

ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) ÇEŞİT VE HATLARINDAN ELDE
EDİLECEK AFYON SAKIZINDA ALKALOİD MUHTEVASININ VE
VERİMİNİN BELİRLENMESİ

Ozan DOĞAN

TARLA BİTKİLERİ ANABİLİM DALI

ANKARA
2025

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Doktora Tezi

HAŞHAŞ (*Papaver somniferum* L.) ÇEŞİT VE HATLARINDAN ELDE EDİLECEK AFYON SAKIZINDA ALKALOİD MUHTEVASININ VE VERİMİNİN BELİRLENMESİ

Ozan DOĞAN

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarla Bitkileri Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR

Bu araştırma, haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve hatlarından elde edilecek afyon sakızında alkaloid muhtevası ve veriminin belirlenmesi amacıyla TMO AAF İşletme Müdürlüğü deneme ve ıslah alanında 2020-21 ve 2021-22 yılları vejetasyon döneminde (eylül-ağustos) kışlık olarak yürütülmüştür. Denemede tescilli 14 Türk haşhaş çeşidi ve AÜZF Tarla Bitkileri Bölümü'ne kayıtlı 2 hat, genetik materyal olarak kullanılmıştır. Araştırma, Tesadüf Blokları Faktöriyel Deneme Deseni'ne göre 4 tekerrürlü olarak kurulmuştur. Denemde 16 genotipte çizim yapılan ve yapılmayan parseller ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Parseller 5 m uzunluğunda 6 sıra, sıra üzeri 15 cm olup sıra arası 45 cm olacak şekilde ekim yapılmıştır. Çalışmada tohum rengi, bitki başına kapsül verimi ve tohum verimi; dekara kapsül, tohum, morfin, noskapin ve tebain verimi; afyon sakızı verimi; afyonda morfin, noskapin ve tebain oranı, yağ oranı ve dekara yağ verimi incelenmiştir. Bitki başına kapsül verimi 2.14-3.50 g, bitki başına tohum verimi 2.76-4.99 g, dekara kapsül verimi 48.28-17-71.06 kg/da, tohum verimi 46.91-61.87 kg/da, morfin verimi 194-745 g/da, noskapin verimi 7.40-535.7 g/da, tebain verimi 10.73-661.4 g/da, afyon sakızı verimi 618- 1456 g/da; afyon sakızında morfin oranı %7.51-20.26, noskapin oranı % 0.10-7.32, tebain oranı %0.21- 5.81, yağ oranı %46.02-52.19, yağ verimi 22.42-31.15 kg/da arasında değişmiştir. Afyon sakızında morfin oranı bakımından Ofis 1 (%20.26), noskapin bakımından Ofis NP (%7.32) ve tebain bakımından TMO T (%5.81); afyon sakızında ise Ofis 2 (1456 g/da) çeşidi öne çıkmıştır. Ülkemizde 1974 yılından itibaren haşhaş kapsülü çizilerek afyon sakızı elde edilmesi yasaktır. Bu araştırma için TMO'dan "özel izin" alınmış ve çizimler TMO kontrolünde gerçekleştirilmiştir.

Şubat 2025, 109 sayfa

Anahtar Kelimeler: Afyon Sakızı, Kapsül, Alkaloid, Morfin, Noskapin, Tebain

ABSTRACT

PhD Thesis

IDENTIFICATION OF ALKALOID CONTENT AND YIELD OF OPIUM GUM TO BE OBTAINED FROM POPPY (*Papaver somniferum* L.) VARIETY AND ITS LINES

Ozan DOĞAN

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Field Crops

Supervisor: Prof. Dr. Nilgün BAYRAKTAR

This research was conducted as a winter cultivation study (September-August) during the 2020-21 and 2021-22 vegetation season in Turkish Grain Board Opium Alkaloids Plant Management trial and breeding plots with the aim of determining alkaloid content and yield of opium derived from poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties and lines. The experiment, was designed using Trial Randomized Block Design with 4 repetitions. The plots where lancing was done and plots where lancing wasn't done in 16 genotypes were evaluated, seperately. The plots were planted in 6 rows of 5 m length, with 15 cm in-rows and 45 cm between rows. In the study, the colour of seed, capsule and seed yield per plant, capsule, seed, morphine, noscapine and thebaine yield per decare, opium yield, the content of morphine, noscapine and thebaine, oil ratio and oil yield per decare were examined. The capsule yield was 2.14-3.50 g per plant, seed yield was 2.76-4.99 g per plant, capsule yield was 48.28-17-71.06 kg/da, seed yield was 46.91-61.87 kg/da, morphine yield 194-745 g/da, noscapine yield 7.40-535.7 g/da, thebaine yield 10.73-661.4 g/da, opium yield 618- 1456 g/da per decare and morphine content in opium varied between %7.51-20.26, noscapine content varied between % 0.10-7.32, thebaine content ranged between %%0.21- 5.81, oil content varied between %46.02-52.19, oil yield varied between 22.42-31.15 kg/da. In terms of morphine content in opium Ofis 1 (%20.26) was prominent, in terms of noscapine Ofis NP (%7,32) was prominent and in terms of thebaine TMO T (%5.81) was prominent and in opium Ofis 2 (1456 g/da) was prominent. It is forbidden to derive opium by lancing poppy capsule in Türkiye since 1974. A “special permission” was obtained from TMO and lancing was carried out under the supervision of TMO.

Feburary 2025, 109 pages

Key Words: Opium Gum, Capsule, Alkaloid, Morphine, Noscapine. Thebain

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmam süresince bana desteğini esirgemeyen, başta değerli danışmanım Prof. Dr. Nilgün Bayraktar (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri ABD) lisans eğitimimden beri süre gelen desteği ve akademik tecrübesi ile çalışmalarına sağladığı katkılardan dolayı minnettarım. Ayrıca tez izleme komitesinde yer alan kıymetli hocalarım Doç. Dr. Sibel Day'a (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri ABD) ve Prof. Dr. Belgin Çoşge Şenkal'a (Bozok Üniversitesi Tarla Bitkileri ABD) en içten teşekkürlerimi sunarım. Haşhaş kariyerime adım attığım günden bu yana desteğini ve bilgisini benimle paylaşan Ankara Üniversitesi'ndeki değerli hocam Prof. Dr. Neşet Arslan'a (Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri ABD), doktora çalışmam süresince arazi ve bilimsel konulardaki yönlendirmeleri, engin tecrübesi ve bilge kişiliğiyle haşhaş bitkisini araştırma üzerine sağladığı katkılardan dolayı minnettarım. Tez çalışmalarımın kurulmasında ve alkaloid analizlerinde destek sağlayan TMO Yönetim Kurulu Başkanı ve Genel Müdürü Ahmet Güldal, TMO Genel Müdür Yardımcısı Ümit Orhan, Daire Başkanı Erdoğan Kılıç, Şube Müdürüm Fatih Göçmen, Haşhaş Islah ve Tohumluk Üretim Şube Müdürü Fatih Leblebici, Şube Müdürü İsmail Bütün ve Ziraat Mühendisi Nurettin Paran'a teşekkür ederim. Ayrıca, bu süreçte en büyük desteği veren eşim Aynur, kızım İpek ve oğlum Demir'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ozan DOĞAN
Ankara, Şubat 2025

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	iv
SİMGELER DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
1. GİRİŞ	1
1.1 Haşhaş ve Morfin	1
1.2 Haşhaş Tohumu.....	2
1.3 Alkaloid ve Türevleri	3
1.4 Türkiye’de Haşhaşın Tarihi ve Uygulamaları.....	3
1.5 Haşhaş Bitkisi İle İlgili Genel Bilgiler	5
1.6 Türkiye’de Haşhaş Tarımı	7
1.7 Dünya Haşhaş, Alkaloid ve Opiyat Hammadde Durumu	7
1.8 Afyon Sakızı.....	11
1.9 Afyon Kullanımı ve Alkaloid Üretimi	13
2. KAYNAK ÖZETLERİ	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	23
3.1 Deneme Yeri ve Toprak Özellikleri.....	23
3.2 Deneme Yerinin İklim Özellikleri.....	23
3.3 Materyal	25
3.4 Yöntem	29
3.5 Morfolojik Gözlemler	30
3.5.1 Tohum rengi	30
3.6 Verim.....	30
3.6.1 Bitki başına kapsül verimi (g)	30
3.6.2 Bitki başına tohum verimi (g)	31
3.6.3 Kapsül verimi (kg/da)	31
3.6.4 Tohum verimi (kg/da)	31
3.6.5 Morfin verimi (g/da)	31
3.6.6 Noskapin verimi (g/da)	31
3.6.7 Tebain verimi (g/da).....	32
3.7 Alkaloid Analizleri	32
3.7.1 Kapsülde alkaloit analizleri.....	32
3.7.2 Afyon sakızında alkaloit analizi.....	33
3.7.3 Afyon sakızı verimi (g/da)	33
3.7.4 Afyonda morfin oranı (%).....	33
3.7.5 Afyonda noskapin oranı (%).....	33

