

BÖLÜM 11

Mardin İli Ova Koşularında Yetiştirilen Tıbbi Adaçayı (*Salvia officinalis* L.) ' nda Farklı Azot Dozları ve Hasat Dönemlerinin Verime Etkileri

Mehmet Necat İZGİ

Mardin Artuklu Üniversitesi, Kızıltepe Meslek Yüksekokulu, Mardin-
Türkiye

orcid.org/0000-0003-1657-1169 - necatizgi@hotmail.com

Özet:

Ticari değeri yüksek bir bitki türü olan, ayrıca ilaç ve mutfakta kullanımı olan tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinde Mardin İli ova şartlarında azot dozu ve hasat dönemleri uygulamalarının bitkisel verime etkisi araştırılmıştır. Yapılan araştırma sonucu en yüksek taze herba verimi 10 kg da⁻¹ azot dozunda (652,1 kg da⁻¹) ve bitkinin çiçeklenme sonrası döneminde (623,3 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Drog herba verimleri en yüksek 120 kg da⁻¹ azot dozunda (174,8 kg da⁻¹) ve çiçeklenme sonrası döneminde (172,9 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Drog yaprak verimi en yüksek 12 kg da⁻¹ azot dozunda (131,3 kg da⁻¹) ve çiçeklenme sonrası döneminde (126,1 kg da⁻¹) alınmıştır. Elde edilen değerler göz önünde bulundurularak tıbbi adaçayının bölge üreticileri açısından ümitvar bir ürün olduğu söylenebilir.

Giriş

Adaçayı (*Salvia officinalis* L.), Lamiaceae familyasının, Nepetoideae alt familyasına ait ve Doğu Akdeniz bölgesinde en önemli tıbbi otokton türlerden birinin temsilcisidir. *Salvia* cinsinde dünya çapında dağılmış yaklaşık 1000 takson bulunmaktadır (Walker and Sytsma, 2007). Ticari olarak en önemli türler *S. officinalis* L., *S. pomifera* L., *S. fruticosa* Mill., (syn. *S. triloba* L.), *S. lavandulaefolia* Vahl ve *S. sclarea* L.'dir (Kintzios, 2000; Tutin, 1972). Tıbbi adaçayı, tedavi edici özellikleri ve besinsel özelliği nedeniyle değerlidir. Potansiyel ekonomik değeri ve sağlık yararları nedeniyle ekimi gün geçtikçe hız kazanmaktadır. Tıbbi adaçayı çeşitli tedavi edici özellikleri ve mutfak kullanımlarıyla tanınan çok yıllık bir bitkidir. Tıbbi ve ekonomik değeri yüksek olan ve geleneksel kullanımda büyük değere sahip olan adaçayı (*Salvia* L.) birçok ülkede yaygın olarak kabul görmektedir (Altındal and Altındal, 2016; Govahi et al., 2015). Yüzyıllar öncesine dayanan zengin bir tarihe sahip olan adaçayı, dünya çapında çeşitli kültürlerde tıbbi yararları nedeniyle ilgi görmüştür. Bitki, sindirim sorunlarından bilişsel işlevlerin geliştirilmesine kadar çeşitli rahatsızlıkları hafifletme potansiyeli nedeniyle değer görmektedir (Laborda et al., 2013; Onder et al., 2022; Verma et al., 2015).

Adaçayı bilinen en eski şifalı bitkilerden biridir. Geleneksel tıpta diyabet, ateş, romatizma, terleme, ve cinsel bozukluklarla mücadelenin yanı sıra, sedef hastalığı ve egzama gibi cilt hastalıklarının tedavisi için de uzun süredir kullanılmaktadır (Karik et al., 2018). Tarımsal uygulamalar geliştikçe, adaçayı yetiştirme yöntemlerinin optimize edilmesi verimi, kaliteyi ve tıbbi etkiyi arttırmak için gerekli hale gelir. Azot hayati bir besin elementi olarak bitki büyümesi ve gelişimi için vazgeçilmezdir (Barker and Bryson, 2016). Adaçayı yetiştiriciliğini etkileyen önemli faktörler arasında azot gübrelemesi ve hasat zamanlaması bitki büyümesini, ikincil metabolit üretimini ve genel verimi belirlemede önemli rol oynar (Giannoulis et al., 2021; Said-Al Ahl et al., 2019). Ekonomik açıdan önemli adaçayı ve birçok tıbbi bitkinin bitkisel verim ve sentezlediği maddelerin değişimi, araştırmalara konu olmuş ve olmaya devam etmektedir (Kırcı et al., 1996; Maral et al., 2018).

