

BAZI HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) ÇEŞİTLERİNİN LINE × TESTER MELEZLERİNDE ALKALOİTLERİN BELİRLENMESİ

Levent YAZICI¹

¹Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Tokat; ORCID: 0000-0002-6839-5366
Geliş Tarihi / Received: 24.11.2019 Kabul Tarihi / Accepted: 30.01.2020

ÖZ

Türkiye, hem haşhaş kapsüllerinden elde edilen alkaloidler hem de tohum üretimi ve ihracatı açısından dünya ticaretinde önemli bir paya sahiptir. Bu çalışmada haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin Line × Tester (çoklu dizi) yöntemine göre melezlenmesiyle elde edilen F₁ melezlerinde alkaloid özelliklerini tespit etmek amacıyla yapılmıştır. Araştırmada bitki materyali olarak Ofis 8, Ofis NP, Ofis 4, TMO 1, TMO T (line) ve Ofis 1 ve Ofis 2 (tester) haşhaş çeşitleri kullanılmıştır. Denemede ekimler kışlık olarak tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait deneme tarlasında yapılmıştır. Çalışma sonucunda, morfin oranı %0.81-2.16, kodein %0.00-0.21, oripavine %0.00-0.10, tebain, %0.00-0.49, papaverine %0.00-0.12 ve noscapin %0.00-0.18 arasında değişmiştir. Araştırmada incelenen özellikler birlikte değerlendirildiğinde, Ofis NP × Ofis 1, TMO 1 × Ofis 2 ve Ofis 8 × Ofis 1 melez kombinasyonları diğerlerine göre daha üstün melezler olarak belirlenmişlerdir.

Anahtar Kelimeler: Alkaloid, haşhaş, Line × tester, morfin, *Papaver somniferum* L.

DETERMINATION OF ALKALOIDS IN LINE × TESTER HYBRIDS OF SOME POPPY (*Papaver somniferum* L.) CULTIVARS

ABSTRACT

Turkey has a major share in world trade in terms of both alkaloids obtained from poppy capsules and production and export of seeds. This study was carried out in order to determine the alkaloids of poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties in F₁ hybrids obtained by hybridization with Line × Tester method. As plant material in the study; Ofis 8, Ofis NP, Ofis 4, TMO 1, TMO T (lines) and Ofis 1 and Ofis 2 (testers) poppy varieties were used. According to the design of the random blocks 3 replications the plantations in the experiment were carried out as winter in the Directorate of Middle Black Sea Transition Zone Agricultural Research Institute as a result, the morphine ratio ranged between 0.81% and 2.16%, codeine 0.00% and 0.21%, oripavine 0.00% and 0.10%, thebaine, 0.00% and 0.49%, papaverine 0.00% and 0.12% and noscapine 0.00% and 0.18%. When the characteristics examined in the research were evaluated together, the crosses Ofis NP × Ofis 1, TMO 1 × Ofis 2 ve Ofis 8 × Ofis 1 were determined to be more superior hybrids than the others.

Keywords: Alkaloid, Line × tester, morphine, *Papaver somniferum* L., poppy

GİRİŞ

Tarımı yapılan haşhaş, *Papaver somniferum* L. türü (2n=22) olan tek yıllık bir kültür bitkisidir. Türkiye’de haşhaş familyasına ait 7 cins bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda 15’i endemik olmak üzere 36 tür, 22 alttür ve varyete, toplam 58 papaver taksonun bulunduğu belirtilmektedir [6].

Haşhaş ülkemizde uzun yıllardır tarımı yapılan bir kültür bitkisidir. Bu bitki, kullanım bakımından iki önemli ürüne sahip olup, birisi kapsülleri ve bunlardaki alkaloidler, diğeri ise

tohumları ve yağıdır. Bu bitkinin önemi afyondan morfinin izole edilmesinden sonra özellikle 18. yüzyıldan itibaren hızla artmış, bugün endüstriyel ve stratejik bir bitki haline dönüşmüştür.

