





Türk Bilim ve Mühendislik Dergisi Turkish Journal of Science and Engineering

www.dergipark.org.tr/tjse

Haşhaş (*Papaver somniferum L.*)’ta Farklı Gelişme Dönemlerinde Yapraftan Azotlu Gübrelemenin Verim ve Bazı Kalite Özelliklerine Etkisi

Ayşe Kübra ÖZKOÇ*¹ , Nimet KARA ²

¹Ziraat Mühendisi – Manisa-Türkiye

²Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü – Isparta-Türkiye

*Sorumlu yazar: nimetkara@isparta.edu.tr

MAKALE BİLGİSİ

Alınış tarihi: 14/07/2023

Kabul tarihi: 19/10/2023

Anahtar Kelimeler: Geç azot, Gelişme dönemleri, Haşhaş, Yapraftan azot uygulaması

DOI: 10.55979/tjse.1327795

ÖZET

Araştırma, Isparta koşullarında haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde yapraftan azotlu gübre uygulamasının tohum ve kapsül verimi ile bazı alkaloid içeriklerine etkisini incelemek amacıyla 2021 yılında yürütülmüştür. Araştırmada TMO1 haşhaş çeşidine 1. Kontrol (azotsuz), 2. geleneksel üretim (azotun yarısı ekimle birlikte ve kalan yarısı rozet döneminde), 3. sapa kalkma dönemi (azotun 1/3’ü ekimle, 1/3’ü rozet döneminde topraktan ve 1/3’ü sapa kalkma döneminde yapraftan), 4. tomurcuklanma (azotun 1/3’ü ekimle, 1/3’ü rozet döneminde topraktan, 1/3’ü tomurcuklanma döneminde yapraftan) ve 5. çiçeklenme sonrası dönemlerde (azotun 1/3’ü ekimle, 1/3’ü rozet döneminde ve 1/3’ü çiçeklenme sonrası yapraftan) azot uygulanmıştır. Araştırma sonucuna göre; bitki boyu, kapsül sayısı, kapsül eni, kapsül boyu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmazken, tohum verimi, kapsül verimi ve azot kullanım etkinliği arasındaki farklar önemli olmuş ve genel olarak kapsül verimi, tohum verimi ve azot kullanım etkinliği için yapraftan azot uygulaması önerilmektedir.

The Effect on Yield and some Quality Characteristics of Nitrogen Fertilizer From Foliar in Different Development Stages of Poppy (*Papaver somniferum L.*)

ARTICLE INFO

Received: 14/07/2023

Accepted: 19/10/2023

Keywords: Late nitrogen, Development periods, Poppy, Foliar nitrogen application

DOI: 10.55979/tjse.1327795

ABSTRACT

The research was carried out with aim of examined effects on seed and capsule yield with some alkaloid contents of fertilize with nitrogen treatment from leaves in different development stages of poppy in Isparta conditions in the 2021 year. In the research, in the TMO1 poppy variety, 1. Control (no N fertilizer), 2. traditional production (half of the nitrogen during sowing and the remaining half during rosette period), 3. stalking period (1/3 of nitrogen during sowing, 1/3 from soil during rosette period, 1/3 from foliar application during the stem period), the 4th budding (1/3 of the nitrogen during sowing, 1/3 from the soil during the rosette stage, 1/3 from foliar application during the budding period) and the 5th post-flowering periods (1/3 of nitrogen during sowing, 1/3 from soil during rosette period and 1/3 foliar application after flowering). According to the research results; While the differences between plant height, number of capsule, capsule width, and capsule length were not significant, the differences between seed yield, capsule yield, nitrogen use efficiency were statistically significant, and as general, it was advised to nitrogen treatment from leaves for capsule yield, seed yield and nitrogen use efficiency.