Bitki büyümesi ve gelişimi için gerekli bir besin maddesi olan azot, fotosentez ve protein sentezi de dâhil olmak üzere çeşitli fizyolojik süreçlerde önemli bir rol oynar (Fageria et al., 2006). Bununla birlikte, kalite özelliklerinden ödün vermeden verim parametrelerini optimize

etmek için azotlu gübrelerin uygulanması dikkatli bir şekilde yönetilmelidir (He et al., 2013). Aşırı nitrojen, aşırı bitkisel büyümeye ve biyokütle birikimine yol açarken ve uçucu yağ içeriği gibi verim bileşenlerini olumsuz etkileyebilir (Rioba et al., 2015).

Hasat zamanının belirlenmesi bitkinin verim parametrelerini önemli ölçüde etkilemektedir. Hasattaki bitki gelişim aşaması, biyokütle verimi, uçucu yağ verimi ve besin içeriği dâhil olmak üzere verimle ilgili özellikleri etkileyebilir (Moghaddam et al., 2013). Uygun fenolojik aşamada yapılan hasat, besin kaybını ve bozulmayı en aza indirirken istenen bileşiklerin maksimum birikimini sağlar (Klein, 1987).

Azotlu gübreleme ve hasat zamanlamasının önemine rağmen, bunların tıbbi adaçayı verim parametreleri üzerindeki birleşik etkilerini araştıran kapsamlı çalışmalar sınırlıdır. Farklı nitrojen dozlarının ve hasat dönemlerinin verim değerlerini etkilemek için nasıl etkileşime girdiğini anlamak, yetiştirme uygulamalarını optimize etmek ve adaçayı üretiminin ekonomik uygulanabilirliğini arttırmak için çok önemlidir. Ayrıca tıbbi adaçayının Mardin İlinde yetiştiriciliği, bazı hobi amaçlı yetiştirilmesi dışında yapılmamaktadır.

Bu çalışma, 2019 yılında Mardin İli ova koşullarında kurulan uygulama alanında, tıbbi adaçayı bitkisi ile yürütülmüştür. Adaçayı bitkisinde, değişen azot dozları ve hasat dönemlerinin belirlenen verim parametreleri üzerine etkilerini değerlendirmeyi amaçlamıştır. Diğer bir ifadeyle bu faktörleri sistematik olarak inceleyerek, temel kalite özelliklerini korurken verim potansiyelini en üst düzeye çıkarmak için yetiştirme uygulamalarının bölgede optimizasyonuna ilişkin değerli bilgiler sağlanması hedeflenmiştir.

Materyal ve Metot

Deneme Alanı, İklim ve Toprak Şartları ve Genetik Materyal

Araştırma Mardin ilinin yarı kurak ikliminde 2019 yetiştirme sezonunda tek yıllık bir tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Deneme alanı 400 rakımda, koordinatları 37°7'31.87" enlem ve 40°58'1.74" boylamda, ova şartlarında yer almaktadır.

Mardin İli, kış yağışlarının yaz aylarına göre daha fazla olduğu bir iklime sahiptir ve ağustos ayı genellikle kurak geçmektedir. Yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçer. Tarla denemelerinin yapıldığı vejetasyon dönemi ve uzun yıllara ait iklim verilerine göre, yıl boyunca Mart, Nisan ve Mayıs aylarında sıcaklık ve yağışta artış olduğunu

görülmüştür (MMD, 2019). Çalışmada bölgede yüksek sıcaklıkların olduğu gün sayıları kaydedilmiştir. 2019 yılında aylık 40°C'yi aşan gün sayısı 6 (Mart), 22 (Nisan) ve 22 (Mayıs) olarak gerçekleşmiştir. Deneme alanından alınan toprak numuneleri MARTEST analiz laboratuvarlarında analiz edilmiştir. Toprak analizi sonuçları Tablo 1'de sunulmaktadır.

