yemlerle beslenmesi, hayvansal ürün miktarını ve kalitesini yükseltir (Ma ve ark., 2024). Buna karşılık Türkiye’de tüketilen kaba yemin yaklaşık yarısı sap-saman ve anız gibi düşük kaliteli yemlerden karşılanmaktadır (Hanoğlu Oral ve Gökkuş, 2021). Baklagiller yüksek protein içerikleri, sindirilebilir oraları ve toprak verimliliğinin sürdürülebilmesine sundukları katkıları ile öncelikle tercih edilen yem bitkileridir (Soya ve ark., 2004). Genelde kışlık baklagil yem bitkilerinde yeterli tür mevcut iken, yazlıklar sınırlı sayıdadır.

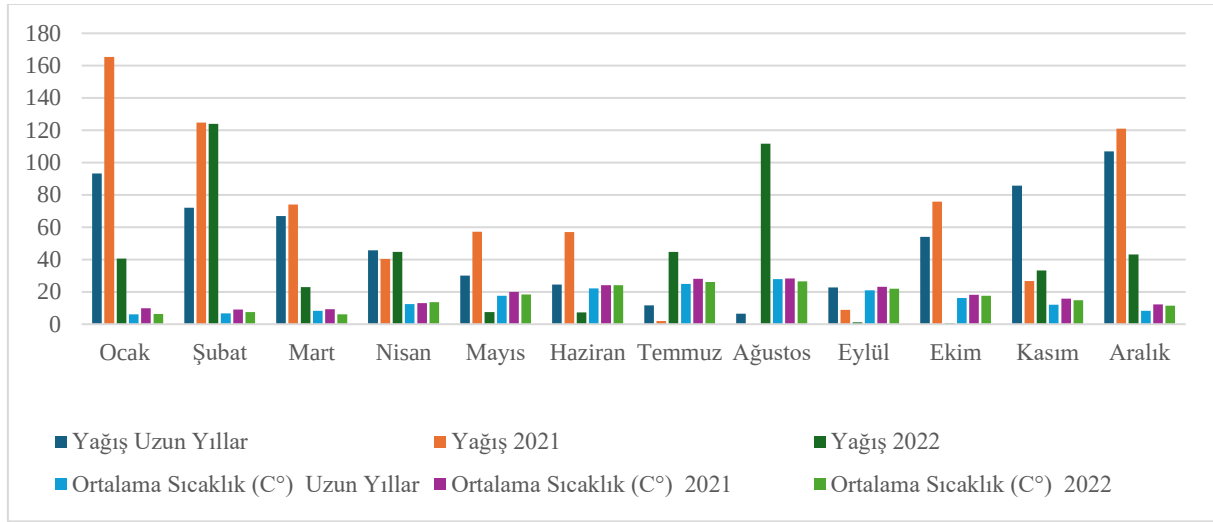
Türkiye’de soya daha çok dane üretimi amacıyla yetiştirilmekte olup, yemlik soya çeşitlerinin kaba yem üretimi açısından potansiyeline yönelik çalışmalar sınırlı sayıdadır. Özellikle Çanakkale ekolojik koşullarında yemlik soya çeşitlerinin farklı fosfor dozlarına verdikleri tepkilerin belirlenmesine yönelik bilgi bulunmamaktadır. Bu araştırmanın amacı, farklı fosfor dozlarının Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinde bitki boyu, kuru ot verimi ve bazı yem kalite özellikleri üzerine etkilerini belirlemek ve bölge koşulları için uygun çeşit ve fosforlu gübreleme düzeyini ortaya koymaktır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma Alanı ve Alanın Toprak ve İklim Özellikleri

Araştırma 2021 ve 2022 yıllarında Çanakkale ili Merkez ilçesine bağlı Sarıcaeli Köyü’nde üretici koşullarındaki bir tarlada yürütülmüştür. Çalışmada bitki materyali olarak Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından geliştirilen ve 2008 yılında tescil edilen Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya (*Glycine max* (L.) Merr.) çeşitleri kullanılmıştır (TTSM, 2008).

Deneme alanına ait iklim verileri Metereoloji Genel Müdürlüğünden alınmış olup, Çanakkale ilinin çok yıllık ortalama sıcaklığı 15.09 °C’dir. Çalışmanın yürütüldüğü 2021 ve 2022 yıllarında ortalama sıcaklık sırasıyla 17.58 °C ve 16.23 °C olarak kaydedilmiş olup, bu değerler uzun yıllar ortalamasının üzerindedir. Bitkilerin yetiştirme dönemini kapsayan Mayıs-Ekim ayları arasındaki 6 aylık süre, uzun yıllar ortalama toplam yağış miktarı 149.9 mm’dir. Araştırmanın ilk yılındaki dönemde yağış 201.2 mm, ikinci yılında ise 173.2 mm olarak kaydedilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çanakkale ilinin deneme yıllarına (2021-2022) ve uzun yıllar ortalamasına ait yağış ve sıcaklık verileri
Figure 1. Precipitation and temperature data of the experimental years (2021–2022) and long-term averages in Çanakkale

Ekim öncesinde deneme alanından alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonuçlarına göre, toprak killi-tınlı bünyeye sahip olup, nötr reaksiyonlu, orta kireçli, tuzsuz ve organik madde bakımından düşüktür. Toprakta alınabilir fosfor ve potasyum düzeyleri de düşük seviyelerdedir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Deneme alanına ait toprak özellikleri
Table 1. Selected soil properties of the experimental field