1. Giriş

Haşhaş bitkisinin kapsüllerinden elde edilen alkaloidler tıbbi amaçlı, tohumları pastacılık, unlu mamulleri üretiminde, yağı boya sanayisinde ve küspesi hayvan yemi olarak çok amaçlı yararlanılmaktadır (Krist vd., 2005). Türkiye yasal haşhaş tarımının yapıldığı afyon alkaloidleri üreticisi olan ülkelerin başında yer almaktadır (İpek, 2011). Haşhaş kapsülünde morfin, tebain, kodein, noskapin (narkotin) ve papaverin gibi tıbbi değeri yüksek olan alkaloidler vardır. Haşhaş bitkisinde yeterli miktarda verim ve kalitenin alınabilmesi için uygun miktarda gübreleme yapılmalıdır. Azot; bitki gelişimini olumlu yönde etkileyerek verimi artırdığı gibi azot içerikli maddelerin sentezini teşvik ederek bazı kalite ve farmakolojik özelliklerin de düzelmesinde etkili olmaktadır (Katar, 1997). Toprakta erozyon, hasat, yıkanma ve gaz şeklinde azot kayıpları meydana gelmektedir (Müftüoğlu &

Demirer, 1998). Ancak uygulanan azotu bölerek bitki gelişiminin farklı aşamalarında uygulamasıyla hem kullanılan azot miktarı azaltılmakta hem de bitkinin mevcut azottan daha iyi faydalanması sağlanmaktadır. Azot toprakta hızlı yıkanan bir besin maddesi olduğu için bitkiler azotlu gübrelemeye sürekli olarak ihtiyaç duymaktadır. Bu nedenle azotun bölünerek bitkinin ihtiyaç duyduğu zamanda verilmesi azot alımını ve kullanımını etkilemektedir (Strong, 1995; Recous vd., 1997; Recous & Machet, 1999). Bu araştırma Isparta koşullarında haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde yapraftan azotlu gübre uygulamasının tohum verimine ve kaliteye etkisini incelemek amacı ile yürütülmüştür.

2. Materyal ve Metot

Araştırma Isparta koşullarında “TMO1” haşhaş çeşidi kullanılarak 2021 yılında yürütülmüştür. Denemenin

yürütüldüğü Isparta ili, Batı Akdeniz Bölgesinin Göller yöresinde Akdeniz iklimi ve karasal iklimin kesişme noktasında, Batı Geçit Kuşağı'nda yer almakta olup, 1050 metre rakıma sahiptir. Tipik bir karasal iklim hüküm sürmekte, kışları soğuk ve yağışlı, yazları sıcak ve kuraktır.

Denemenin yürütüldüğü yılın vejetasyon döneminde ortalama sıcaklık 18.5 °C olup, uzun yıllar sıcaklık ortalamasından (16.4 °C) yüksek olmuştur. Aynı dönemde toplam yağış miktarı 34.9 mm ile uzun yıllar ortalamasından (38.6 mm) düşük olmuştur (Çizelge1). Deneme alanı düz bir topoğrafik yapıda, kumlu-tınlı, tuz oranı düşük (0.27 dS/m), hafif alkali (8.19), kireç oranı çok yüksek (%28.14) ve organik madde oranı (%1.68) düşük düzeydedir.

Haşhaş tohumları 5 Mart 2021 tarihinde tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak sıra arası 40 cm olacak şekilde markörle açılan sıralara 1-2 cm derinliğinde elle ekilmiştir.

Araştırmada saf olarak 6 kg/da fosfor hesabıyla P₂O₅ (TSP formunda) ve 10 kg/da azot (%33 N) uygulanmıştır. Tüm uygulamalarda fosforlu gübrenin tamamı ekimle birlikte ve azotlu gübre ise yapraktan çözdürülerek sırt pülverizatörü ile parsellere uygulanmıştır. Azotlu gübre uygulamaları; kontrol (azot uygulanmayan-yalnız P₂O₅ uygulanmıştır), geleneksel üretim; azotun 1/2'si ekimle birlikte 1/2'si rozet yaprak döneminde verilmiştir, 1. uygulama (sapa kalkma dönemi) 1/3'ü ekimle, 1/3'ü rozet döneminde ve 1/3'ü sapa kalkma döneminde, 2. uygulama (tomurcuklanma dönemi), 1/3'ü ekimle, 1/3'ü rozet döneminde ve 1/3'ü tomurcuklanma döneminde, 3. uygulama (çiçeklenme sonrası) 1/3'ü ekimle, 1/3'ü rozet döneminde ve 1/3'ü çiçeklenme sonrası dönemde yapraktan uygulanmıştır.