Adaçayı tohumları Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden temin edilmiştir. Tohumlar *S. officinalis* türünün 'Extracta' çeşidine aittir. 2018 yılı Şubat ayında fideliğe tohum ekimi yapılmış, fideler 10-20 cm yüksekliğe ulaştığında Nisan ayında deneme tarlasına şaşırtılmıştır. Denemeler esnasında bitkide herhangi bir hastalık veya zararlıya rastlanmamıştır. Hasatlar ikinci yılda (2019), çiçeklenme öncesi, çiçeklenme dönemi ve çiçeklenme sonrasında olmak üzere üç farklı vejetasyon döneminde yapılmıştır. Biçimler ortalama 8-10 cm yükseklikten yapılmıştır.

Tarla çalışmaları, Tesadüf Blokları Bölünmüş Parseller Deneme Desenine göre yapılmıştır. İstatistiksel hesaplamaları için JMP Pro11 modeli kullanılmıştır. Gruplandırma LSD'ye göre yapılmıştır.

Table 1. Deneme alanının toprak analiz değerleri

Soil depth	N (%)	P (kg ha ⁻¹)	K (mg kg ⁻¹)	Ca (mg kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Organic matter (%)	pH	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
0-60 cm	1.20	26.2	101.00	1202.8	64.02	11.202	1.07	8.02	39.1	27.1	32.2

Bulgular ve Tartışma

Çalışmada yeşil herba, drog herba ve drog yaprak değerleri göz önüne alınarak farklı azot dozlarının ve hasat dönemlerinin *Salvia officinalis* L. bitkilerinin agronomik verim değerleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Varyans analiz sonuçlarına göre farklı azot dozları ve farklı hasat dönemleri arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli ($P \leq 0.01$), diğer yandan azot dozu*hasat dönemi interaksyonu önemsiz bulunmuştur (Tablo 2).

Tablo 2: Tıbbi adaçayında farklı azot ve hasat tarihleri uygulamasının varyans analiz tablosu

Kaynak	SD	Taze herba	Drog herba	Drog yaprak
Ad	3	3495623**	257478**	191341**
Tk*Ad	6	8251541	596010	310411
Hd	2	818216**	296284**	69988**
Ad*Hd	6	95610,5 ^{öd}	5552,95 ^{öd}	17109,7 ^{öd}
Hata1	2	440886	31298,6	13388,6
Model	19	13101877	1186623	602238,2
Hata 2	16	333395	19373	34403,53
C. Total	35	13435272	1205996	636641,7
CV		2,36	2,13	3,85

SD: Serbestlik derecesi Ad: Azot dozu, Tk: tekerrür, Hd: Hasat dönemi

Taze Herba Verimi

Tablo 3: *Salvia officinalis* L.'de farklı azot ve farklı hasat dönemi uygulamaları sonucunda elde edilen taze herba verim değerleri.

Azot dozu (kg da ⁻¹)	Hasat dönemi			
	Ç.Ö.	Ç.D.	Ç.S.	Ortalama
0	559.7cd	595.9b	607.5b	587.7 c
4	553.2d	583.9bc	585.6b	574.1c
8	602.6b	640.4a	641.6a	628.2b
12	642.0a	655.7a	658.6a	652.1a
Ortalama	589.3b	618.9a	623.3a	
LSD (0.05)	Azot:68,05 Hasat: 58,93 AxH:117,86			

Ç.Ö.: çiçeklenme öncesi, Ç.E.: çiçeklenme dönemi, Ç.S.: çiçeklenme sonrası, AxH: Azot x Hasat

Tablo 3, adaçayının azot dozları ve hasat dönemlerinden etkilendiğini ve ayrıca istatistiksel olarak önemli değişikliklerin olduğu belirlenmiştir. En yüksek ortalama taze herba verimi, dönüme 12 kg azot uygulamasında (652,1 kg da⁻¹) görüldü. Artan nitrojen dozajlarında daha yüksek ortalama değerler olduğu gözlemlendi, bu uygulamanın da biyokütle birikimini arttırdığı söylenebilir. Katar ve arkadaşları bir çalışmada, taze herba verimini artırma yönünde yapılan azot gübrelemesi ve diğer bazı uygulamaların son derece önemli olduğunu vurgulamışlardır (Katar et al., 2022). *Satureja hortensis* ile yapılan bir denemede en yüksek azot dozunda (16 kg da⁻¹) en yüksek taze kütle verimi elde edilmiştir (Skubij

and Dzida, 2019). Bir çalışmada araştırmacılar sulama sıklığı ve azot dozlarına bağlı olarak adaçayında bitki boyunun önemli oranda ve olumlu olarak arttığını belirtmişlerdir (Sonmez and Bayram, 2017). Bitki boyunun artması direkt olarak taze herba verimine etki etmesi olarak değerlendirilebilir. Artan azot dozlarına paralel olarak taze herba veriminin artışının nedeni hücre bölünmesindeki artış ve hücre genişlemesinden kaynaklanabilmektedir (Bharadwaj, 1991). Ekolojiler arasında birtakım farklar olmakla birlikte, belli miktarlara kadar azot dozunun bitkide taze herba verimini artırdığı yapılan çalışmalar sonucuna göre açıkça görülmektedir.