Dünyada yasal haşhaş ekimi, üretimi ve ticareti 1961 TEK (Single Convention on Narcotic Drugs) Sözleşmesi’ne göre yapılmaktadır. 1961 TEK Sözleşmesi dünyadaki uyuşturucu madde işlerinin ülkelere tek elden yürütülmesi hükmünü getirmekte ve BM Teşkilatının uyuşturucu maddelerin kontrolü hususundaki yetkisini kabul etmektedir.

¹Sorumlu yazar / Corresponding author: leventyzc@gmail.com

Tıbbi amaçlarla afyon ve afyon alkaloidlerini elde etmek amacıyla yapılan haşhaş tarımı, BM denetiminde Türkiye, Hindistan, Avustralya, Fransa, İspanya ve Macaristan'da yapılmaktadır. Türkiye'de haşhaş ekimi, Birleşmiş Milletler Teşkilatınca ülkemize verilen 70 bin hektar limit dahilinde, 3298 Sayılı Uyuşturucu Maddelerle İlgili Kanun ve Yönetmeliği çerçevesinde Bakanlar Kurulunca haşhaş ekimine müsaade edilen yerlerde ve Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğünce yapılan planlama çerçevesinde lisansa tabi, kontrollü ve çizilmemiş kuru haşhaş kapsülü üretimi şeklinde yapılmaktadır. 20.06.2015 tarihli ve 29392 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 2015/7725 sayılı Kararname ile; Afyonkarahisar, Amasya, Burdur, Çorum, Denizli, Isparta, Kütahya, Tokat, Uşak illerinin tamamı ile Balıkesir ilinin Balya, Bigadiç, Dursunbey, İvrindi, Kepsut, Savaştepe ve Sındırgı ilçeleri, Eskişehir ilinin Alpu, Beylikova, Çifteler, Günyüzü, Han, Mahmudiye, Mihaliççık, Seyitgazi ve Sivrihisar ilçeleri, Konya ilinin Ahırılı, Akören, Akşehir, Beyşehir, Derbent, Doğanhisar, Hüyük, Ilgın, Kadınhanı, Seydişehir, Tuzlukçu, Yalılıyük ve Yunak ilçeleri, Manisa ilinin Şehzadeler, Yunussemre, Demirci, Gördes, Köprübaşı, Kula, Sarıgöl ve Selendi ilçelerinde olmak üzere toplam 13 ilde haşhaş ekimi ve çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimine müsaade edilmiştir [2].

Haşhaş kapsülünden çok sayıda önemli alkaloidler elde edilmekte olup, araştırmacılar tarafından, tıbbi öneme sahip 80 farklı alkaloid tespit edilmiştir [5, 9, 10]. Morfin, kodein, tebain, noskapin, oripavin ve papaverin en önemli alkaloidlerdendir. Morfin, kodein ve tebain phenanthrene grubu alkaloidler olduğu için uluslararası kontrol altındadır [3].

Türkiye'nin haşhaş ekim alanı, dünyada en fazla olmasına rağmen morfin üretimi bakımından daha az bir paya sahiptir. Bu durum ülkemizde üretilen haşhaş kapsül veriminin ve morfin oranının diğer ülkelere göre, daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır. Dünyada haşhaştan tıbbi ve bilimsel amaçlı elde edilen alkaloid ve türevlerinin yıllık talebi yaklaşık 500-550 ton civarındadır. Ülkemizde piyasanın yasal alkaloid gereksinimini karşılamak amacıyla kurulan Afyon Alkaloidleri Fabrikasında yurt içinde üretilen 20-25 bin ton kuru haşhaş kapsülleri işlenerek yılda 80-100 ton civarında morfin üretimi gerçekleştirilmektedir [1].

Bu çalışma, haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin Line × Tester (çoklu dizi) yöntemine

göre melezlenmesiyle elde edilen F₁ melezlerinde alkaloid özelliklerini tespit etmek ve ülkemiz tarımında yaygın olarak üretimi yapılan haşhaş çeşitlerinin melezlenmesiyle; alkaloid oranlarının yanı sıra kapsül ve tohum verimi bakımından ülke ortalamasından daha yüksek genotipler geliştirmek ve ileride bu konuda yapılacak çeşit ıslahı çalışmalarına yardımcı olabilmek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Araştırmada bitki materyali olarak Ofis 8, Ofis NP, Ofis 4, TMO 1, TMO T (ana/line) ve Ofis 1 ve Ofis 2 (baba/tester) haşhaş çeşitleri kullanılmıştır. Çalışmada line × tester melezleme yöntemi uygulanarak elde edilen 10 adet F₁ melez ve 7 adet ebeveyn araştırmanın genetik materyalini oluşturmuştur.