Çizelge 1. Deneme yılına ve uzun yıllara ait iklim verileri
Table 1. Climatic data for the trial year and long years

İklim Faktörleri	Yıl	Aylar							Ort/top.
		Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos		
Ortalama Sıcaklık (°C)	2021	6.7	12.7	19.6	19.9	25.9	26.3	18.5	
	Uzun yıllar	6.0	10.7	15.5	19.9	23.4	23.3	16.4	
Yağış (mm)	2021	45.0	8.0	2.3	144.7	8.4	1.1	34.9	
	Uzun yıllar	58.7	51.6	56.4	35.5	15.8	14.1	38.6	

3. Bulgular ve Tartışma

Haşhaşta bitki boyu, dal sayısı, kapsül eni, kapsül boyu ve kapsül sayısı bakımından azot uygulamaları arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli olmazken, tohum verimi, kapsül verimi ve azot kullanım etkinliği arasındaki farklar önemli olmuştur (Çizelge 2, 3). Araştırmada, bitki boyu 58.82-59.86 cm, kapsül eni 27.13-32.00 mm, kapsül boyu 38.50-42.23 mm, kapsül sayısı 1.9-2.4 adet/bitki, kapsül verimi 20.54-43.07 kg/da, tohum verimi 22.31-39.01 kg/da, sabit yağ oranı %40.43-41.00, morfin %0.964-1.071, kodein %0.186-0.279, oripavin %0.021-0.027, tebain %0.017-0.029, papaverin %0.007-0.012, noskapin %0.127-0.174 arasında değişmiştir.

Araştırmanın yürütüldüğü yılda Nisan ve Mayıs aylarındaki yağışların mevsim normallerinin altında, sıcaklıkların ise yüksek olması (Çizelge 1) nedeniyle

Deneme alanında, ilkbaharda bitkilerin 5-6 yapraklı olduğu rozet döneminde 15 cm aralık bırakılacak şekilde seyreltme ve çapalama yapılmıştır. Bitkiler 20-25 cm uzunluğa eriştiğinde dönemin kurak geçmesi nedeniyle bir kez sulama, 2 kez çapalama ve boğaz doldurma işlemi yapılmıştır. Hasat; 24 Temmuz 2021 tarihinde en alt haşhaş kapsüllerinin sararıp sertleştiği dönemde yapılmıştır. Bitkiyi ana sapa bağlanma noktasından kırmak suretiyle kapsüller toplanmış, dövülerek taneler çıkarılmış ve eleklerden geçirilerek tohum dışı cansız maddelerden temizlenmiştir. Araştırmada, bitki boyu (cm), bitkide kapsül sayısı (adet), kapsül verimi (kg/da), tohum verimi (kg/da), ham yağ oranı *NMR* (nükleer manyetik rezonans-Bruker Minispec mq one %) cihazı kullanılarak, alkaloid bileşenleri (HPLC metodu %) ve azot kullanım etkinliği belirlenmiştir. Azot kullanım etkinliği aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Kacar, 2013).

$$\text{Agronomik etkinlik} = (T_g - T_0) / N_g \quad (1)$$

T_g: Azotlu gübre uygulanan parselden alınan tane verimi, kg

T₀: Azotlu gübre uygulanmayan kontrol parselden alınan tane verimi, kg

N_g: Parsele uygulanan N miktarı, kg

Alkaloid analizleri, Afyonkarahisar-Bolvadin Alkaloidleri Fabrikası İşletme Müdürlüğünde HPLC metodu ile alkaloid oranları tespit edilmiştir.