İşba (%)	pH	EC (mS cm ⁻¹)	Kireç (%)	Organik madde (%)	P (kg da ⁻¹)	K (kg da ⁻¹)
67.7	7.39	89.3	8.50	1.87	2.83	80.80
Killi-tınlı	Nötr	Tuzsuz	Orta kireçli	Az	Az	Az

Deneme Düzeni

Deneme, bölünmüş parseller deneme desenine göre dört tekerrürlü olarak kurulmuştur. Ana parsellere çeşitler (Yemsoy ve Yeşilsoy), alt parsellere ise fosfor dozları (0, 5, 10 ve 15 kg P₂O₅ da⁻¹) yerleştirilmiştir. Her parsel 70 cm sıra aralığında, 5 m uzunluğunda dört ekim sırasından oluşmuştur. Parsel alanı 14 m² (0.70 m × 5 m × 4 sıra) olup, etki karışımını önlemek için bloklar arasında 1 m mesafe, parseller arasında 140 cm boşluk bırakılmıştır.

Ekim ve Yetiştirme Uygulamaları

Her iki yılda da ekim 18 Mayıs tarihinde elle gerçekleştirilmiştir. Tohumluk miktarı dekara 10 kg olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekimle birlikte tüm parsellere başlangıç gübresi olarak amonyum sülfat (%21 N) formunda 5 kg N da⁻¹ uygulanmıştır. Fosfor, mono kalsiyum fosfat (MCP) gübresi halinde verilmiş olup, fosfor dozu uygulamaları deneme konularını oluşturacak şekilde ekim sırasında parsellere elle serpilmiş ve karıştırılmıştır. Araştırma süresince bitkiler damla sulama sistemi ile sulanmıştır ve sulama bitkilerin ihtiyaçlarına göre 7-10 gün aralıklarla gerçekleştirilmiştir. Yabancı otlar sıra araları çapalanarak, sıra üzerleri ise elle yolunarak yok edilmiştir. Hastalık ve zararlı kontrolleri düzenli olarak yapılmış, herhangi bir hastalık ya da zararlı yoğunluğu gözlemlenmediği için kimyasal mücadele yöntemleri uygulanmamıştır.

İncelenen Özellikler

Hasatlar, her iki yılda soya bitkisinin generatif gelişme dönemi olan R6 döneminde, 17 Eylül 2021 ve 15 Eylül 2022 tarihlerinde gerçekleştirilmiştir. Hasat sonrası verim ve kalite analizlerinde kullanılacak bitki materyali, kenar etkisini önlemek amacıyla parsellerin sadece orta iki sırasının biçilmesiyle elde edilmiştir. Araştırmada bitki boyu, kuru ot verimi, HP, HK, NDF, ADF ve ADL oranları incelenmiştir. Bitki boyu, hasat

döneminde her parselden rastgele seçilen beş bitkide toprak yüzeyi ile bitkinin en üst noktası arasındaki mesafenin ölçülmesiyle belirlenmiş ve santimetre (cm) olarak ifade edilmiştir. Kuru ot veriminin belirlenmesi amacıyla hasat edilen bitki örnekleri 65 °C sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutulmuş, ardından elde edilen kuru madde miktarları dekara çevrilerek kuru ot verimi (kg da⁻¹) hesaplanmıştır. Kalite analizleri için kurutulan örnekler öğütülmüş ve laboratuvar analizlerine tabi tutulmuştur. HP oranı, Kjeldahl yöntemi ile belirlenen toplam azot miktarının 6.25 katsayısı ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır (AOAC, 2005). HK oranı ise örneklerin 550 °C sıcaklıkta kül fırınında yakılmasıyla belirlenmiştir (AOAC, 2005). NDF, ADF ve ADL analizleri Van Soest ve ark., (1991) tarafından geliştirilen analiz yöntemine göre gerçekleştirilmiş ve sonuçlar kuru madde üzerinden yüzde (%) olarak ifade edilmiştir.

İstatistiksel Analiz

Araştırmadan elde edilen veriler bölünmüş parseller deneme desenine uygun olarak varyans analizine tabi tutulmuştur. Analizde yıl, çeşit ve fosfor dozu faktörleri ile bunların etkileşimleri değerlendirilmiştir. Ortalamalar arasındaki farklılıkların belirlenmesinde AÖF (Asgari Önemli Fark) çoklu karşılaştırma testi kullanılmış ve önem düzeyi %5 olarak kabul edilmiştir (Steel ve Torrie, 1980).