3.7.6 Afyonda tebain oranı (%).....	34
3.7.7 Afyonda diğer alkaloidlerin oranları (%).....	34
3.8 Tohum İle İlgili İncelenen Parametreler.....	34
3.8.1 Yağ oranı (%).....	34
3.8.2 Yağ verimi (kg/da).....	34
3.8.3 Bin tohum ağırlığı (g).....	34
3.9 Verilerin Değerlendirilmesi.....	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	36
4.1 Morfolojik Gözlemler	36
4.1.1 Tohum rengi	36
4.2 Verim.....	38
4.2.1 Bitki başına kapsül verimi (g)	38
4.2.2 Bitki başına tohum verimi (g)	44
4.2.3 Kapsül verimi (kg/da)	49
4.2.4 Tohum verimi (kg/da)	54
4.2.5 Morfin verimi (g/da)	60
4.2.6 Noskapin verimi (g/da)	65
4.2.7 Tebain verimi (g/da).....	71
4.3 Afyon Sakızında Alkaloidler	76
4.3.1 Afyon sakızı verimi (g/da)	76
4.3.2 Afyon sakızında morfin oranı (%)	79
4.3.3 Afyon sakızında noskapin oranı (%).....	82
4.3.4 Afyon sakızında tebain oranı (%).....	85
4.4 Tohum Parametreleri	88
4.4.1 Yağ oranı (%).....	88
4.4.2 Yağ verimi (kg/da).....	92
4.4.3 Bin tohum ağırlığı (g).....	96
5. SONUÇ.....	100
KAYNAKLAR	103
ÖZGEÇMİŞ.....	109

SİMGELER DİZİNİ

m	Metre
m ²	Metrekare
kg	Kilogram
g	Gram
ha	Hektar
da	Dekar
°C	Santigrad derece
mm	Mili metre
%	Yüzde

Kısaltmalar

INCB	International Narcotic Control Board
TMO	Toprak Mahsulleri Ofisi
BKK	Bakanlar Kurulu Kararı
AAF	Afyon Alkaloit Fabrikası
AÜZF	Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
BM	Birleşmiş Milletler
HPLC	High-Performance Liquid Chromatography
N	Azot
P ₂ O ₅	Diamonyum Fosfat
K.T.	Kareler Toplamı
K.O.	Kareler Ortalaması
S.D.	Serbestlik Derecesi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Haşhaş bitkisinin antik döneme ait görüntüsü	1
Şekil 1.2 Morfin ve türevleri ihracat değerleri (Anonim, 2023b).	2
Şekil 1.3 Haşhaş kapsülünde bazı önemli alkaloid yapıları (Gümüştü ve ark., 2008).	6
Şekil 1.4 Türkiye’de yasal haşhaş ekim illeri (TMO, 2024).	7
Şekil 1.5 Dünya yasal haşhaş ekim alanları (2018-22) (%)	8
Şekil 1.6 Dünya morfine eşdeğer opiyat hammadde üretimi (2018-2022) (%)	9
Şekil 1.7 Haşhaş kapsülünde kullanılan çizim bıçakları (İlisulu, 1973).	11
Şekil 1.8 Haşhaş kapsülünün çizim sonrası görünümü	12
Şekil 3.1 Deneme alanının hazırlanması-1.	26
Şekil 3.2 Deneme alanının hazırlanması-2.	27
Şekil 3.3 Deneme yerinin toprak yapısı	27
Şekil 3.4 Denemede kullanılan gübre çeşidi	28
Şekil 3.5 Deneme alanında haşhaş bitkisi çıkışları	28
Şekil 3.6 Deneme materyalline ait kapsüllerin yatay çizim modelleri	29
Şekil 4.1 Genotiplerin yıllara göre tohum renk görseli	37
Şekil 4.2 Genotiplerin 1. yıl bitki başına kapsül verimi dağılımı (g)	41
Şekil 4.3 Genotiplerin 2. yıl bitki başına kapsül verimi dağılımı (g)	43
Şekil 4.4 Genotiplerin 1. yıl bitki başına tohum verimi dağılımı (g)	46
Şekil 4.5 Genotiplerin 2. yıl bitki başına tohum verimi dağılımı (g)	48
Şekil 4.6 Genotiplerin 1. yıl kapsül verimi dağılımı (kg/da)	51
Şekil 4.7 Genotiplerin 2. yıl kapsül verimi dağılımı (kg/da)	53
Şekil 4.8 Genotiplerin 1. yıl tohum verimi dağılımı (kg/da)	57
Şekil 4.9 Genotiplerin 2. yıl tohum verimi dağılımı (kg/da)	59
Şekil 4.10 Genotiplerin 1. yıl morfin verimi dağılımı (g/da)	62
Şekil 4.11 Genotiplerin 2. yıl morfin verimi dağılımı (g/da)	64
Şekil 4.12 Genotiplerin 1. yıl noskapin verimi dağılımı (g/da)	68
Şekil 4.13 Genotiplerin 2. yıl noskapin verimi dağılımı (g/da)	70
Şekil 4.14 Genotiplerin 1. yıl tebain verimi dağılımı (g/da)	73
Şekil 4.15 Genotiplerin 2. yıl tebain verimi dağılımı (g/da)	75
Şekil 4.16 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızı verimi dağılımı (g/da)	78

Şekil 4.17 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızında morfin oranı dağılımı (%).....	81
Şekil 4.18 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızında noskapin oranı dağılımı (%)	84
Şekil 4.19 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızında tebain oranı dağılımı (%).....	87
Şekil 4.20 Genotiplerin 1. ve 2. yıl yağ oranı dağılımı (%)	91
Şekil 4.21 Genotiplerin 1. ve 2. yıl yağ verimi dağılımı (kg/da)	95
Şekil 4.22 Genotiplerin 1. ve 2. yıl bin tohum ağırlığı dağılımı (g)	99

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 Araştırma yerinin deneme yıllarına ait toprak analiz sonuçları	23
Çizelge 3.2 Deneme alanında yıllara göre aylık iklim değerleri.....	24
Çizelge 3.3 Denemede kullanılan genotiplerin özellikleri.....	26
Çizelge 3.4 Deneme yıllarına ait ekim, kapsül çizimi ve hasat tarihleri.....	30
Çizelge 4.1 Deneme materyallerinin yıllarına ait tohum rengi dağılımı.....	36
Çizelge 4.2 Genotiplerin iki farklı yıla ait bitki başına kapsül verimi varyans analizi ...	38
Çizelge 4.3 Genotiplerin 1. yıl bitki başına kapsül verimi (g)	40
Çizelge 4.4 Genotiplerin 2. yıl bitki başına kapsül verimi (g)	42
Çizelge 4.5 Genotiplerin iki farklı yıla ait bitki başına tohum verimi varyans analizi ...	44
Çizelge 4.6 Genotiplerin 1. yıl bitki başına tohum verimi (g)	45
Çizelge 4.7 Genotiplerin 2. yıl bitki başına tohum verimi (g)	47
Çizelge 4.8 Genotiplerin iki farklı yıla ait kapsül verimi varyans analizi	49
Çizelge 4.9 Genotiplerin 1. yıl kapsül verimi (kg/da).....	50
Çizelge 4.10 Genotiplerin ikinci yıl kapsül verimi (kg/da).....	52
Çizelge 4.11 Genotiplerin iki farklı yıla ait tohum verimi varyans analizi.....	54
Çizelge 4.12 Genotiplerin birinci yıl tohum verimi (kg/da)	56
Çizelge 4.13 Genotiplerin ikinci yıl tohum verimi (kg/da).....	58
Çizelge 4.14 Genotiplerin iki farklı yıla ait morfin verimi varyans analizi	60
Çizelge 4.15 Genotiplerin 1. yıl morfin verimi (g/da)	61
Çizelge 4.16 Genotiplerin 2. yıl morfin verimi (g/da)	63
Çizelge 4.17 Genotiplerin iki farklı yıla ait noskapin verimi varyans analizi	65
Çizelge 4.18 Genotiplerin 1. yıl noskapin verimi (g/da).....	67
Çizelge 4.19 Genotiplerin 2. yıl noskapin verimi (g/da).....	69
Çizelge 4.20 Genotiplerin iki farklı yıla ait tebain verimi varyans analizi	71
Çizelge 4.21 Genotiplerin 1. yıl tebain verimi (g/da)	72
Çizelge 4.22 Genotiplerin 2. yıl tebain verimi (g/da)	74
Çizelge 4.23 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızı verimi varyans analizi	76
Çizelge 4.24 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızı verimi (g/da)	77
Çizelge 4.25 Genotiplerin iki farklı yıla ait morfin oranı varyans analizi	79
Çizelge 4.26 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızında morfin oranı (%)	80
Çizelge 4.27 Genotiplerin iki farklı yıla ait noskapin oranı varyans analizi.....	82