Araştırmada elde edilen ortalamaların karşılaştırılması SAS istatistik paket programından faydalanılarak LSD testine göre yapılmıştır.

haşhaşın bitki boyları ve kapsül sayıları düşük kalmıştır. Bunun yanında yazlık ekimlerde bitki boyunun kısa kalması bitkilerin henüz vejetatif büyüme ve gelişmesini tamamlamadan yüksek sıcaklıkların etkisi ile generatif gelişmeye teşvik edilmesi ile de açıklanabilir (Coşkun, 2014). Ghiorghita vd. (1990) ve Kara & Baydar (2018), dal sayısındaki artışın, genellikle sürekli olmamakla beraber bitki boyu ve kapsül sayısı ile pozitif bir korelasyona sahip olduğunu bildirmişlerdir. Savaşlı vd. (2011), azotun verim artırıcı etkisi dallanmada, dolayısıyla birim alandaki kapsül sayısında sağladığı artışla gerçekleştiğini, kapsül iriliklerinin azottan etkilenmediğini bildirmişlerdir.

Araştırmada tüm gelişme dönemlerinde azot uygulamalarının kontrole göre kapsül ve tohum verimleri daha yüksek çıkmıştır. Bu durum azot uygulamalarının kontrole göre kapsül sayısı, kapsül eni ve boyunda bir miktar artış ile açıklanabilir. Budzynski (1994), haşhaşta

ekimle birlikte ve sapa kalkma döneminde uygulanan azotun tohum verimini önemli oranda artırdığını bildirmiştir. Turkhede vd. (1981), azot ve fosforlu gübreleme ile haşhaşın tohum ve kapsül veriminin arttığını, azotlu gübre uygulama zamanı ve şeklinin kapsül

ve tohum verimini artırdığını tespit etmişlerdir. Lošák & Richter (2004), haşhaşa artan azot dozu ile bitki başına düşen kapsül sayısı ve hacimlerinin düzensiz bir şekilde arttığını, tohum verimi üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif etki gösterdiğini bildirmiştir.

Çizelge 2. Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının bazı tarımsal özellikler üzerine etkisi
Table 2. The effect on some agricultural characteristics of nitrogen application in different growth stages of poppy

Uygulama Dönemleri	Bitki Boyu (cm)	Kapsül eni (mm)	Kapsül boyu (mm)	Kapsül sayısı (adet/bitki)	Kapsül verimi (kg/da)	Tohum verimi (kg/da)
Kontrol	58.90	27.13	38.50	1.9	20.54 c	22.31 d
Geleneksel üretim	59.86	28.73	41.86	2.1	36.56 b	33.62 c
Sapa kalkma dönemi	58.82	32.00	42.23	2.4	38.22 ab	36.87 b
Tomurcuklanma	59.06	28.27	41.80	2.0	43.07 a	37.24 b
Çiçeklenme sonrası	59.40	28.67	39.56	2.3	38.12 ab	39.01 a
F değeri	2.10	1.14	1.37	2.31	43.74**	348.78**
LSD değeri	2.097	8.0747	6.7274	0.6692	6.1764	1.7072
VK (%)	1.27	10.177	6.0195	11.378	6.3861	1.8428

Haşhaşa gelişme dönemleri arasında sabit yağ oranları bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmuş %40.43 ile %41.00 arasında değişmiştir (Çizelge 3). Araştırma sonucuna benzer şekilde Budzynski (1994), haşhaşa ekimle birlikte ve sapa kalkma döneminde uygulanan azotun yağ oranına etkisinin olmadığını belirtmiştir. Üstüner vd. (2008), kolzada tüm azotlu gübre formlarının yağ oranı üzerine en fazla etkili olduğu dönemin çiçeklenme sonu olarak bildirmişlerdir.

Haşhaşa gelişme dönemleri arasında azot kullanım etkinliği bakımından istatistiksel olarak önemli fark bulunmuş ve en düşük değer geleneksel (%1.130), en yüksek değer çiçeklenme sonrası (%1.670) dönemde azot uygulamasından elde edilmiştir (Çizelge 3). Haşhaşa azot uygulama dönemleri geciktikçe azot kullanım etkinliğinin yükseldiği tespit edilmiştir. Bu artış çiçeklenme ve tomurcuklanma döneminde yaprakların en iyi geliştiği