Bulgular ve Tartışma

Bitki Boyu

Denemenin ilk yılında çeşit ve fosfor dozlarının bitki boyu üzerindeki etkileri önemli bulunmuştur ($P < 0.001$ ve 0.0112). En yüksek bitki boyu Yeşilsoy çeşidinde (124.994 cm) ve 15 kg da⁻¹ gübre uygulamasında (120.263 cm) belirlenmiştir. Çeşit $\times$ gübre dozu etkileşimi ise önemsiz çıkmıştır ($P: 0.2987$). 2022 yılında çeşit, fosfor dozu ve çeşit $\times$ fosfor dozu etkileşimi önemli olmuş ($P < 0.0001$, 0.0001 ve 0.0074) ve en yüksek değer 138.750 cm ile Yeşilsoy çeşidinde 15 kg da⁻¹ uygulamasından elde edilmiştir. İki yıllık ortalamalara göre Yeşilsoy (125.791 cm), Yemsoy çeşidinden (106.944 cm) daha yüksek boylanırken, gübre dozları arasında en yüksek ortalama bitki boyu 123.944 cm ile 15 kg da⁻¹ uygulamasında belirlenmiştir. İki yıllık ortalamalarda çeşit ($P < 0.0001$) ve gübre dozu ($P: 0.0006$) etkileri önemli bunların etkileşimleri ise önemsiz bulunmuştur ($P: 0.0829$; Çizelge 2).

Çizelge 2. Farklı fosfor dozları uygulanan Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin bitki boyları (cm)

Table 2. Plant heights of Yemsoy and Yeşilsoy forage soybean cultivars under different phosphorus application rates (cm)

Çeşit	Gübre Dozu (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	5	10	15	
2021 yılı					
Yemsoy	94.525	99.125	101.625	102.925	99.550 B
Yeşilsoy	118.175	119.700	124.500	137.600	124.994 A
Ortalama	106.35 B	109.413 B	113.063 AB	120.263 A	112.272 B
Önemlilik(P)	P _{çeşit} :<0.0001 P _{fosfor dozu} : 0.0112 P _{C*FD} :0.2987				
2022 yılı					
Yemsoy	112.350 e	113.350 e	115.150 de	116.500 cde	114.338 B
Yeşilsoy	120.850 bcd	121.600 bc	125.150 b	138.750 a	126.588 A
Ortalama	116.600 B	117.475 B	120.150 B	127.625 A	120.463 A
Önemlilik(P)	P _{çeşit} :<0.0001 P _{fosfor dozu} : 0.0001 P _{C*FD} :0.0074*				
İki yıllık Ortalama (2021-2022)					
Yemsoy	103.438	106.238	108.388	109.713	106.944 B
Yeşilsoy	119.513	120.650	124.825	138.175	125.791 A
Ortalama	111.475 B	113.444 B	116.606 B	123.944 A	
Önemlilik(P)	P _{çeşit} :<0,0001 P _{fosfor dozu} : 0.0006 P _{C*FD} :0.0829				

Aynı satır veya sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır.

Bitki boyu hem çeşit hem de fosfor dozundan önemli düzeyde etkilenmiştir. Yeşilsoy çeşidinin Yemsoy çeşidine göre daha yüksek bitki boyu oluşturmada, çeşitlerin genetik özelliklerinin ve büyüme karakterlerinin vejetatif gelişim üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Nitekim yemlik soya çeşitlerinde bitki boyunun genotipe bağlı olarak önemli farklılıklar gösterebildiği ve bu özelliğin toplam biyokütle üretimi ile yakından ilişkili olduğu bildirilmiştir (Devine ve Hatley, 1998; Açıkgöz ve ark., 2007). Bu araştırmada Yeşilsoy

çeşidinin her iki yılda da daha çok boylanması, çeşidin bölge koşullarına daha iyi uyum sağladığını ve daha güçlü bir vejetatif gelişim sergilediğini göstermektedir. Artan fosfor dozları ile bitki boyu düzenli olarak artmıştır. Bu etki, fosforun bitki gelişimindeki temel işlevleri ile açıklanabilir. Zira fosfor; enerji transferi, kök gelişimi, hücre bölünmesi ve fotosentez süreçlerinde görev alan temel makro besin elementlerinden biridir (Grant ve ark., 2001; Marschner, 2012). Özellikle 15 kg da⁻¹ P₂O₅ uygulamasında elde edilen en yüksek bitki boyu, fosforun vejetatif büyümeyi teşvik ettiğini göstermektedir. Benzer şekilde Fageria ve ark. (2011), fosfor uygulamalarının baklagil bitkilerinde kök gelişimini ve bitki büyümesini artırarak daha yüksek biyokütle oluşumuna katkı sağladığını bildirmiştir. Araştırmada ikinci yılda daha yüksek bitki boyu değerlerinin elde edilmesi, çevresel koşulların bitki gelişimi üzerindeki etkisini ortaya koymaktadır. Sıcaklık, yağış miktarı ve yetiştirme dönemi boyunca oluşan iklim farklılıkları bitki boyunu doğrudan etkileyebilmektedir (Rotundo ve Westgate, 2009). Nitekim yıllar arasında gözlenen farklılıklar, çevresel faktörlerin genotip ve gübreleme uygulamalarıyla birlikte bitki gelişimini şekillendirdiğini göstermektedir. Elde edilen bulgular, yemlik soyada bitki boyunun genotip ve fosfor beslenmesine bağlı olarak değişebildiğini ortaya koymuştur.