Çizelge 4.28 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızında noskapin oranı (%).....	83
Çizelge 4.29 Genotiplerin iki farklı yıla ait tebain oranı varyans analizi	85
Çizelge 4.30 Genotiplerin afyon sakızında tebain oranı (%)	86
Çizelge 4.31 Genotiplerin iki farklı yıla ait yağ oranı varyans analizi	88
Çizelge 4.32 Genotiplerin 1. yıl tohum yağ oranı (%).....	89
Çizelge 4.33 Genotiplerin 2. yıl tohum yağ oranı (%).....	90
Çizelge 4.34 Genotiplerin iki farklı yıla ait yağ verimi varyans analizi	92
Çizelge 4.35 Genotiplerin 1. yıl yağ verimi (kg/da)	93
Çizelge 4.36 Genotiplerin 2. yıl yağ verimi (kg/da)	94
Çizelge 4.37 Genotiplerin iki farklı yıla ait bin tohum ağırlığı varyans analizi	96
Çizelge 4.38 Genotiplerin 1. yıl bin tohum ağırlığı (g).....	97
Çizelge 4.39 Genotiplerin 2. yıl bin tohum ağırlığı (g).....	98

1. GİRİŞ

1.1 Haşhaş ve Morfin

İnsanlar, yaşamsal gereksinimlerini karşılamak ve sürdürmek için bitkileri farklı organlarıyla kullanmıştır. Zamanla avcı-toplayıcı topluluklardan modern tarım yapan çiftçilik durumuna dönüşmüş olup modern, endüstriyel tarım ve bitki ıslahı sayesinde bitkilerin anaçlarından daha üstün özelliklere sahip olmasını sağlamıştır. Devletlerin ve özel firmaların sahip oldukları veya temin ettikleri bitki türlerine yönelik ıslah çalışmaları, son dönemde yapay zeka kullanımı ve teknolojik gelişmeler sayesinde önemli bir seviyeye ulaşmıştır. Türkiye, yüzölçümü küçük olmasına rağmen, coğrafi konum, iklim ve topoğrafya gibi çeşitli nedenlerle, kendisinden geniş coğrafyalardan daha zengin bitki türlerini barındırmaktadır. Türlerinin fazla olması haşhaşın anavatanının Türkiye olduğu fikrini desteklemektedir. Arkeolojik çalışma (Perge Milattan önce II. Yüzyıl) ve günümüze ulaşan yazıtlarda (Şekil 1.1) Anadolu topraklarında yaklaşık 3000 yıldır haşhaş tarımının yapıldığı bilgisine ulaşılmıştır. (Güner ve ark., 2012; Eken, 2004; İncekara, 1954; Mazoyer ve Roudart, 2010).

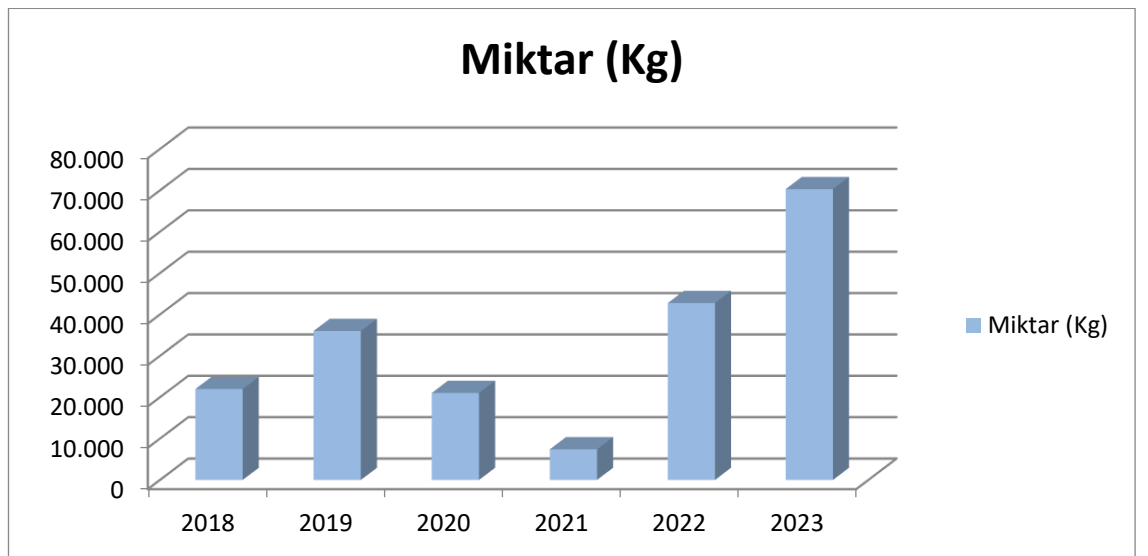


Şekil 1.1 Haşhaş bitkisinin antik döneme ait görüntüsü

Haşhaş bitkisi, Türkiye'de alkaloidleri ile tıbbi ve tohumuyla yağ bitkisi olarak önemlidir. Bitkinin tohumu; yağ üretimi için önemli bir hammadde olması yanında farklı bitkisel içerikli sektörlerde hammadde olarak da kullanılmaktadır. Haşhaş kapsülü ilaç endüstrisi için büyük değeri olan morfin ve diğer alkaloidleri içerir. Toprak Mahsulleri Ofisi'ne (TMO) bağlı Afyon Alkaloidleri Fabrikası'nda (AAF) kapsülden ekstrakte edilerek morfin ve morfin türev ürünleri olarak üretilmektedir. Bu üretim, ülkenin ilaç sektörü ihtiyacının yaklaşık %5'ini karşılamakta kalan %95'lik pay ise ABD, Avrupa Birliği ve diğer ülkelere ihraç edilmektedir. İhracat, "1961 TEK Sözleşmesi 80-20 kuralı" doğrultusunda geleneksel haşhaş üreticilerinden karşılanmaktadır. Türkiye, dünya morfin ihtiyacının %25'ini karşılayabilecek kapasiteye sahip olup 2018-2023 yıllarında 22-70 ton morfin ve türevlerinin ihracatıyla 10-12 milyon dolar döviz geliri elde etmiştir (Anonim, 2023b Şekil 1.5).

1.2 Haşhaş Tohumu

Haşhaş tohumu, sağlıklı yağ ve protein oranının yüksek oluşu ile dikkat çekmektedir. 2018-2023 yılları arasında 5-26 bin ton tohum ihracatı yapılmış ve bu ihracattan ortalama 18-90 milyon dolar arası döviz geliri elde edilmiştir. Tohumluk olarak; mavi tohum genelde Avrupa ülkeleri ve Rusya'ya, beyaz tohum ise Hindistan gibi ülkelere ihraç edilmiştir.



Şekil 1.2 Morfin ve türevleri ihracat değerleri (Anonim, 2023b)

1.3 Alkaloid ve Türevleri

Haşhaş kapsülünde alkaloid ve türevleri kimyasal yöntemler kullanılarak ekstraksiyon yoluyla elde edilebilmekte, fakat bu işlem süreci uzun olup, ekonomik özellikli olmamaktadır. Ancak, tıbbi alanda mutlaka gerekli olan alkaloidlerin temini için haşhaş kapsülünün bu şekil işlenmesine devam edilmektedir. Tıp ve eczacılık sektöründe; ilaç hammaddesi olarak ihtiyaç duyulan kodein, noskapin vb. alkaloidler, morfinin türevlerinin ayrıştırılmasıyla elde edilmektedir (Bajpaia ve ark., 2000; Dessagne-Penix ve Facchini, 2012). Son yıllarda, özellikle Avustralya'da ticari amaçlı faaliyet gösteren firmaların, kapsülde yüksek oranda kodein içeren çeşitlerle üretim yaptığı, INCB yayınlarında bahsedilmektedir (2022 INCB Raporu).