Metot

Araştırmanın materyalini oluşturacak melez tohumların elde edilmesi için ebeveyn olarak kullanılan 7 haşhaş çeşidi, 16.10.2015 tarihinde Tokat-Kazova şartlarında Orta Karadeniz Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne ait deneme tarlasında ekilmiştir. Denemede kullanılan çeşitler 3 m boyunda 2 sıra, 45 cm sıra arası, sıra üzeri daha sonra seyretme ile 10 cm, melezleme ve kendilemelerin kolaylıkla yapılabilmesi için çeşitler arasında 1 m boşluk bırakılarak 3 tekerrürlü olarak ekilmişlerdir. Baba ve ana olarak kullanılacak çeşitlerin çiçeklenme tarihlerinin birbirlerine denk getirilebilmesi için, tüm çeşitlerin ekimleri, 1 ay sonra 2 sıra olarak tekrarlanmıştır. Melezlemelerde line × tester yöntemi uygulanmış olup, melezleme sonucu elde edilen F₁ melez tohumlar ve kendilenmiş ebeveynler, kışlık olarak 11.10.2016 tarihinde Tesadüf Blokları Deneme Desenine göre 3 tekerrürlü, 3 m uzunluğunda, 2 sıra, 45 cm sıra arası, sıra üzeri daha sonra seyretme ile 10 cm olacak şekilde ekilmiştir. F₁ ve ebeveyn bitkilere ekim sırasında 6 kg/da N, 6 kg/da P 20-20-0 Kompoze NP gübresi ve 1. çapa öncesinde de 6 kg/da N (Amonyum Nitrat) olacak şekilde sabit gübre dozu uygulanmıştır. Vejetasyon dönemi içerisinde 2 kez çapalama ve tekleme işlemi uygulanmıştır. Yabancı ot mücadelesi sıra aralarında değişik zamanlarda elle, ara yolların ot

mücadelesi ise rotavatör aletiyle yapılmıştır. Kök çürüklüğü, mildiyö ve yaprak biti için değişik dönemlerde ilaçlama yapılmıştır. Hasat olumuna gelen bitkilerin hasadı 18.07.2017 tarihinde parsellerdeki kapsüller elle toplanarak yapılmıştır. Toplanan kapsüller bıçak yardımıyla kesilerek harmanlanmıştır. Alkaloid analizleri Bolvadin Alkaloid Fabrikası Laboratuvarında HPLC cihazında, yapılmıştır.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Haşhaş ebeveyn ve F₁ melez kombinasyonlarında morfin (%), kodein (%), oripavin (%), tebain (%) papaverin (%) ve noskapin (%) oranlarına ilişkin varyans analizi kareler ortalaması değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Haşhaş melez kombinasyonları ve ebeveynlerde morfin (%), kodein (%), oripavin (%), tebain (%) ve papaverin (%) oranlarına ilişkin değerler istatistiksel olarak %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 1). Bu durum ebeveynler ve melez kombinasyonları için varyasyonun bulunduğunu göstermektedir. F₁ melez kombinasyonları ve ebeveynlerinin morfin (%), kodein (%), oripavin (%), tebain (%) ve papaverin (%) ve noskapin (%) oranlarına ait ortalama değerleri Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 2'de görüldüğü gibi, ebeveyn ve melezlerin morfin oranına ilişkin ortalama değerler %0.815-2.161 arasında değişmiş, ortalama %1.398 bulunmuştur. Ebeveynlerde ortalama morfin oranı %1.070, melez kombinasyonlarında ise %1.628 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek morfin oranı çeşitlerde Ofis 1, melez kombinasyonlarında ise Ofis NP × Ofis 1 melezinde bulunmuştur. En düşük morfin oranı çeşitlerde TMO 1, melezlerde TMO 1 × Ofis 2'de belirlenmiştir. Çalışmada melezlerin ortalama değerinin ebeveynlerin ortalama değerinden yüksek çıkması melez gücünün morfin oranına pozitif etkisini göstermektedir. Osalou [11], farklı 17 haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşidini karşılaştırmak amacıyla yapılan çalışmada, morfin oranı %0.434-0.990 olarak, Yazici [16], bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) diallel melezlerinde verim ve kalite özellikleri ile heterosis etkisinin incelendiği 2 yıllık çalışmada, 1. yılı ebeveyn ve F₁ melez kombinasyonlarında morfin oranı %0.35-1.40 arasında, ortalama %0.76 olarak, 2. yıl %0.42-1.66 arasında ortalama %0.92 olarak bildirmiştir. İpek [7], seçilmiş