Kuru Ot Verimi

Kuru ot verimi bakımından 2021 yılında çeşit ve gübre dozu etkileri önemli (P:0.0046 ve 0.0406), bunların etkileşimleri ise önemsiz bulunmuştur. En yüksek kuru ot verimi Yeşilsoy çeşidinde (789.86 kg da⁻¹) elde edilirken, gübre dozları arasında 10 ve 15 kg da⁻¹ fosfor uygulamaları en yüksek verim grubunda yer almıştır. 2022 yılında ise çeşit, gübre dozu ve bunların etkileşimleri istatistiksel olarak önemsiz bulunmuş, ancak sayısal olarak en yüksek kuru ot verimi 1049.843 kg da⁻¹ ile 15 kg da⁻¹ gübre uygulamasından elde edilmiştir. İki yıllık ortalamalarda çeşit, fosfor dozu ve çeşit × fosfor dozu interaksyonu bakımından önemli farklılık belirlenmemiştir. Bununla birlikte en yüksek kuru ot verimi 916.766 kg da⁻¹ ile yine 15 kg da⁻¹ fosfor uygulamasında elde edilmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Farklı fosfor dozları uygulanan Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin kuru ot verimleri (kg da⁻¹)

Table 3. Dry forage yields of Yemsoy and Yeşilsoy forage soybean cultivars under different phosphorus application rates (kg da⁻¹)

Çeşit	Gübre Dozu (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	5	10	15	
2021 yılı					
Yemsoy	655.449	692.653	734.403	735.726	704.558 B
Yeşilsoy	699.171	808.418	820.208	831.647	789.861 A
Ortalama	677.310 B	750.535 AB	777.305 A	783.687 A	747.209 B
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.0046 P _{fosfor dozu} : 0.0406 P _{C*FD} : 0.8111				
2022 yılı					
Yemsoy	923.668	989.893	1033.545	1056.558	1000.917
Yeşilsoy	977.649	986.047	1009.239	1043.132	1004.017
Ortalama	950.658	987.970	1021.394	1049.843	1002.467 A
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.9489 P _{fosfor dozu} : 0.5069 P _{C*FD} : 0.9390				
İki yıllık Ortalama (2021-2022)					
Yemsoy	789.558	841.273	883.976	896.142	852.737
Yeşilsoy	838.410	897.233	914.723	937.390	896.938
Ortalama	813.984	869.253	899.350	916.766	
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.9489 P _{fosfor dozu} : 0.3660 P _{C*FD} : 0.9973				

Aynı satır veya sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P≤0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır.

Yeşilsoy çeşidi Yemsoy'a göre daha yüksek kuru ot üretmiştir. İlk yıl ortaya çıkan bu verim farkı, çeşitlerin üretim potansiyellerinin farklı olduğunu göstermektedir. Yemlik soya çeşitlerinde kuru madde veriminin genotipe bağlı olarak önemli düzeyde değişebildiği ve bu farklılıkların büyüme karakterleri ile ilişkili olduğu bilinmektedir (Devine ve Hatley, 1998; Moncada ve Sheaffer, 2010). Bu çalışmada Yeşilsoy çeşidinin özellikle yüksek fosfor dozlarında daha yüksek kuru ot verimi oluşturması, çeşidin vejetatif büyüme kapasitesinin daha yüksek olduğunu ve gübreye karşı daha iyi tepki verdiğini ortaya koymaktadır. Kuru ot veriminde fosfor uygulamalarına bağlı olarak gözlenen artışlar, fosforun bitki büyümesi ve biyokütle oluşumu üzerindeki olumlu etkileri ile açıklanabilir. Fosfor kök gelişimi, enerji metabolizması ve fotosentetik aktivite

üzerinde önemli rol oynayarak bitki gelişimini desteklemektedir (Grant ve ark., 2001; Marschner, 2012). Yine baklagillerin kök organik asit salgıları ile topraktan fosforu daha kolay alıp metabolizma faaliyetlerinde kullanabilmeleri de fosfor gübrelemesine verdikleri olumlu tepkiyi ifade etmektedir (Chen ve ark., 2023). Araştırmada özellikle 10 ve 15 kg da⁻¹ P₂O₅ uygulamalarında elde edilen yüksek kuru ot verimleri, soyanın fosfora karşı yüksek yanıt verdiğini göstermektedir. Araştırmada ikinci yılda tüm uygulamalarda daha yüksek kuru ot verimlerinin elde edilmesi, yıllar arasındaki iklim farklılıklarının verim oluşumundaki önemini ortaya koymaktadır. Özellikle sıcaklık ve yağış rejimindeki farklılıklar fotosentetik aktiviteyi ve kuru madde birikimini etkileyebilmektedir (Rotundo ve Westgate, 2009). Yıllar arasındaki verim farkının önemliliği iklim faktörlerinin fosfor uygulamalarının etkinliği üzerinde belirleyici olabileceğini göstermektedir. Araştırmanın yürütüldüğü yıllarda yetiştirme dönemi boyunca gerçekleşen toplam yağış miktarları birbirine yakın iken, yağışların aylara dağılımı ise önemli farklılık göstermiştir. İlk yılda yağışlar Mayıs, Haziran ve Ekim aylarında gerçekleşirken, ikinci yılda ise Temmuz (44.8 mm) ve Ağustos (111.6 mm) aylarında kaydedilmiştir. Bu yağış dönemleri soyanın vejetatif büyüme, çiçeklenme ve kuru madde birikiminin yoğun olarak gerçekleştiği evrelere denk gelmektedir. Bu sebeple 2022 yılının yaz aylarında görülen yağışların biyokütle üretimini desteklediği düşünülmektedir. Ayrıca, ikinci yılda nispeten ortalama sıcaklık değerlerinin daha düşük olması (16.2 °C) sıcaklığa bağlı stres koşullarını azaltarak bitki gelişimi için daha elverişli bir ortam oluşturduğu düşünülmektedir. Elde edilen sonuçlar, yemlik soyada verim oluşumu toplam yağış miktarına değil, yağışın yetiştirme dönemi içerisindeki dağılımından ve sıcaklık koşullarından da etkilendiğini ortaya koymaktadır.