1.4 Türkiye’de Haşhaşın Tarihi ve Uygulamaları

Türkiye’de afyon sakızının üretimi ve ticareti 1933 yılına dek serbest iken 1933’te yürürlüğe giren 2253 sayılı Kanun’la “Uyuşturucu Maddeler İnhisar İdaresi” teşkil edilerek haşhaş tarımı 17 il ile sınırlandırılmış ve Bakanlar Kurulu Kararı (BKK) ile kontrol altına alınmıştır. 1933 yılında Türkiye’de 100.000 civarında afyon üreticisi aile vardı. Her hanede ortalama 6 kişi olduğu düşünülürse 600.000 kişinin afyon üretiminden gelir elde ettiği anlaşılmaktadır (Ceylan, 2022). 1938’de TMO kurulmuş ve uyuşturucu maddelerin inhisarı TMO’ya devredilmiş, 1959’da denetimli ekimi ile üretilen haşhaşa afyonun ham maddesinin tümünün yurt dışına satılması planlanmış ancak legal taleplerin karşılanamaması nedeniyle, 1960 yılında BKK ile 42 ilde haşhaş ekimi yaptırılmış daha sonrasında ise yasal olarak kademeli azaltılmıştır. 1970 yılında 7 ilde haşhaş ekimine izin verilmiş, 1971-74 yılları arasında ise tamamen yasaklanmıştır (Haşhaş kapsülünden afyon üretimi 1971 yılına kadar devam ederken, yasa dışı uyuşturucu ticaretiyle Türkiye’nin ilişkilendirilmesi sonrası söz konusu iddianın asılsız olduğunu kanıtlamak amacıyla 29 Haziran 1971 tarihli, 7/2654 sayılı Bakanlar Kurulu kararıyla tüm Türkiye’de haşhaş ekim yasağı uygulanmıştır).

1974 yılından itibaren hem ilaç ham maddesi ihtiyacının karşılanması hem de geçimini haşhaş üretimine dayandıran çiftçilerin yaşam koşullarını kolaylaştırmak için haşhaş ekim ve ham afyon üretimi tekrar yasal olmuş olup sadece 7 vilayette (Afyonkarahisar,

Burdur, Uşak, Isparta, Denizli, Kütahya illerinin tamamı ile Konya ilinin bazı ilçelerinde) tarımı yapılmıştır. Gelişen koşullar nedeniyle, güvenli üretim sağlamak amaçlı çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimi zorunludur. Haşhaş ekiminde hastalık-zararlılarla mücadele ve verim kaybının önlenmesi amacıyla münavebe sistemi zorunlu olarak uygulanmaktadır.

TMO tarafından 1981 yılında AAF İşletme Müdürlüğü kurulmuş ve 1986 yılında çizilmemiş haşhaş kapsülünden morfin ve türev ürünlerin üretilmesi faaliyetlerine geçilmiştir. Günümüzde hâlâ dünya genelinde en yüksek kapsül işleme kapasitesine sahip tesis olarak da tanımlanmaktadır (ortalama 25.000 ton/yıl kapasite).

Türkiye'de haşhaş ekili alanlar narkotik maddeler eldesi nedeniyle, ekim-hasat sürecinde güvenlik gerekçesiyle sıkı denetlenmekte ve bu durumun, uluslararası haşhaş üretimi alanında takdirle karşılandığı görülmektedir. Keza teknolojik gelişmeler sayesinde, haşhaş ekim başvuruları Haşhaş Üretim Başvuru Sistemi aracılığıyla çevrim içi olarak yapılmakta, ekim alanları uydu üzerinden haşhaşa özel yazılım sistemiyle etkin bir şekilde BM nezdinde güvenle karşılanan bir yöntemle denetlenmektedir. TMO tarafından yüksek morfin özellikli yerli Ofis 1 (mavi tohum) ve Ofis-2 (beyaz tohum) çeşitleri, sözleşmeli üretim modeli kapsamında üretilmekte, üretim maliyetlerinin düşürülmesi ve uluslararası opiyat hammadde pazar payının artırılması hedeflenmektedir. TMO tarafından ıslah çalışmaları tamamlanan ve yüksek tebain oranlı TMO-T, yüksek noskapin oranlı Ofis NP ve Ofis NM çeşitlerinin de yakın zamanda üreticiler tarafından üretilerek, uluslararası opiyat hammadde pazarına sunulmaları beklenmektedir.

Türkiye'de genellikle kıraç ve susuz alanlarda haşhaş üretimi yapılmakta, Afyonkarahisar, Konya ve Eskişehir gibi illerde ise sulama imkânı bulunan geniş alanlarda ekimi gerçekleştirilmektedir. Ülkemizde her yıl ortalama 50 bin üretici haşhaş üretim izni almakta ve üretici başına ortalama 8 dekar ekim yapılmaktadır.

Türkiye'de geleneksel üretimin yanı sıra, TMO tarafından üreticilere dağıtımı yapılan yüksek morfin içerikli OFİS-1 (mavi tohum) ve OFİS-2 (beyaz tohum) çeşitleriyle de sözleşmeli olarak ekim gerçekleştirilmekte ve üretim; izole olarak, Ankara-Polatlı ilçesi ve Konya-Çeltik ilçesinde yapılmaktadır. Sözleşmeli üretim, toplu alanlarda ve sulama

imkanına sahip tarlalarda yapılmakta olup, daha yüksek verim ve kapsülden daha fazla morfin elde edebilme amaçlanmaktadır.

Morfin eldesi; haşhaş alkaloidi üretiminde kritik bir kalite ölçütü olarak kabul edilmektedir. AAF'de işlenen, düşük morfin ihtiva eden geleneksel haşhaş kapsüllerinden (binde 3-4) ortalama 25 bin ton işlenerek yaklaşık 100 ton morfin üretilebilmektedir. Bu nedenle TMO tarafından geliştirilen ve morfin oranı %1 ila %2 arasında olan yüksek verimli haşhaş çeşitlerinin sözleşmeli üretim de kullanılmasıyla, haşhaş üretimi daha karlı bir hale gelebilmektedir.

Türkiye'de de içeriği zengin tıbbi ve aromatik bitki kaynakları olmakla beraber özellikle stratejik tıbbi bitki olan haşhaş tarımında uygulanan sözleşmeli üretim yöntemi, diğer tarım ürünlerine de model olmaktadır. Bu yöntemle AAF'de daha az haşhaş kapsülü işlenerek daha fazla morfin üretilebilecek ve ekonomik maliyetler düşürüldüğünde, uluslararası pazarda rekabetçi bir hammadde sağlayıcısı olarak, Türkiye'nin pazar payının artacağı da öngörülmektedir. Sözleşmeli üretim modelinde TMO'nun sertifikalı tohum dağıtımı yoluyla geniş alanlarda modern tarım teknikleri kullanarak üreticinin gelirinde artış sağlanmakta/sağlanacaktır.

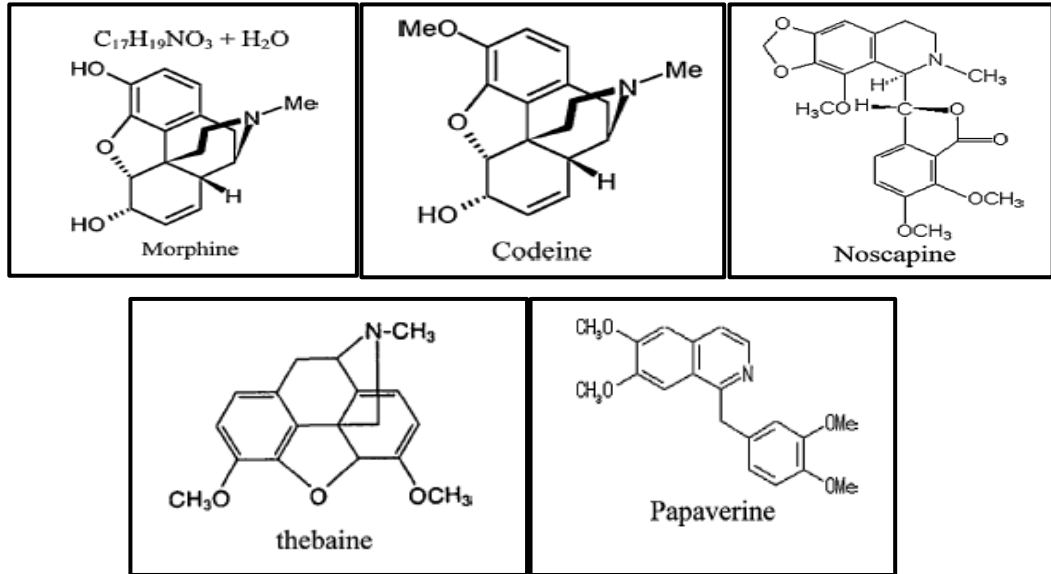
1.5 Haşhaş Bitkisi İle İlgili Genel Bilgiler