dönem olması nedeniyle püskürtülen azotun daha etkin kullanılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Haşhaşa morfin, kodein, oripavin, tebain papaverin ve noskapin alkaloid içerikleri azot uygulama dönemlerine göre, morfin oranı (%1.071) geleneksel üretim, kodein (%0.279), tebain (%0.029) ve noskapin (%0.174) tomurcuklanma, oripavin (%0.027) ve papaverin (%0.012) ise kontrole göre oransal olarak daha yüksek elde edilmiştir (Çizelge 3). Haşhaş alkaloidlerinin yapısında bulunan azotlu bileşiklerin (Tok & Gowder, 2019) bitkide sentezlenmesi kompleks bir yapıda olup, iklim faktörlerinden önemli ölçüde etkilenmekte ve gelişme dönemlerine göre alkaloidler birbirine dönüşebilmektedirler (Dittbrenner vd., 2012). Yadav vd. (2009), azotlu gübre miktarının belirli bir seviyeye kadar artan uygulanması ile haşhaşa morfin içeriğinin yükseldiğini bildirmişlerdir.

Çizelge 3. Haşhaşın farklı gelişme dönemlerinde azot uygulamasının; azot kullanım etkinliği, sabit yağ ve alkaloid içeriğine etkisi (%)

Table 3. Effect on nitrogen utilization efficiency, fixed oil and alkaloid content of nitrogen application in different growth stages of poppy (%)

Uygulama Dönemleri	Azot kullanım etkinliği	Sabit yağ	Morfin	Kodein	Oripavin	Tebain	Papaverin	Noskapin
Kontrol	-	40.46	1.008	0.186	0.027	0.017	0.012	0.165
Geleneksel üretim	1.130 c	41.00	1.071	0.223	0.021	0.024	0.010	0.152
Sapa kalkma dönemi	1.456 b	40.93	1.049	0.227	0.025	0.020	0.008	0.134
Tomurcuklanma	1.493 ab	40.43	0.964	0.279	0.026	0.029	0.011	0.174
Çiçeklenme sonrası	1.670 a	40.66	0.977	0.205	0.022	0.018	0.007	0.127
F değeri	31.71**	0.48						
LSD değeri	0.2097	1.792						
V.K (%)	4.8182	1.6071						

4. Sonuç

Haşhaşa farklı gelişme dönemlerinde yapraktan azotlu gübre uygulamasının verim ve bazı kalite özelliklerine etkisini incelemek amacı ile yürütülen çalışmada elde edilen verilere göre; bitki boyu, kapsül sayısı, kapsül eni, kapsül boyu arasındaki farklar istatistiksel olarak önemli bulunmazken, tohum verimi, kapsül verimi, azot kullanım

etkinliği arasındaki farklar önemli bulunmuştur. Genel olarak haşhaşa yapraktan azot uygulaması kapsül verimi, tohum verimi ve azot kullanım etkinliğini artırdığı tespit edilmiştir.

5. Teşekkür

Alkaloit analizlerinin yapılmasında verilen destekten dolayı TMO Afyonkarahisar-Bolvadin Afyon Alkaloitleri Fabrikası İşletme Müdürlüğüne teşekkür ederiz.

Bilgilendirme: Bu araştırma, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsünde sunulan Yüksek Lisans Tezinden üretilmiştir.

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

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı: Araştırmanın planlanması, istatistik analizi ve yazım aşamaları A.K.Ö ve N.K, arazi aşamasının ise A.K.Ö tarafından yürütüldüğünü beyan ederler.