yüksek morfinli haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarının bazı bitkisel ve tarımsal özelliklerini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada, morfin oranı %0.32-0.76 arasında bulunmuştur. Yadav ve ark. [13], yapılan çalışmada kapsül verimi ve kapsül çapı ile morfin içeriği arasında pozitif korelasyon olduğu bildirilmiştir. Böylece melez kombinasyonlarda, hem yüksek kapsül verimi hem de morfin içeriği için üstün çeşitler geliştirilebilir.

Kodein oranına ilişkin ortalama değerler %0.000-0.218 arasında değişmiş, ortalama %0.059 olarak bulunmuştur. Ebeveynlerde ortalama kodein oranı %0.046, melezlerin %0.068 olarak tespit edilmiştir. Çeşitlerde en yüksek kodein oranı Ofis 1, en düşük Ofis 2, melez kombinasyonlarda ise en yüksek Ofis NP × Ofis 1, en düşük Ofis 4 × Ofis 2'de bulunmuştur. Yapılan araştırmalarda Karabük [8], kodein oranını %0.000-0.078 olarak, Özgen ve ark. [12], kodein oranı %0.00-0.23 olarak bildirmiştir.

Oripavin oranına ilişkin ortalama değerler %0.000-0.109 arasında değişmiştir. En yüksek oripavin oranı TMO T çeşidinde bulunmuştur. Bu çalışmada melez kombinasyonlarında oripavin bulunmamıştır.

Tebain oranına ilişkin ortalama değerler %0.000-0.491 arasında değişmiş, ortalama 0.066 bulunmuştur. Çeşitlerin tebain oranı ortalaması %0.110, melezlerin ortalaması 0.035 bulunmuştur. Çeşitlerde en yüksek tebain oranı TMO T, en düşük Ofis 2 çeşidinde bulunmuştur. Melez kombinasyonlarında en yüksek tebain oranı Ofis NP × Ofis 1 melezinde bulunmuştur. Yazici ve Yılmaz [14], kışlık ve yazlık olarak ekilen bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinde yazlıklarda, tebain oranını %0.02-0.11, kışlıklarda, tebain oranını %0.01-0.06, arasında olduğunu bildirmiştir. Alaca [4], tebain oranını en düşük rozet 1 döneminde tüm bitkide %0.002, en yüksek olgunlaşma döneminde kapsülde %1.01 olarak tespit etmiştir.

Papaverin oranına ilişkin ortalama değerler %0.00-0.122 arasında değişmiş, ortalama %0.016 bulunmuştur. Çeşitlerin ortalaması %0.016, melezlerin ortalaması %0.015 olarak belirlenmiştir. En yüksek papaverin oranı çeşitlerde Ofis 1, melez kombinasyonlarında ise Ofis 8 × Ofis 1 melezinde bulunmuştur. Yazici ve ark. [15], çeşitlerde papaverin oranını %0.01-0.09, genotiplerde papaverin oranını %0.004-0.21 olarak bildirilmiştir.

Noskapin oranına ilişkin ortalama değerler %0.000-0.183 arasında değişmiş, ortalama

%0.037 olarak tespit edilmiştir. Çeşitlerin ortalaması %0.025, melezlerin ortalaması %0.045 olarak bulunmuştur. En yüksek noskapin oranı çeşitlerde Ofis 1, melezlerde TMO 1 × Ofis 2

melezinde görülmüştür. Karabük [8], yaptığı çalışmada noskapin oranını %0.00-0.43 olarak bildirmiştir.