Haşhaş (*Papaver somniferum* L.), tek yıllık bitki olup birden fazla kapsül oluşturur. Gövdesi yeşil, çiçekleri ise beyaz, mor, lila ve kırmızı tonlardadır. Alkaloidler; tohum dışında diğer bitki kısımlarında ve özellikle kapsülünde farklı oranla bulunmakla beraber en yüksek oran kapsülde olup 80'den fazla alkaloid türevi vardır ve önemlisi morfin ve sırasıyla noskapin, tebain, kodein ve oripavindir. Antik çağlardan beri kullanılan ve farmasötik alkaloidlerin (morfin, kodein, tebain, noskapin, papaverin) ana kaynağıdır. Bu alkaloidler, narkotik, analjezik, sedatif, antitüsif ve damar genişletici özelliklere sahiptir. (Yadav ve ark.,2008) Haşhaş, diğer bitkiden farklı olarak çeşitli tohum renklerine sahiptir (örn. Sarı, mavi ve beyaz). Dünya genelinde ve ülkemizde kapsülden elde edilen opiyat hammaddelerinin ve tohumunun ticareti yapılmaktadır. Tohum içeriğinde sabit yağ %44.0-50.0, protein % 22.0-24.0, ham lif % 4.80-5.80 ve %5.6-6.0 kül bulunmaktadır. Tohum yağı; özellikle oleik ve linoleik yağ asitleri bakımından zengin ve açık sarı, altın

sarısı renktedir. Uluslararası tohum ticaretinde; beyaz ve mavi renkli tohum özellikle tercih edilmekte sarı renkli tohum ise daha çok yurt içinde yağı eldesi ve benzeri üretimde kullanılmaktadır. Türkiye’de özellikle sarı, beyaz ve mavi tohum üretimi vardır (Arslan ve ark., 2000; Arslan ve ark., 2008).

Hasat, kapsülün boğum yerinden kırılması suretiyle elle yapılır. Toplanan kapsüllerin kesimi yapılarak veya patoz benzeri makine kullanılarak tohumlar çıkarılır, kapsüller ise zorunlu ve yasal tek alıcı olan TMO’ya satılır. Tohum ticareti; üretici tarafından serbest piyasada satılmakta, ayrıca bitkinin kuru hali son yıllarda çiçekçilik sektöründe aranjman yapımında da kullanılmaktadır.

Kimya endüstrisinde ise, modern teknoloji kullanımlarıyla kapsülden ortalama yüz farklı alkaloid ekstrakte edilmektedir (Chatterjee ve ark., 2012). Tıp-eczacılık sektöründe popüler alkaloitler arasında morfin, kodein, tebain, oripavin, papaverin ile noskapin bulunmaktadır (Şekil 1.3). Afyon sakızında yer alan en yüksek etkin madde %45-90 oranıyla morfindir (Stranska ve ark., 2013). Ülkemizde yapılan bilimsel araştırmalarda, popülasyon-hat ve çeşitlerde en yüksek miktarın morfin olduğu, bunu diğer bir önemli alkaloid olan noskapin izlediği belirtilmiştir (Arslan ve ark., 2011).



Şekil 1.3 Haşhaş kapsülünde bazı önemli alkaloid yapıları (Gümüşçü ve ark., 2008)

1.6 Türkiye’de Haşhaş Tarımı

Türkiye’de halen yürürlükte olan 20 Haziran 2015 tarihli ve 7725 sayılı BKK kapsamında, Afyonkarahisar, Amasya, Burdur, Çorum, Denizli, Isparta, Uşak, Tokat, Kütahya illerinin bütünü; ayrıca Balıkesir’in “Balya, Bigadiç, Dursunbey, İvrindi, Kepsut, Şavaştepe ve Sındırgı” ilçelerinde; Eskişehir’in “Çifteler, Beylikova, Alpu, Günyüzü, Mahmudiye, Han, Mihalıççık, Seyitgazi ve Sivrihisar” ilçelerinde; Konya’nın “Ahırlı, Akören, Akşehir, Beyşehir, Derbent, Doğanhisar, Hüyük, Ilgın, Kadınhanı, Seydişehir, Tuzlukçu, Yalıhüyük, Yunak” ilçelerinde ve Manisa’nın “Yunusemre, Şehzadeler, Demirci, Gördes, Köprübaşı, Selendi, Kula ve Sarıgöl” ilçelerinde yasal olarak haşhaş tarımı yapılmaktadır (Şekil 1.4).



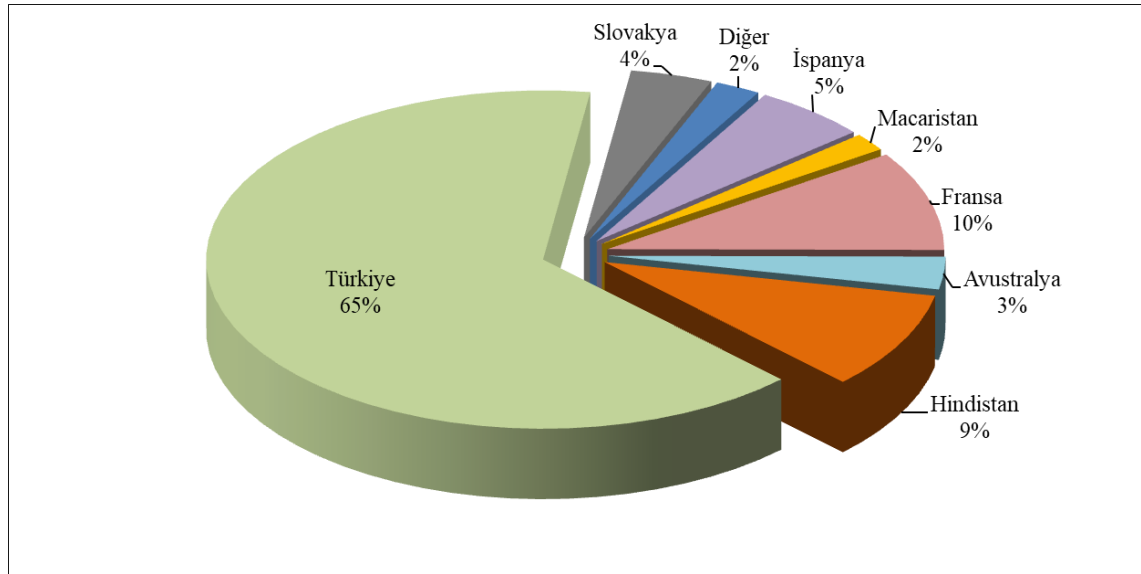
Şekil 1.4 Türkiye’de yasal haşhaş ekim illeri (TMO, 2024)

1.7 Dünya Haşhaş, Alkaloid ve Opiyat Hammadde Durumu

Dünyada haşhaş ekim ve üretiminde farklı uygulamalar mevcuttur. Bazı ülkeler sadece gıda amaçlı tohum üretirken, bazıları ise hem tohum ticareti hem de kapsülden alkaloid üretimi için ekim yapmaktadır. Türkiye, İspanya, Macaristan ve Avustralya gibi ülkeler kuru kapsülünden alkaloid üretirken, Fransa kurumamış haşhaş kapsülünden, Hindistan ise sadece afyon sakızından gerçekleştirmektedir. Ancak, Hindistan yakın zamanda çizimle afyon sakızı elde etme yerine kuru haşhaş kapsülünün işlenmesine yönelmiştir.

(Özgen ve ark., 2017). Kapsül işleme sonucu ortaya çıkan küspe organik madde bakımından (%78.5) oldukça zengindir (Erdurmuş ve Öneş., 1990).