Bitki büyüme evrelerine bağlı olarak çiçeklenme öncesinden çiçeklenme sonrasına kadar aşamalı bir artış sergilediği gözlemlenmiştir. En yüksek ortalama taze herba verimi, çiçeklenme sonrası dönemde (623,3 kg da⁻¹) görülmüştür. Gerek adaçayı gerekse farklı bitkiler üzerinde, önceki yapılan azot dozu ve hasat dönemi çalışmalarında bu faktörlerin bitkinin yeşil herba miktarına genel olarak olumlu etkide bulunduğu ifade edilmiştir (Gardner et al., 2009; İzgi et al., 2024; Rioba, 2015; Said-Al Ahl et al., 2019). Bitki boyunun artması sonucu yeşil herba biyokütlesinin de arttığı söylenebilir. Bitki özellikle vejetatif evrede, gerekli koşullar sağlandığı süre boyunca biyokütlesel olarak artmaya devam etmektedir. Doğal olarak sonraki yapılan hasat sonucu önceki tarihlerde yapılan hasat sonucuna göre elde edilen taze herba miktarı daha fazla bulunmuştur.

Drog Herba Verimi

Tablo 4: *Salvia officinalis* L.'de farklı azot ve farklı hasat dönemi uygulamaları sonucunda elde edilen ortalama drog herba verim değerleri.

Hasat Dönemi				
Azot Dozu (kg da ⁻¹)	Ç.Ö.	Ç.D.	Ç.S.	Ortalama
0	143.8h	160.3e-g	168.7cd	157.6c
4	141.8h	156.8fg	161.7ef	153.4d
8	154.5g	172.1bc	178.1ab	168.2b
12	164.8de	176.6b	182.9a	174.8a
Ortalama	151.2c	166.4b	172.9a	
LSD (0.05)	Azot:16,40 Hasat: 14,21 AxH:28,41			
Ç.Ö.:çiçeklenme öncesi, Ç.E.: çiçeklenme dönemi, Ç.S.: çiçeklenme sonrası, AxH: Azot x Hasat				

Tablo 4, azot dozlarına ve hasat dönemlerine karşılık dikkate değer değişkenlik gösteren drog herba değerlerini sunmaktadır. Drog herba değerlerinde yeşil herbaya benzer şekilde, yüksek azot dozlarından daha yüksek ortalama değerler kaydedilmiştir. En yüksek ortalama drog herba verimi, 12 kg da⁻¹ azot uygulamasında (174.8 kg da⁻¹) saptanmıştır. Farklı adaçayı türleri için azot dozu miktarının artışına paralel olarak kuru bitki miktarının da arttığı yapılan önceki çalışmalarda da görülmüştür (Abbaszadeh et al., 2017; Khammar et al., 2021; Vinayak et al., 2017). Bununla birlikte bir çalışmada chia (*Salvia hispanica* L.) bitkisinde azot gübrelemesinin tohum verimine olumlu etkileri olduğu belirtilmiştir (Grimes et al., 2019). Başka bir çalışmada azot ve mikro besin maddelerinin eş zamanlı uygulanması bitkide kuru madde verimini artırdığı vurgulanmıştır (Karimi et al., 2021). Biberiye bitkisinde yapılan azot dozu ve bitki sıklığı ile ilgili çalışmada, 22,5 kg da⁻¹ düzeydeki azot dozu uygulamasından en yüksek bitki veriminin alındığı bildirilmiştir (Ayoob et al., 2023). Adaçayı veya başka bitkilerde uygulanan azot dozlarının bitkisel verim üzerinde olumlu etkiye neden olduğu görülmektedir.