6. Kaynaklar

- Budzynski, W. (1994). *Effects of Method of Cultivation and Nitrogen Application Yield of Two Poppy Varieties*. Biuletyn Instytutu Hadawii Aklimaty Zacji Raslin.
- Coşkun, Y. (2014). Aspir (*Carthamus tinctorius* L.)'in kışlık ve yazlık ekim olanakları. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 1(4), 462-468.
- Dittbrenner, A., Mock, H.P., Börner, A., & Lohwasser, U. (2012). Variability of alkaloid content in *Papaver somniferum* L. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 82(2), 103-107.
- Ghiorghită, G., Niculiță, C., & Balint, S.V. (1990). Influence of self-pollination and of the branching degree on some morpho-physiological indices in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Revue Roumaine de Biologie. Serie de Biologie Vegetale*, 35(1), 67-74.
- İpek, G. (2011). *Seçilmiş Yüksek Morfinli Haşhaş (Papaver somniferum L.) Hatlarının Bazı Bitkisel ve Tarımsal Özellikleri üzerine Araştırmalar*. (Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Kacar, B. (2013). *Temel Gübre Bilgisi*. Nobel Yayıncılık.
- Kara, N. (2017). The effects of autumn and spring sowing on yield, oil and morphine contents in the Turkish poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars. *Turkish Journal of Field Crops*, 22(1), 39-46. <https://doi.org/10.17557/tjfc.301829>
- Kara, N., & Baydar, H. (2018). Examining of relationships among traits using correlation, path and principal components analysis methods in Turkish opium poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars. *Tarım Bilimleri Dergisi (Journal of Agricultural Sciences)*, 24(2), 286-295. <https://doi.org/10.15832/ankutbd.446462>

- Katar, D. (1997). *Azotlu Gübre Verme Zamanı ve Miktarının Haşhaşın Verim ve Bazı Özellikleri Üzerine Etkileri*. (Yüksek Lisans Tezi Gazi Osmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü)
- Krist, S., Stuebiger, G., Unterweger, H., Bandion, F., & Buchbauer, G. (2005). Farklı haşhaş çeşitlerinden (*Papaver somniferum* L.) ekstrakte edilen tohum yağlarının uçucu bileşiklerinin ve trigliseridlerinin analizi. *Tarım ve Gıda Kimyası Dergisi*, 53(21), 8310-8316.
- Lošák, T., & Richter, R. (2004). Split nitrogen doses and their efficiency in poppy (*Papaver somniferum* L.) nutrition. *Plant Soil Environment*, 50(11), 484-488.
- Müftüoğlu, N.M., & Demirer, T. (1998). Toprakta azot bilançosu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 29(1), 175-185.
- Recous, S., & Machet, J.M. (1999). Short-term immobilisation and crop uptake of fertiliser nitrogen applied to winter wheat: effect of date of application in spring. *Plant and Soil*, 206, 137-149. <https://doi.org/10.1023/A:1004377006602>
- Recous, S., Loiseau, P., Machet, J.M., & Mary, B. (1997). Transformations et devenir de l'azote de l'engrais sous cultures annuelles et sous prairies. In *Colloques-Inra*. (pp. 105-120)
- Savaşlı, E., Çekiç, C., Önder, O., Dayıoğlu, R., Camcı, H., Koşar, F.Ç., Balcı, A., & Kalaycı, M. (2011). Azotlu Gübrelemenin Haşhaş Tohum, Kapsül ve Morfin Oranları Üzerine Etkisi. *Uluslararası Katılımlı I. Ali Numan Kıraç Tarım Kongresi ve Fuarı*. 27-30 Nisan, Eskişehir, 1-11.
- Strong, W.M. (1995). Nitrogen fertilization of upland crops. In *Nitrogen Fertilization in the Environment*. (pp. 129-169)
- Tok, T.T., & Gowder, S.J. (2019). Structural and pharmacological properties of alkaloids with special reference to thebaine type alkaloids. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 17(3), 12767-12780.
- Turkhede, B.B., Mathur, V.S., & Ram, S. (1981). Effects of rates, timing and methods of nitrogen application on opium seed yield and quality of opium poppy. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, 51(2), 102-107.
- Üstüner, N., Kolsarıcı, Ö., & Kaya, M. (2008). Farklı gelişme dönemlerinde uygulanan azotlu gübre formlarının kışlık kolza (*Brassica napus ssp. Oleifera* L.)'nın verim ve verim öğelerinin etkileri. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17(1-2), 1-6.
- Yadav, R.L., Mohan, R., Singh, R., & Verma, R.K. (2009). The effect of application of nitrogen fertilizer on the growth of opium poppy in north central India. *The Journal of Agricultural Science*, 102(2), 361-366. <https://doi.org/10.1017/S0021859600042684>.