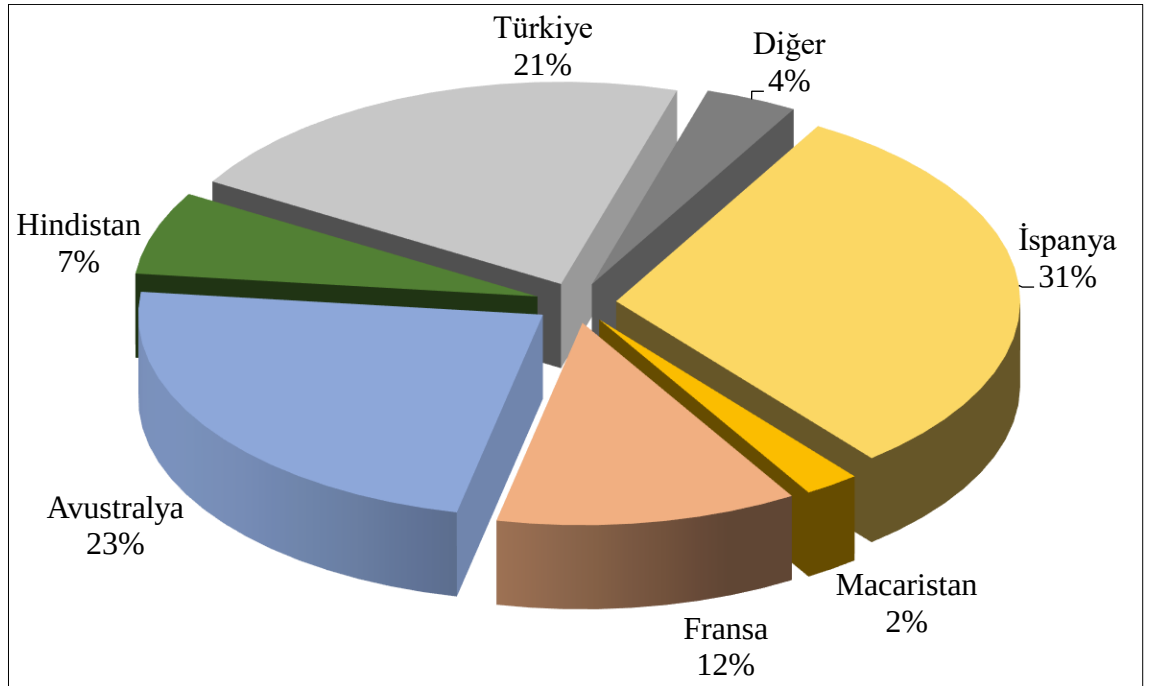
Son beş yıllık verilere göre; Türkiye dünya genelinde yüksek morfin oranı olan haşhaş kapsülü üretiminde %65’lik bir paya ulaşmış (Şekil 1.5), diğer bazı ülkeler ise son yıllarda tebain ve kodein muhtevası zengin haşhaş kapsülü üretimine odaklanmıştır. BM’ye göre Türkiye ve Hindistan, geleneksel yöntemlerle haşhaş tarımını sürdüren ülkelerdir. Ayrıca BM’nin üye ülkelere “bilimsel ve tıbbi kullanım amaçlı opiyat ham maddelerini ilk olarak geleneksel haşhaş ekicisi ülkelere tedarik etmeleri” yönünde tavsiye kararı almıştır. Yüzde 80’e yüzde 20 kuralı olarak bilinen karar halen geçerliliğini sürdürmektedir. Bakanlar Kurulu’nun izin verdiği alanlarda, TMO’nun BM denetiminde yapılan planlama çerçevesinde, Türkiye 700.000 da alanda haşhaş ekilişi ve çizilmemiş kapsül üretimi yapmaktadır (Anonim, 2023b).



Şekil 1.5 Dünya yasal haşhaş ekim alanları (2018-22) (%)

Dünya genelinde bilimsel ve tıbbi amaçlı opiyat ham madde talebi yıllık 350 ton dolayındadır. Talebi karşılamak için Türkiye, Avustralya, Hindistan, İspanya, Fransa ve Macaristan gibi yasal üretici ülkeler arasında rekabet de yoğunlaşmıştır (Anonim, 2023b).

INCB 2022 yılı raporuna göre, dünya genelinde haşhaş bitkisi hem afyon hammaddesi (morfin, tebain, noskapin vb.) hem de farklı ürünler olarak tohum ve süs bitkisi halinde üretilmektedir. Üretimin büyük bir kısmı, afyon sakızı dışındaki alkaloidlerin eldesi olmaktadır (morfin, tebain, kodein, oripavin ve noskapin gibi). 2022 yılında dünya genelinde morfine eşdeğer opiyat hammadde üretimi 471 ton (INCB, 2022) olup son beş yılın ortalamasına göre, Türkiye %21’lik üretim ile dünyada İspanya’nın ardından üçüncü sırada yer almaktadır (Şekil 1.6).



Şekil 1.6 Dünya morfine eşdeğer opiyat hammadde üretimi (2018-2022) (%)

2018-2022 yılları arasında afyon üretiminde Hindistan, 5300 hektar ekim alanı ve 264 ton afyon üretimi ile açık ara önde olup Çin ise sınırlı üretimle ortalama 113 hektar alanda 10.200 kg afyon üretmiştir. Bunlar morfin, tebain, noskapin ve kodeindir. Ayrıca gıda amaçlı tohum üretimi ile sınırlı sayıda bilimsel çalışmalar da yapılmaktadır.

Dünya genelinde, ilaç ve kimya sanayindeki teknik gelişmeler opiyat pazar talebine karşılık olarak, kodein, tebain ve noskapin gibi ana alkaloidlerin yüksek oranlarda bulunduğu haşhaş kapsülünde hammadde üretimi olarak gerçekleştirilmektedir. Özellikle Avustralya’da yüksek kodein içeren çeşitlerin geliştirilmesi, Amerika haşhaştan alkaloid

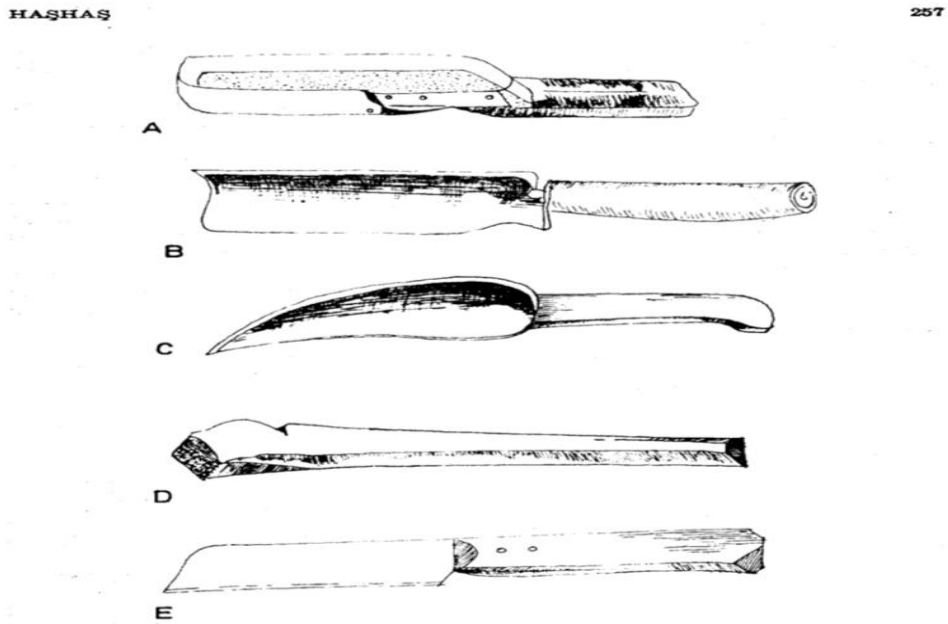
üretim aşamalarında değişikliklere yol açmıştır. Keza Japonya gibi uluslararası pazarda ve Türkiye’de özellikle noskapin talebinde son yıllarda artış görülmektedir. Bu nedenle opiyat hammadde pazarında, en yaygın morfin, kodein, tebain ve noskapin alkaloidleri yer almaktadır. Opiyat hammadde üretimi, ülkeler arasında da çeşitlilik göstermekte, örneğin; Avustralya morfin ve tebain yanında kodein üretimine de yönelirken, Fransa ve Macaristan morfin, noskapin ve tebain üretimini öncelemekte, İspanya oripavin, morfin ve tebain üretiminde öne çıkmaktadır. Türkiye’de ise hali hazırda morfin ve morfin türevlerinin üretimi yapılmaktadır. Ancak artan ülkeler arası rekabette, morfinin yanı sıra diğer alkaloidleri içeren çeşitlerin ıslah edilmesi giderek daha önemli olmaktadır. Aksi durumda, haşhaş tarımı ve ticareti ciddi zorluklarla karşı karşıya kalabilir/kalacaktır (Anonim, 2023b).