Çizelge 1. F₁ melez kombinasyonları ve ebeveynlerinin alkaloid oranlarına ilişkin varyans analizi kareler ortalaması değerleri ve önemlilik düzeyleri

Table 1. Mean squares of variance analysis regarding alkaloid ratios of F₁ hybrid combinations and their parents and significance levels

Varyasyon kaynakları Variation sources	SD DF	Morfin Morphine	Kodein Codeine	Oripavin Oripavine	Tebain Thebaine	Papaverin Papaverine	Noskapin Noskapine
Tekerrürler / Repeats	2	0.056	0.00035	0.00015	0.0026	0.0008	0.018
Genotipler / Genotypes	16	0.480**	0.011**	0.002**	0.043**	0.0028**	0.008
Hata / Error	30	0.024	0.002	0.0001	0.0043	0.0007	0.0123
CV (%)		10.93	84.74	181.81	100.00	170.88	298.38

*0.05 düzeyinde önemli, (**): 0.01 düzeyinde önemli. Significant at the level of 0.05, (**): Significant at the level of 0.01.

Çizelge 2. Ebeveynlerin ve F₁ melez kombinasyonların alkaloid oranlarına ilişkin ortalama değerleri

Table 2. Mean values of regarding alkaloid ratios of F₁ hybrid combinations and their parents

Ebeveynler/Melezler Parents/Crosses	Morfin Morphine	Kodein Codeine	Oripavin Oripavine	Tebain Thebaine	Papaverin Papaverine	Noskapin Noskapine
Ofis 1	1.545d-e	0.126b-c	0.000b	0.143b	0.049b	0.080
Ofis 2	1.515d-e	0.000e	0.000b	0.000c	0.009b-c	0.000
Ofis 4	0.973f	0.000e	0.000b	0.000c	0.000c	0.023
Ofis 8	0.907f	0.035d-e	0.000b	0.056b-c	0.000c	0.000
Ofis NP	0.873f	0.096b-d	0.002b	0.076b-c	0.021b-c	0.043
TMO 1	0.815f	0.001d-e	0.002b	0.006c	0.002b-c	0.001
TMO T	0.863f	0.063c-e	0.109a	0.491a	0.033b-c	0.027
Ofis 4 × Ofis 1	1.654c-d	0.088b-d	0.000b	0.000c	0.000c	0.000
Ofis 4 × Ofis 2	1.367e	0.000e	0.000b	0.000c	0.000c	0.000
Ofis 8 × Ofis 1	1.595c-e	0.047c-e	0.000b	0.000c	0.122a	0.057
Ofis 8 × Ofis 2	1.338e	0.019d-e	0.000b	0.000c	0.012b-c	0.000
Ofis NP × Ofis 1	2.161a	0.218a	0.000b	0.156b	0.000c	0.130
Ofis NP × Ofis 2	1.646c-d	0.157a-b	0.000b	0.073b-c	0.021b-c	0.000
TMO 1 × Ofis 1	1.694b-d	0.057c-e	0.000b	0.025c	0.000c	0.000
TMO 1 × Ofis 2	1.054f	0.039d-e	0.000b	0.000c	0.000c	0.183
TMO T × Ofis 1	1.930a-b	0.055c-e	0.000b	0.084b-c	0.000c	0.078
TMO T × Ofis 2	1.840b-c	0.000e	0.000b	0.018c	0.000c	0.000
Çeşitlerin ortalaması / Average of varieties	1.070	0.046	0.016	0.110	0.016	0.025
Melezlerin ortalaması / Average of hybrids	1.628	0.068	0.000	0.035	0.015	0.045
Genel ortalama / Overall average	1.398	0.059	0.007	0.066	0.016	0.037
LSD (0.05)	0.25	0.08	0.01	0.10	0.04	0.18