Ayrıca, çiçeklenme öncesinden çiçeklenme sonrasına kadar yapılan hasatlarda drog herba veriminin kademeli bir artış gösterdiği izlenmiştir. En yüksek ortalama drog herba verimi, çiçeklenme sonrası dönemde (172,9 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Yılın her bir ayında yapılan hasat çalışması sonunda adaçayının en yüksek bitki verimlerinin yaz ve sonbahar aylarında elde edildiği vurgulanmıştır (Başyigit and Baydar, 2017). Bu aylar genelde bitkide çiçeklenme sonrası dönemleri temsil etmektedir.

Drog Yaprak Verimi

Tablo 5: *Salvia officinalis* L.'de farklı azot ve farklı hasat dönemi uygulamaları sonucunda elde edilen drog yaprak verim değerleri.

Hasat Dönemi				
Azot Dozu (kg da ⁻¹)	Ç.Ö.	Ç.D.	Ç.S.	Ortalama
0	112.5fg	118.3df	114.5eg	115.1c
4	107.9g	118.0df	112.1fg	112.7c
8	118.9cf	126.6bc	123.1bd	122.8b
12	122.1ce	141.6a	130.2b	131.3a
Ortalama	126.1a	120.0b	115.3c	
LSD(0.05)	Azot:21,86 Hasat: 18,93 AxH:37,86			
Ç.Ö.: çiçeklenme öncesi, Ç.D.: çiçeklenme dönemi, Ç.S.: çiçeklenme sonrası, AxH: Azot x Hasat				

Tablo 5'deki drog yaprak değerleri, azot dozlarının ve hasat dönemlerinin adaçayı yapraklarının biokütle artışı üzerindeki etkisini açıkça vurgulamaktadır. En yüksek ortalama drog yaprak verimi, 12 kg da⁻¹ azot uygulamasında (131,3 kg da⁻¹) tespit edilmiştir. Drog yaprak değerleri tabloda gözlemlendiği gibi, artan nitrojen dozlarında daha yüksek ortalama değerler saptanmıştır. Bu sonuçlar çeşitli araştırmacıların bulguları ile benzerlikler göstermektedir (Giannoulis et al., 2021; Abbaszadeh et al., 2017).

İlginç bir şekilde hasat dönemi gözlemlerinde kuru yaprak verimi bitki gelişimi ilerledikçe düştükleri kaydedilmiştir. En yüksek ortalama drog herba verimi, çiçeklenme öncesi dönemde (126.1 kg da⁻¹) elde edilmiştir. Bu sonucu doğurabilecek en önemli sebeplerden birinin çiçeklenme dönemi başlangıcından itibaren bitki çiçek sapının gelişmeye başlaması olduğu düşünülmektedir. Bitkide biyokütle birikimi çiçekler ve çiçek sapında daha fazla olmuştur. Ayrıca bölgede Haziran ayı sonlarından itibaren hava sıcaklığının (40 °C ve üstü) artması sonucu bitki vejetatif gelişimi olumsuz yönde etkilenmektedir. Bitkisel verimi, tarımsal uygulamalar ve bitki gelişim evrelerinin yanı sıra hava sıcaklığı, yağışlar, hava nemi gibi bölgenin iklim özellikleri etkileyebilmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Genel olarak bulgulardan, adaçayı (*Salvia officinalis* L.) bitkisinin biokütle verimini optimize etmede azot dozu ve hasat dönemi

uygulamaları olumlu katkıda bulunmaktadır denebilir. Dekara 12 kg azot uygulamasının ideal bir miktar olduğu izlenmiştir. Bunun yanında hasat dönemi uygulamasında zaman ilerledikçe, özellikle hava sıcaklığı 40 °C üzerine çıktığı gün sayısının artmasıyla özellikle yaprak gelişimi bundan olumsuz etkilenebilmektedir. Böylece genel bitki verimlerinde artış olmasının yanı sıra kuru yaprak veriminde düşüşler görülmüştür.

Erken ilkbaharda bitkilerin toprak yüzeyinden 10 cm yükseklikten kesilerek hasat edilmesi, bitkide yeni sürgünlerin hızla çıkarak vejetatif organlar oluşmasına katkılar sağlayacaktır. Böylece bitkinin ilkbahar, yaz ve sonbaharda yılda toplam üç kez hasat edilme imkânı oluşabilecektir. Bölgede yapılan çalışmalar esnasında bitkide herhangi bir hastalık ve zararlıya rastlanmadığı için bunlara karşı kimyasal ilaç kullanmaması bitkide herhangi bir kimyasal kalıntının olmaması açısından büyük bir avantaj olarak değerlendirilebilir. Elde edilecek toplam ürünün miktarı ve bu üründen elde edilecek yıllık gelir hesaba katıldığında çiftçi açısından ne kadar cazip bir bitkisel ürün olduğu görülebilir. Aynı zamanda toprağın yapısının korunması açısından alternatif bir ürün olarak tavsiye edilebilir.