Geçmiş yıllarda morfin üretimi; haşhaş kapsüllerinin çizimi sonucu sızan lateks salgılarının belirli bir süre beklenmesi sonucu oluşan afyon sakızı ile gerçekleştirilirken, günümüzde teknoloji gelişimiyle morfin hammaddesi çizilmemiş kapsülden elde edilmekte ve bu sistem dünya genelinde uyuşturucu üretimini kontrol altında tutma amaçlı olarak yaygın denenmektedir. Morfin, haşhaş kapsülünde tanımlanan ilk alkaloid olarak bilinir ve F. Sertürner tarafından 1805 yılında keşfedilmiştir. 1822 yılında yapısında azot bulunduğu saptanmış ve 1952 yılında ise laboratuvar ortamında kimyasal sentezi başarıyla yapılmış ancak, morfin sentezi 27 aşamalı bir kimyasal reaksiyonu gerektirdiği için, bu süreç uzun ve maliyeti yüksek olup ticari anlamda yaygın bir kullanıma sahip olmamıştır (Mammadov, 2014). Morfin bitkide iki farklı yol ile sentezlenmekte olup; birincisi neopinin, kodein, morfin dönüşümü aşaması ikincisi tebain, oripavin, morfinon, kodeinon redüktaz enzimi halindedir. Morfin kristalleri kokusuz-renksiz bir yapıda olup türetilen ürünler arasında Kodein (Fosfat-HCL-Baz-Sülfat, Morfin HCL, Morfin Sülfat, Teknik Morfin, Dihidrokodein (Bitartarat-Tiyosiyanat) ve Dihidrokodein gibi maddeler bulunmaktadır (Anonim, 2022b). Ayrıca başta eroin olmak üzere birçok yarı sentetik madde de morfinden üretilebilmektedir. Morfin, kimyasal yapısı nedeniyle güçlü bir ağrı kesici ve narkotik özellikli ilaç olup etkisiyle; beynin ağrı merkezini uyuşturmaktadır. Psikoaktif madde içermesi ve bağımlılık yapıcı özelliği ile tıbbi kontrol dışında kullanımı yasaklanmıştır (Üstün, 1998; Tanker vd., 2007; Gürkök vd., 2010).

1.8 Afyon Sakızı

Afyon sakızı, kapsülün yarı olgunluk (teknik olgunluk) döneminde çizimle kapsül kabuğundan dışarı akan beyaz süt kıvamındaki akıcı maddeden elde edilir. Bu madde, hava ve güneşin etkisiyle kahverengi bir renk alarak katılaşır ve kollaidal bir maddeye dönüşür (İncekara, 1949). Dolayısıyla afyon sakızı toplanmasının tamamen kuru havada yapılması çizimin ağzı düz bıçakla (Şekil 1.7) veya ağzı testere bıçakla gerçekleşmesi gereklidir (Kayıhan, 1946).

Bitki çiçek açtıktan 15-20 gün sonra kapsül normal büyüklüğe ulaşır ve teknik çizim olgunluğuna erişir (Şekil 1.8). Kapsül koparılıp bir süre bekletildiğinde kapsül sapında afyon sütü birikebilir. Zamanında koparılırsa süt yoğun olur ve kolay akmaz, erken hasatta ise süt sıvı haldedir. Gecikmede kapsül kurur ve süt çıkmaz (İlisulu, 1973). Hindistan'da kapsül çizimi ile afyon sakızı üretilmektedir. Amasya ve Tokat illerinden elde edilen afyon sakızı uluslararası piyasada "soft" olarak tanınmakta, Afyonkarahisar, Isparta, Kütahya, Burdur ve Konya illerinden elde edilen afyon sakızı ise "drogist" özellikli olarak bilinmektedir (Kullanılan çizim bıçak tipi bakımından) (Zhukovsky, 1951).



Şekil 1.7 Haşhaş kapsülünde kullanılan çizim bıçakları (İlisulu, 1973)



Şekil 1.8 Haşhaş kapsülünün çizim sonrası görünümü

Afyon üretimi ve ticaretiyle ilgili istatistikler, uluslararası standartlara göre hazırlanmakta olup üretim raporlarında referans noktası %10 nem içeriği sabit olarak kabul edilmektedir. Morfin miktarı ise "morfin eşdeğeri" cinsinden raporlanarak farklı üretim bölgeleri ve yöntemleri arasındaki karşılaştırmalarda anlaşılır olmaktadır. Afyon içeriğinin morfin eşdeğeri üzerinden değerlendirilmesi, tıbbi ve ticari standartlar açısından uluslararası kabul gören bir gerekliliktir.

Son 20 yılda afyon üretimi belirgin bir şekilde azalarak 2003 yılında dünya genelinde 526.5 tona 2022 yılında ise 277.9 tona düşmüştür. Üretimin morfin eşdeğeri ise aynı dönemde 57.9 tondan 30.5 tona gerilemiştir. En yüksek üretim miktarı, 2004 yılında 847 ton (93.2 ton morfin eşdeğeri) olarak kaydedilmiştir. Bu süreçte Hindistan, dünya afyon üretiminin merkezi konumunda olup 2022'de 271 tonluk üretimle (29.8 ton morfin eşdeğeri) dünya genelinin %97.5'ini karşılamıştır. Hindistan'ı, Çin 6.4 tonla (%2.3) takip etmektedir (Anonim, 2023a).

Hindistan'ın afyon ithalatı, 2015 yılından itibaren azalarak 2022 yılında 6.6 ton (0.7 ton morfin eşdeğeri) olarak kaydedilmiştir. Bu miktar, 2002 yılındaki 469 tonluk (51.6 ton morfin eşdeğeri) ithalata miktarına göre büyük bir düşüşü temsil etmektedir. 2022 yılında en fazla afyon ithalatı yapan ülke Fransa olmuştur (%76.7 ile 5 ton). Fransa'yı ise Almanya (%10.3), İsviçre (%5.7) ve İspanya (%3.5) takip etmiştir (Anonim, 2023a).

1.9 Afyon Kullanımı ve Alkaloid Üretimi

Afyondan elde edilen alkaloidler, tıbbi ve ticari kullanım açısından önemli bir opiyat hammadde kaynağıdır. 2022 yılında afyonun büyük bir kısmı alkaloid üretiminde kullanılmış, daha küçük bir kısmı ise müstahzar üretiminde değerlendirilmiştir (20.8 ton veya 2.2 ton morfin eşdeğeri). Bu dönemde toplam kullanım miktarı 1044.9 ton (114.9 ton morfin eşdeğeri) olarak kaydedilmiştir. İran ve Hindistan, alkaloid üretimi için afyon kullanımında başı çeken ülkeler olarak bilinmektedir. İran, 702.7 ton (77.3 ton morfin eşdeğeri) ile ilk sırada yer alırken Hindistan 332.3 tonla (36.5 ton morfin eşdeğeri) ikinci sıradadır (Anonim, 2023a).

Üretilen afyonun çoğunluğu alkaloid ekstraksiyonları için kullanılır iken, bazı ülkelerde genelde ishal ve öksürük tedavisi için kullanılan preparatlar olarak da tüketilmekte, bu preparatların çoğu 1961 Sözleşmesi çerçevesinde yasal olmaktadır. Dünya genelinde son yıllarda ilaç endüstrisinde yapılan proses değişiklikleri sonucunda morfinden kodein elde edilmesi yerine direkt kapsülden kodein elde edilmesi yoluna gidilmiştir.

2022 yılı itibarıyla Hindistan, küresel afyon stoklarının %97.8'ini elinde bulundurarak (952.5 ton veya 104.7 ton morfin eşdeğeri) bu alandaki liderliğini sürdürmüştür. Japonya ve Çin gibi ülkeler ise stoklarını azaltma stratejileri uyguladığı raporlanmıştır. Küresel afyon stokları, 2004 yılında 2.176,2 tonla en yüksek seviyeye ulaşmış, daha sonra 2018 yılına kadar azalan (640.1 ton) stoklar 2019 yılından sonra tekrar artış göstermiştir. 2022 yılında ise küresel stoklar 973.3 ton (107.1 ton morfin eşdeğeri) seviyesine ulaşmıştır (Anonim, 2023a).

Türkiye’de afyon verimi, haşhaş tohum veriminden daha geniş bir varyasyon göstermektedir. Nedeni ise, afyon elde edilmesinde çeşit özelliklerinden ziyade dış faktörlerin etkisinin oluşudur. Uygun koşullarda afyon verimi artabilir veya azalabilir (İncekara, 1949). Genelde geleneksel çeşitlerden elde edilen afyon sakızı, uluslararası ilaç pazarında kaliteli bir ürün olarak tanınır. Çizilmiş kapsülden afyon sakızı üretimine son verilmesinden itibaren yeni geliştirilen yüksek alkaloid içeren haşhaş kapsülü oluşturan çeşitlerde afyon sakızı veriminin incelenmesi zorunlu olmaktadır. 1971 yılına kadar ana alkaloidi morfin olan çeşitler mevcut iken, giderek yüksek morfin, tebain ve noskapin içeren çeşitlerin ıslah edilmesi gerekli hale gelmiştir.