SONUÇ

Bu çalışmada 7 haşhaş çeşidi Ofis 8, Ofis NP, Ofis 4, TMO 1, TMO T çeşitleri (ana/line), Ofis 1 ve Ofis 2 çeşitleri (baba/tester) ile bunlardan Line × Tester (Çoklu dizi) yöntemine göre melezlenmesiyle elde edilen 10 adet F₁ melez kombinasyonu kullanılmıştır. Araştırmada incelenen özelliklerin ortalama bulgularına göre değerlendirme yapıldığında, en uygun ebeveynlerin morfin oranı bakımından Ofis 1 ve Ofis 2 çeşitleri ile tebain oranı bakımından TMO T çeşidi, haşhaş melez hatlarında ise morfin oranı bakımından %1,5 üzerinde olan; Ofis NP × Ofis 1, TMO T × Ofis 1, TMO T × Ofis 2, TMO 1 × Ofis

1, Ofis 4 × Ofis 1 ve Ofis NP × Ofis 2 melezleri, kodein ve tebain oranı bakımından Ofis NP × Ofis 1, papaverin oranı bakımından Ofis 8 × Ofis 1 ve noskapin oranı bakımından TMO 1 × Ofis 2 melez kombinasyonların ön plana çıktığı görülmüştür. Belirlenen bu melez kombinasyonlar üzerinde ıslah çalışmaları yapılarak alkaloid oranı daha yüksek çeşitler geliştirilebilir.

KAYNAKLAR

1. Anonim, 2015. 2014 yılı haşhaş sektör raporu. Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.

2. Anonim, 2016. 2016 yılı haşhaş sektör raporu. *Toprak Mahsulleri Ofisi Genel Müdürlüğü, Ankara.*
3. Anonim, 2018. The opium alkaloids. United Nations Office on Drugs and Crime Pages, 13 to 14. (<https://www.unodc.org/unodc/en/data-and-analysis/bulletin>).
4. Alaca, F., 2015. Farklı haşhaş tiplerinde alkaloidler yönünden morfolojik ve ontogenetik varyabilite (Doktora Tezi). *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.*
5. Çelik, İ., 2011. Development of SSR markers in poppy (*Papaver somniferum* L.). *Master of Science in Molecular Biology and Genetics, İzmir.*
6. Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., Babaç, M.T., 2012. Türkiye bitkileri listesi (damarlı bitkiler). *Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını, İstanbul.*
7. 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 Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.*
8. Karabük, B., 2012. Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) genotiplerinde ekim sıklığı ile azotlu gübrelemenin tarımsal ve kalite üzerine etkileri (Doktora Tezi). *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Bölümü, Samsun.*
9. Mishra, B.K., Rastogi, A., Siddiqui, A., Srivastava, M., Verma, N., Pandey, R., Sharma, N.C., Shukla, S., 2013. Opium poppy: Genetic upgradation through intervention of plant breeding techniques. *10.5772/53132.*
10. Marciano, M.A., Panicker, S.X., Liddil, G.D., Lindgren, D., Sweder, K.S., 2018. Development of a method to extract opium poppy (*Papaver somniferum* L.) DNA from heroin. *Scientific reports, 2590./10.1038/s41598-018-20996-9.*
11. Osalou, A.R., 2015. Tescilli haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin tarımsal değerlerinin karşılaştırılması (Doktora Tezi). *Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, Ankara.*
12. Özgen, Y., Arslan, N., Bayraktar, N., 2017. F₃ kademesindeki haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarının verim ve alkaloid oranlarının karşılaştırılması. *12. Tarla Bitkileri Kongresi, Kahramanmaraş.*
13. Yadav, H.K., Shukla, S., Rastogi, A., Singh, S.P., 2007. Assessment of diversity in new genetic stock of opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *The Indian Journal of Agricultural Sciences, 77:537-539.*
14. Yazici, L., Yılmaz, G., 2017. Determination of alkaloids and oil rates of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties cultivated as winter and summer. *Int. J. Sec. Metabolite 4(3):359-362.*
15. Yazici, L., Yılmaz, G., Gökalp, S., 2017. Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve genotiplerinin alkaloid ve yağ oranlarının belirlenmesi. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimler Dergisi 20(Özel Sayı):313-317.*
16. Yazici, L., 2018. Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) diallel melezlerinde verim ve kalite özellikleri ile heterosis etkisinin incelenmesi (Doktora Tezi). *Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tokat.*