Gelecekteki araştırmalarda, yeni bazı faktörleri de ekleyerek, bitki kalitesini ve miktarını etkileyen yeni birtakım çalışmalar yapmak bitki yetiştiriciliğinde bazı tarımsal uygulamaların önünü açabilir. Adaçayı üzerine yeni çalışmaların yapılması bölge üreticilerin ilgisini çekebilecektir. Dolayısıyla bölgede ekim desenine yeni bitki türü kazandırılması mümkün olabilecektir.

Kaynaklar

- Abbaszadeh, B., Safikhani, F., and Layeghhaghighi, M. (2017). Effects of irrigation interval and nitrogen amount on different clary sage (*Salvia sclarea* L.) characters in Karaj. *Journal of Medicinal plants and By-product* **6**, 139-144.
- Altindal, D., and Altindal, N. (2016). Sage (*Salvia officinalis*) oils. In "Essential oils in food preservation, flavor and safety", pp. 715-721. Elsevier.
- Ayoob, B., Singh, A., Gangoo, S. A., Malik, A., Raj, A., Akhter, A., and Bilal, T. (2023). Effect of plant spacing and nitrogen levels on growth, yield and essential oil content of rosemary (*Salvia rosmarinus* Spenn) under Marginal land conditions. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* **26**, 21-31.
- Barker, A. V., and Bryson, G. M. (2016). Nitrogen. In "Handbook of plant nutrition", pp. 37-66. CRC Press.
- Başığit, M., and Baydar, H. (2017). Tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.)'nda farklı hasat zamanlarının uçucu yağ ve fenolik bileşikler ile antioksidan aktivite üzerine etkisi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* **21**, 131-137.
- Bharadwaj, G. (1991). Response Of Mustard (*Brassica juncea*) Varieties To Nitrogen In North Madhya-Pradesh. *Indian Journal of Agronomy* **36**, 382-384.
- Fageria, N. K., Baligar, V. C., and Clark, R. (2006). "Physiology of crop production," crc Press.
- Gardner, Z., Baek, J. J. P., Donia, A., and Craker, L. (2009). Effects of Nitrogen on the Yield and Quality of Selected Chinese Medicinal Plants of the Lamiaceae Family. *Planta medica* **75**, P-1.
- Giannoulis, K. D., Skoufogianni, E., Bartzialis, D., Solomou, A. D., and Danalatos, N. G. (2021). Growth and productivity of *Salvia officinalis* L. under Mediterranean climatic conditions depends on biofertilizer, nitrogen fertilization, and sowing density. *Industrial Crops and Products* **160**, 113136.
- Govahi, M., Ghalavand, A., Nadjafi, F., and Sorooshzadeh, A. (2015). Comparing different soil fertility systems in Sage (*Salvia officinalis*) under water deficiency. *Industrial Crops and Products* **74**, 20-27.
- Grimes, S. J., Phillips, T. D., Capezzone, F., and Graeff-Hönniger, S. (2019). Impact of row spacing, sowing density and nitrogen fertilization on yield and quality traits of chia (*Salvia hispanica* L.) cultivated in southwestern Germany. *Agronomy* **9**, 136.