Ham Protein Oranı

Soya otunun HP oranları hem yıllar içerisinde hem de iki yıllık ortalamada çeşit ve fosfor dozu ile bunların etkileşiminde istatistik açıdan önemli değişim göstermemiştir. İlk yılda ham protein oranları %9.670-10.690, ikinci yılda ise %10.748-11.378 arasında değişmiştir. İki yıllık ortalamada Yeşilsoy çeşidi (%10.872) Yemsoy çeşidinden (%10.433) sayısal olarak biraz daha yüksek ham protein içeriğine sahip olmuştur (Çizelge 4).

Çizelge 4. Farklı fosfor dozları uygulanan Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin ham protein oranı (%)

Table 4. Crude protein contents of Yemsoy and Yeşilsoy forage soybean cultivars under different phosphorus application rates (%)

Çeşit	Gübre Dozu (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	5	10	15	
2021 yılı					
Yemsoy	10.038	9.670	9.970	9.968	9.912
Yeşilsoy	10.149	10.687	10.690	10.624	10.538
Ortalama	10.094	10.178	10.330	10.296	10.225
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.4831 P _{fosfor dozu} : 0.9975 P _{C*FD} : 0.9872				
2022 yılı					
Yemsoy	10.913	10.748	11.378	10.780	10.955
Yeşilsoy	11.199	11.171	11.318	11.138	11.207
Ortalama	11.056	10.959	11.348	10.959	11.081
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.8116 P _{fosfor dozu} : 0.9909 P _{C*FD} : 0.9985				
İki yıllık Ortalama (2021-2022)					
Yemsoy	10.476	10.209	10.674	10.374	10.433
Yeşilsoy	10.674	10.929	11.004	10.881	10.872
Ortalama	10.575	10.569	10.839	10.628	
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.5141 P _{f_{osfor dozu}} : 0.9909 P _{C*FD} : 0.9935				

Aynı satır veya sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P≤0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır.

Araştırmada ham protein oranı bakımından çeşit ve fosfor dozları arasında önemli bir farkın çıkmaması, çeşitlerin fosfor miktarına bağlı kalmaksızın yeterli azot bağladıkları ve topraktan yeterince azot aldıklarını göstermektedir. Zira, soya ihtiyaç duyduğu azotun yaklaşık %50-60'ını simbiyotik yolla sağlar ve bu bitkinin yüksek protein içeriği ile diğer birçok yem bitkisinden ayrılmasını sağlar (Salvagiotti ve ark., 2008). Protein içeriğinin büyük ölçüde genotip, çevre koşulları ve hasat zamanı tarafından kontrol edildiği, gübre uygulamalarının ise çoğu zaman sınırlı etki gösterdiği bildirilmektedir (Rotundo ve Westgate, 2009; Bellaloui ve ark., 2015). Araştırmada fosfor dozlarının ham protein oranını etkilememesi, uygulanan fosfor seviyelerinin

bitki bünyesindeki azot metabolizmasını değiştirecek düzeyde farklılık oluşturmadığını düşündürmektedir. Baklagillerde protein sentezi önemli ölçüde biyolojik azot fiksasyonuna bağlıdır ve fosfor uygulamalarının protein içeriği üzerindeki etkisi verim özelliklerine göre daha sınırlı kalmaktadır (Grant ve ark., 2001; Salvagiotti ve ark., 2008). Yeşilsoy çeşidinin sayısal olarak daha yüksek HP değerleri göstermesi, genotipler arasında protein birikimi bakımından belirli farklılıklar bulunabileceğini düşündürmektedir. Ancak, bu farklılıkların istatistiksel olarak desteklenmemesi, her iki çeşidin de yem kalitesi bakımından benzer performans sergilediğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, yemlik soya üzerine yapılan çalışmalarda protein içeriğinin çoğunlukla çevre ve genetik yapı tarafından şekillendirildiğini bildiren araştırmalarla uyumludur (Moncada ve Sheaffer, 2010; Bellaloui ve ark., 2015). Araştırma sonuçları, yemlik soyada verim ve kalite özelliklerinin farklı mekanizmalar tarafından kontrol edildiğini ve yüksek biyokütle üretiminin yüksek HP oranı ile birlikte ortaya çıkmadığını göstermiştir.

Ham Kül Oranı

Ham kül oranı bakımından iki yıl ve ortalamasında çeşit, gübre dozu ve çeşit × gübre dozu etkisi istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. İlk yıl HK oranları %5.81-6.57 ikinci yılda ise %6.06–6.69 arasında ve iki yıllık ortalama %6.08-6.62 arasında değişmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Farklı fosfor dozları uygulanan Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin ham kül oranı (%)

Table 5. Crude ash contents of Yemsoy and Yeşilsoy forage soybean cultivars under different phosphorus application rates (%)

Çeşit	Gübre Dozu (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	5	10	15	
2021 yılı					
Yemsoy	6.265	5.805	6.143	6.156	6.093
Yeşilsoy	6.369	6.434	6.555	6.572	6.483
Ortalama	6.317	6.120	6.349	6.365	6.288
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.1385 P _{fosfor dozu} : 0.9026 P _{C*FD} : 0.9152				
2022 yılı					
Yemsoy	6.257	6.355	6.476	6.063	6.288
Yeşilsoy	6.603	6.645	6.688	6.411	6.587
Ortalama	6.430	6.500	6.582	6.237	6.437
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.2729 P _{fosfor dozu} : 0.8283 P _{C*FD} : 0.9978				
İki yıllık Ortalama (2021-2022)					
Yemsoy	6.261	6.080	6.310	6.110	6.190
Yeşilsoy	6.486	6.540	6.622	6.491	6.535
Ortalama	6.373	6.310	6.466	6.301	
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.0623 P _{fosfor dozu} : 0.9155 P _{C*FD} : 0.9739				

Aynı satır veya sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P≤0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır.

Bitki bünyesindeki toplam mineral element miktarını gösteren HK oranı, yem kalitesinin değerlendirilmesinde önemli parametrelerden biridir (Van Soest, 1994). Ham kül içeriği, genetik yapı, toprak özellikleri, çevre koşulları ve bitkinin gelişme dönemi gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir (Wilson, 2004). Bitkiler ihtiyaç duydukları mineralleri topraktan alırlar ve araştırmada fosfor uygulamalarına bağlı olarak otun HK oranlarının önemli değişiklik göstermemesi, tüm fosfor seviyelerinde bitkilerin topraktan benzer şekilde mineral alabildiklerinden ileri gelebilir. Bununla birlikte, çeşitler arasında istatistiksel farklılık oluşmaması da her iki çeşidin mineral element alımı bakımından benzer performans gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Hücre Çeperi Bileşenleri (NDF, ADF ve ADL)

Araştırmada hücre çeperi bileşenleri olan NDF, ADF ve ADL oranları bakımından çeşit, fosfor dozu ve çeşit × gübre dozu etkisi istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir (Çizelge 6, 7, 8). İki yıllık ortalama NDF değerleri %47.39–48.90, ADF değerleri %24.82–26.05 ve ADL değerleri %3.06–3.34 arasında değişmiştir. Bu sonuçlar, fosfor uygulamalarının yemlik soya çeşitlerinin hücre çeperi bileşenleri üzerinde değişikliğe sebep olmadığı göstermektedir.

Çizelge 6. Farklı fosfor dozları uygulanan Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin NDF oranı (%)

Table 6. Neutral detergent fiber (NDF) contents of Yemsoy and Yeşilsoy forage soybean cultivars under different phosphorus application rates (%)

Çeşit	Gübre Dozu (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	5	10	15	
2021 yılı					
Yemsoy	49.945	50.058	50.244	51.618	50.466
Yeşilsoy	49.387	48.504	49.953	48.995	49.209
Ortalama	49.666	49.281	50.099	50.305	49.838
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.6009 P _{fosfor dozu} : 0.9906 P _{C*FD} : 0.9855				
2022 yılı					
Yemsoy	47.849	46.258	47.012	45.477	46.649
Yeşilsoy	47.320	47.205	45.588	45.791	46.476
Ortalama	47.585	46.731	46.300	45.634	46.562
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.9529 P _{fosfor dozu} : 0.9716 P _{C*FD} : 0.9926				
İki yıllık Ortalama (2021-2022)					
Yemsoy	48.897	48.158	48.628	48.548	48.558
Yeşilsoy	48.353	47.855	47.770	47.391	47.842
Ortalama	48.625	48.006	48.199	47.970	
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.6995 P _{fosfor dozu} : 0.9942 P _{C*FD} : 0.9986				

Aynı satır veya sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P≤0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 7. Farklı fosfor dozları uygulanan Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin ADF oranı (%)

Table 7. Acid detergent fiber (ADF) contents of Yemsoy and Yeşilsoy forage soybean cultivars under different phosphorus application rates (%)

Çeşit	Gübre Dozu (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	5	10	15	
2021 yılı					
Yemsoy	27.118	27.018	27.230	27.624	27.247
Yeşilsoy	24.476	25.433	26.240	26.096	26.161
Ortalama	26.797	26.225	26.935	26.860	26.704
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.6444 P _{fosfor dozu} : 0.9964 P _{C*FD} : 0.9979				
2022 yılı					
Yemsoy	24.989	24.521	24.085	23.555	24.286
Yeşilsoy	24.940	24.562	24.303	23.536	24.335
Ortalama	24.965	24.541	24.194	23.545	24.311
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.9855 P _{fosfor dozu} : 0.9841 P _{C*FD} : 1.0000				
İki yıllık Ortalama (2021-2022)					
Yemsoy	26.053	25.769	25.658	25.590	25.767
Yeşilsoy	25.708	24.997	25.472	24.816	25.245
Ortalama	25.881	25.383	25.565	25.203	
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.7624 P _{fosfor dozu} : 0.9935 P _{C*FD} : 0.9991				

Aynı satır veya sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında P≤0.05 düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır.