- He, C., Lu, L., Jin, Y., Wei, J., and Christie, P. (2013). Effects of nitrogen on root development and contents of bioactive compounds in *Salvia miltiorrhiza* Bunge. *Crop Science* **53**, 2028-2039.
- Karik, U., Çınar, O., Tuncturk, M., Sekeroglu, N., and Gezici, S. (2018). Essential oil composition of some sage (*Salvia* spp.) species cultivated in İzmir (Turkey) ecological conditions. *Indian Journal of Pharmaceutical Education and Research* **52**, 102-107.
- Karimi, B., Rokhzadi, A., and Rahimi, A. R. (2021). RSM modeling of nitrogen use efficiency, biomass and essential oil of *Salvia officinalis* L. as affected by fertilization and plant density. *Journal of Plant Nutrition* **44**, 1067-1084.
- Katar, D., Katar, N., and Can, M. (2022). Agricultural and quality characteristics of sage (*Salvia fruticosa* Mill.) depending on nitrogen applications. *Journal of Plant Nutrition* **45**, 1441-1449.
- Khammar, A. A., Moghaddam, M., Asgharzade, A., and Sourestani, M. M. (2021). Nutritive composition, growth, biochemical traits, essential oil content and compositions of *Salvia officinalis* L. grown in different nitrogen levels in soilless culture. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* **21**, 3320-3332.
- Kintzios, S. E. (2000). "Sage: the genus *Salvia*," CRC Press.
- Kırıcı, S., Özgüven, M., and Yenikalaycı, A. (1996). Çukurova bölgesinde tıbbi adaçayı (*Salvia officinalis* L.) üzerinde araştırmalar. In "Workshop Tıbbi Ve Aromatik Bitkiler", pp. 25-26.
- Klein, J. D. (1987). Relationship of harvest date, storage conditions, and fruit characteristics to bruise susceptibility of apple. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **112**, 113-118.
- Laborda, R., Manzano, I., Gamón, M., Gavidia, I., Perez-Bermudez, P., and Boluda, R. (2013). Effects of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* essential oils on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Industrial Crops and Products* **48**, 106-110.
- Maral, H., Çalışkan, T., Yıldırım, C. D., Akdoğan, M. E., Kafkas, E., and Kırıcı, S. (2018). The Influence of Harvesting Period and Cutting Hour on Yield and Quality in Thyme (*Thymus vulgaris* L.) in Çukurova Condition. *71* **11**, 82-88.
- Moghaddam, P. R., Fallahi, J., Shajari, M. A., and Mahallati, M. N. (2013). Effects of harvest date, harvest time, and post-harvest management on

- quantitative and qualitative traits in seedless barberry (*Berberis vulgaris* L.). *Industrial Crops and Products* **42**, 30-36.
- İzgi, M.N., Karaman, Ş., and Tonçer, Ö. (2024). Interactive effects of number of plants and nitrogen fertilization on quality parameters of *Salvia officinalis* L. cultivated in semi-arid environments. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 1-18.
- Onder, A., Izgi, M. N., Cinar, A. S., Zengin, G., and Yilmaz, M. A. (2022). The characterization of phenolic compounds via LC-ESI-MS/MS, antioxidant, enzyme inhibitory activities of *Salvia absconditiflora*, *Salvia sclarea*, and *Salvia palaestina*: A comparative analysis. *South African Journal of Botany* **150**, 313-322.
- Rioba, N. B. (2015). Effects of Nitrogen, Phosphorus and Watering Regimes on growth, leaf yield and essential oils of sage (*Salvia officinalis* L.). PhD Thesis, Egerton University.
- Rioba, N. B., Itulya, F. M., Saidi, M., Dudai, N., and Bernstein, N. (2015). Effects of nitrogen, phosphorus and irrigation frequency on essential oil content and composition of sage (*Salvia officinalis* L.). *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants* **2**, 21-29.
- Said-Al Ahl, H. A., Sabra, A. S., Alataway, A., Astatkie, T., Mahmoud, A. A., and Bloem, E. (2019). Biomass production and essential oil composition of *Thymus vulgaris* in response to water stress and harvest time. *Journal of Essential Oil Research* **31**, 63-68.
- Skubij, N., and Dzida, K. (2019). Essential oil composition of summer savory (*Satureja hortensis* L.) cv. Saturn depending on nitrogen nutrition and plant development phases in raw material cultivated for industrial use. *Industrial crops and products* **135**, 260-270.
- Sonmez, C., and Bayram, E. (2017). The influence of different water and nitrogen applications on some yield parameters and antioxidant activity in sage (*Salvia officinalis* L.). *Turkish Journal of Field Crops* **22**, 96-103.
- Tutin, T. G. (1972). *Flora Europaea: Diapensiaceae to Myoporaceae*.
- Verma, R. S., Padalia, R. C., and Chauhan, A. (2015). Harvesting season and plant part dependent variations in the essential oil composition of *Salvia officinalis* L. grown in northern India. *Journal of Herbal Medicine* **5**, 165-171.
- Vinayak, K., Prasad, V., Sindhuja, M., and Rajawade, V. (2017). Response of spacing and nitrogen levels on growth and flowering of salvia (*Salvia*

splendens L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **6**, 2059-2062.

Walker, J. B., and Sytsma, K. J. (2007). Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever. *Annals of Botany* **100**, 375-391.