Çizelge 8. Farklı fosfor dozları uygulanan Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin ADL oranı (%)

Table 8. Acid detergent lignin (ADL) contents of Yemsoy and Yeşilsoy forage soybean cultivars under different phosphorus application rates (%)

Çeşit	Gübre Dozu (kg da ⁻¹)				Ortalama
	0	5	10	15	
2021 yılı					
Yemsoy	3.338	3.077	3.237	3.318	3.242
Yeşilsoy	3.277	3.233	3.499	3.353	3.340
Ortalama	3.307	3.155	3.368	3.335	3.291
Önemlilik(P)	P _{çeşit} : 0.7947 P _{fosfor dozu} : 0.9792 P _{C*FD} : 0.9911				
2022 yılı					
Yemsoy	3.092	3.043	3.047	2.795	2.994
Yeşilsoy	3.237	3.276	3.172	2.936	3.155
Ortalama	3.164	3.160	3.109	2.865	3.075

Önemlilik(P)	P _{çesit} : 0.6942	P _{fosfor dozu} : 0.9477	P _{C*FD} : 0.9997	
İki yıllık Ortalama (2021-2022)				
Yemsoy	3.215	3.060	3.142	3.056
Yeşilsoy	3.257	3.254	3.335	3.144
Ortalama	3.236	3.157	3.238	3.100
Önemlilik(P)	P _{çesit} : 0.6316	P _{fosfor dozu} : 0.9800	P _{C*FD} : 0.9961	

Aynı satır veya sütunda farklı harflerle gösterilen ortalamalar arasında $P \leq 0.05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmaktadır.

Nötral deterjan lif (NDF), hemiselüloz, selüloz ve lignin içeren hücre duvarı bileşenleri toplamını ifade ederken; Asit deterjan lif (ADF), selüloz ve lignin fraksiyonlarını kapsayan ve yemlerin sindirilebilirliği ile yakından ilişkili önemli bir kalite parametresidir. Asit deterjan lignin (ADL) ise hücre duvarının en karmaşık bileşenlerinden biri olan lignin miktarını ifade etmekte olup, yemlerin sindirilebilirliğini sınırlandıran temel faktörlerden biridir. Bu nedenle NDF, ADF ve ADL değerleri, kaba yemlerin tüketilebilirlik ve besleme değerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan önemli kalite kriterleri arasında yer almaktadır (Van Soest, 1994). Bu nedenle NDF, ADF ve ADL oranlarının düşük olması genellikle daha yüksek yem kalitesine işaret etmektedir (Buxton ve Redfearn, 1997).

Bu araştırmada elde edilen ortalama NDF (%48.20), ADF (%25.51) ve ADL (%3.18) değerleri, yemlik soya otunun sindirilebilirlik ve tüketilebilirlik bakımından iyi kalite özelliklerine sahip olduğunu göstermektedir. Özellikle ADF ve ADL değerlerinin düşük düzeylerde bulunması, hücre duvarında lignin birikiminin sınırlı olduğunu ve bu nedenle otun daha kolay sindirilebildiğini göstermektedir. Fosfor uygulamalarıyla verimde artış sağlanmasına rağmen hücre çeperi bileşenlerinde herhangi bir artış meydana gelmemesi, elde edilen verim artışlarının yem kalitesinde bir gerilemeye yol açmadığını ortaya koymaktadır. Yemlik soya üzerine yapılan çalışmalarda hücre çeperi bileşenlerinin oranının çoğunlukla genotip, gelişme dönemi ve çevresel koşullardan etkilendiği, gübre uygulamalarının ise çoğu zaman önemli farklılık oluşturmadığı bildirilmektedir (Hintz ve Albrecht, 1991; Moncada ve Sheaffer, 2010). Sonuç olarak, fosfor uygulamaları yemlik soya çeşitlerinde ot verimini artırırken hücre çeperi bileşenlerini olumsuz yönde etkilememiş, dolayısıyla verim artışı ile yem kalitesi arasında ters orantılı bir ilişki gözlenmemiştir.

Sonuç

Yemlik soya önemli bir yazlık yem bitkisidir. Bu nedenle bu araştırmada Yemsoy ve Yeşilsoy yemlik soya çeşitlerinin ot verimi ve kalitesi incelenmiştir. Ayrıca, bu çeşitlerin fosforla gübrelemeye verdikleri tepkiler de araştırılmıştır. Yeşilsoy diğer çeşitten daha çok boylanmış ve daha fazla kütle üretmiştir. Uygulanan fosfor miktarındaki artışa bağlı olarak da bitki boyu ve verimi düzenli olarak artmıştır. Buna karşın genellikle çeşitlerin ve fosforla gübrelemenin ot kalitesine etkileri önemsiz olmuştur. Tüm faktör ve yılların ortalaması olarak otun HP, HK, NDF, ADF ve ADL oranları sırasıyla %10.65, 6.36, 48.20, 25.51 ve 3.18 olarak belirlenmiştir. Bu değerler soya otunun yüksek besleme değerine sahip olduğunu göstergeleridir.

Sonuç olarak, Çanakkale ve benzeri ekolojilerde yazlık baklagil yem bitkileri yetiştiriciliğinde Yeşilsoy soya çeşidinin tercih edilmesi ve topraktaki fosforun durumuna göre dekara 15 kg P_2O_5 atılması uygun olacaktır.

Ek Bilgiler ve Beyanlar

Teşekkür: Bu çalışma. Ece COŞKUN'un "Farklı Fosfor Dozları Uygulanan Yemlik Soya Çeşitlerinin Ot Verimleri ve Kalitelerinin Geleneksel ve Hiperspektral Ölçümlerle Karşılaştırılması" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

Araştırmacıların Katkı Oranı: Yazarlar makaleye eşit oranda katkı sağlamış olduklarını beyan eder.

Çıkar Çatışması Beyanı: Makale yazarları aralarında herhangi bir çıkar çatışması olmadığını beyan ederler.

Kaynakça

- Açıkgöz, E. (2001). *Yem Bitkileri*. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı. Yayın No: 182. Bursa.
- Açıkgöz, E., Sincik, M., Wietgreffe, G., Surmen, M., Cecen, S., Yavuz, T., Erdurmus, C., & Goksoy, A.T. (2007). Dry matter accumulation and forage quality characteristics of different soybean genotypes. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 193: 53–59.
- AOAC. (2005). *Official methods of analysis*. (18th Edition). Association of Official Analytical Chemists. Arlington. VA. USA.
- Bellaloui, N., Bruns, H.A., Abbas, H.K., Mengistu, A., Fisher, D.K., & Reddy, K.N. (2015). Agricultural practices altered seed protein, oil, fatty acids, sugars and minerals in soybean. *American Journal of Plant Sciences*, 6: 113–127.
- Buxton, D.R., & Redfearn, D.D. (1997). Plant limitations to fiber digestion and utilization. *Journal of Nutrition*, 127: 814S–818S.
- Chen, M., Xin, L., Jiang, L., Dong, R., Siddique, K.H.M., & He, J. (2023). Legume crops use a phosphorus-mobilising strategy to adapt to low plant-available phosphorus in acidic soil in southwest China. *Plant, Soil and Environment*, 69(10), 471–479.
- Devine, T.E., & Hatley, E.O. (1998). Registration of ‘Donegal’ forage soybean. *Crop Science* 38: 1719.
- Fageria, N.K., Moreira, A., & Coelho, A.M. (2011). Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. *Journal of Plant Nutrition*, 34: 361–370.
- Framec, J., Charlton, J.F.L., & Laidlaw, A.S., (1998). Temperate Forage Legumes. CAB International. Wallingford. UK.
- Grant, C.A., Flaten, D.N., Tomasiewicz, D.J., & Sheppard, S.C. (2001). The importance of early season phosphorus nutrition. *Canadian Journal of Plant Science*, 81: 211–224.
- Hanoğlu Oral, H., & Gökkuş, A. (2021). Evaluation of total roughage production and its sufficiency for livestock in Turkey. *J. the Institute of Science and Technology*, 11(3), 2423–2433.
- Hintz, R.W., & Albrecht, K.A. (1991). Prediction of alfalfa chemical composition from maturity and plant morphology. *Crop Science*, 31: 1561–1565.
- Ma, S., Zhang, Y., Li, Z., Guo, M., Liu, B., Wang, Z., Cui, Y., Wang, C., Li, D., & Shi, Y. (2024). Roughage quality determines the production performance of post-weaned Hu sheep via altering ruminal fermentation, morphology, microbiota, and the global methylome landscape of the rumen wall. *Frontiers in microbiomes*, 2, 1272625, doi: 10.3389/frmbi.2023.1272625
- Marschner, P. (2012). *Marschner’s mineral nutrition of higher plants*. 3rd Edition. Academic Press. London.
- Moncada, K.M., & Sheaffer, C.C. (2010). Forage soybean yield and quality responses to harvest timing and row spacing. *Agronomy Journal*, 102: 821–826.
- Rotundo, J.L., & Westgate, M.E. (2009). Meta-analysis of environmental effects on soybean seed composition. *Field Crops Research*, 110: 147–156.
- Salvagiotti, F., Cassman, K.G., Specht, J.E., Walters, D.T., Weiss, A., & Dobermann, A. (2008). Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybean. *Field Crops Research*, 108: 1–13.
- Sheaffer, C.C., & Moncada, K.M. (2012). *Introduction to agronomy: Food, crops and environment*. Delmar Cengage Learning. New York.
- Soya, H., Avcıoğlu, R., & Geren, H. (2004). *Yembitkileri* (İkinci Baskı). Hasad Yayıncılık Ltd. Şti. İstanbul, 223s.
- Steel, R.G.D., & Torrie, J.H. (1980). *Principles and procedures of statistics: A Biometrical approach*. 2nd Edition. McGraw-Hill. New York.
- TTSM. (2008). Milli Çeşit Listesi. Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü. Ankara.
- Van Soest, P.J. (1994). *Nutritional ecology of the ruminant*. 2nd Edition. Cornell University Press. Ithaca. NY.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., & Lewis, B.A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74: 3583–3597.
- Vance, C.P., Uhde-Stone, C., & Allan, D.L. (2003). Phosphorus acquisition and use: critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, 157: 423–447.
- Wilson, R. F. (2004). Seed composition. In H. R. Boerma & J. E. Specht (Eds.), *Soybeans: Improvement, production, and uses* (3rd ed., pp. 621–677). American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America.