Geleneksel çeşitlerden elde edilen afyon üretimi ile yeni ıslah edilmiş çeşitlerdeki morfin oranının 5 kat artmış olması hem afyon veriminin hem de elde edilen afyondaki alkaloid oranının incelenmesini önemli bir hale getirmiştir. Çizilmiş kapsülde verimin (kapsüldeki morfin, noskapin ve tebain ile tohum verimi ve bin tohum ağırlığı) çizilmemiş kapsüle göre de değişim oranının araştırılması da ayrıca gereklidir.

Haşhaş çizim yasağının ardından çiftçiler tarafından kullanılan yeni çeşitlerin afyon verimi üzerine herhangi bir araştırma yapılmamıştır. Bu nedenle, ülkemizde 1974 yılından itibaren haşhaşın çizilmesiyle ilgili literatür kaynakları bulunmamaktadır. Ayrıca, konuya ilişkin eski kaynaklara, yabancı literatüre, ücretli dergilere ve açık erişimi olmayan yayınlara ulaşmada önemli zorluklar yaşanmaktadır. Literatür taraması sırasında, haşhaş çiziminin en yoğun yapıldığı Afganistan ve Hindistan gibi ülkelerde yürütülen çalışmalara erişim de genellikle kendi dilleriyle sınırlıdır. Tüm bu etkenler bir arada değerlendirildiğinde, haşhaş çizimiyle ilgili bilimsel kaynakların yetersizliği söz konusudur. Bu çalışma ışığında bundan sonra afyon sakızı üzerine yapılacak araştırmalarda kıyas yapılabilecek veriler elde edilmiştir.

Türkiye’de çizim yasağı sonrası yeni geliştirilen ve çiftçiler tarafından kullanılan çeşitlerin afyon verimi ile ilgili araştırma henüz yapılmamıştır. 1974 yılından sonra geliştirilen çeşitlerle ilgili afyon verimine ait bir veri bulunmamaktadır. Bu araştırma ile ileri dönemlerde bu amaçlı bilimsel çalışmalarda kullanılmak üzere hangi çeşitlerin kullanılabileceği belirlenmiştir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kayıhan (1946), Afyon, uyuşturucu maddeler ve bu maddelerin tabi olduğu uluslararası-ulusal mevzuatlar, konferanslar, sözleşmeler ile anlaşmalardan bahsetmiştir. Ülkelerin birbirleri ile sırasıyla afyon ekimi ve ticaretine yönelik anlaşmalar imzaladığına yer vermiştir.

Fairbairn ve Kapoor (1960), bitki lateksinin (sakızının) terminal kapsüllerde yoğunlaşma sürecinin, bitkinin rozet aşamasından çiçek açma aşamasına ilerlediğini ve kapsül olgunlaştıkça maksimum yoğunluğa ulaştığını, taç yapraklarını dökülmesinden sonra kapsülün sertleşmesini, mezokarpıta kapak izlerinin yoğunlaşmasıyla gerçekleştirdiğini bildirmişler ve bu aşamayı endüstriyel olarak olgunluğa erişmiş kapsülün hasadı için uygun bir dönem olarak tanımlamışlardır.

Eklund ve Agren (1975), İsveç ekolojik şartlarında, beyaz tohumlu haşhaş çeşidinin %40.0 yağ ve %27.0 protein, mavi tohumlu haşhaş çeşidinin ise %33.0 yağ ve %21.0 protein içerdiği ihtiva ettiğini tespit etmişlerdir.

Morton (1977), haşhaş bitkisinin çevresel koşullara duyarlılığı nedeniyle, özellikle soğuk hava, aşırı yağış ve yüksek sıcaklıklar gibi faktörlerden etkilendiğini ve bu durumun morfin içeriği üzerinde belirleyici bir rol oynadığını belirtmiştir.

Arslan ve ark. (1986), haşhaş kapsülünde düşük morfin oranı görülmesinin sebeplerini; tarım alanlarının daraltılması sonucunda, daha evvel ekimi yapılan bölgelerde genetik çeşitliliğin azalması, haşhaş ekiminin yasaklı dönemlerde tohumluğun büyük ölçüde ihraç edilmesi ve iç piyasada tüketilmesiyle genetik çeşitliliğin azalması, yasak sonrasında üretime tekrar izin verildiğinde ıslah çalışmalarının geçen süre zarfında kesintiye uğraması, çizim yöntemiyle süt elde edilmesi sırasında seçici işaretleme ile yüksek morfin oranı sağlanabilir iken yasak ardından bu yöntemin yerini kuru kapsül kullanımına bırakması ile tohumluk özelliğinin bozulması, haşhaş bitkisinin morfolojik, biyolojik ve fizyolojik özelliklerine bağlı olarak kapsülde farklı kısımlarda morfin oranının değişmesi

ve bunun genel morfin oranını etkilemesi olarak bildirmişlerdir. Araştırmada bahse konu etkileri azaltmak için, kuru kapsül döneminde morfin oranı yüksek çeşitlerin belirlenerek ıslah programlarının sürdürülmesi gerektiği ifade edilmiştir.

Chauhan ve ark. (1987), göre haşhaş ebeveynlerinde bitki başına afyon sakızı verimini 12.60 ± 1.46 - 21.68 ± 0.19 , morfin 0.84 ± 0.03 - 0.42 ± 0.04 , tebain 0.07 ± 0.01 - 0.06 ± 0.01 ve kodein 0.07 ± 0.01 - 0.06 ± 0.01 aralıklarında değişmiştir.

Erdurmuş (1989), tarafından haşhaş hatları üzerine yapılan araştırmada, tohum veriminin artırılması için sarı tohumlu, kalın gövdeli, çok kapsüllü ve yüksek sayıda stigma ışınlına sahip kapsül oluşturan bitkilerin tercih edilmesinin önemli olduğu belirtilmiş, kapsülde morfin oranını yükseltmek amacıyla, sarı veya beyaz tohumlu, uzun boylu ve yüksek stigma sayısına sahip püssüz bitkilerin seçimi önerilmiştir. Morfin veriminin artırılması için, sarı tohumlu, kalın saplı, fazla stigma ışınlı olan, püssüz, kabuğu kalın ve çok sayıda kapsüllü bitkilerin tercih edilmesinin verim açısından doğru olabileceğini belirtmişlerdir.

Sethi ve ark. (1990), haşhaş üzerine Hindistan'da farklı bölgelerde yürüttükleri araştırmalarında; 105 genotipten 5'inin lokasyonların hepsinde güzel bir gelişim gösterdiğini ancak 8'inin daha verimli bölgelere uyumlu olduğu bildirmişlerdir.

Duru (1993), Amasya iklim koşullarında kapsül verimini en yüksek dekarda 136.96 kg, tohum verimini ise 169.03 kg olarak kaydetmiştir.

Yılmaz (1997), Tokat-Kazova bölgesinde haşhaş için uygun ekim zamanını belirlemek amacıyla yaptığı çalışmada yıllar ortalaması (birleştirilmiş) sonuçlarına göre çeşitlerin; kapsül verimini birinci ekim zamanında 144.80 kg/da, ikinci ekim zamanında 128.40 kg/da, üçüncü ekim zamanında 76.30 kg/da, 4. ekim zamanında 53.50 kg/da olarak bildirirken; dekara tohum verimini birinci ekim zamanında 150.10 kg, ikinci ekim zamanında 135.0 kg, üçüncü ekim zamanında 62.30 kg ve dördüncü ekim zamanında 49.10 kg olarak belirlemiştir.

Gümüşçü ve Arslan (1999), Türkiye'nin değişik bölgelerinden toplanan haşhaş hatlarının tarımsal ve bitkisel özellikler üzerine yaptıkları çalışmalarında; morfin veriminin yazlık ekimlerde 280-850 g/da arasında değişirken, kışlık ekilişlerde 470-850 g/da aralığında değiştiğini bildirmişlerdir.

Bernath and Nemeth (1998), tarafından haşhaş ıslahı çalışmaları kapsamında, ticari amaçlı ekstraksiyon için morfin oranı yüksek (%1.50-2.00) veya diğer önemli alkaloidleri içeren çeşitlerin tescil edilmesinin önemli olduğu belirtilmiştir. Ayrıca, süs bitkisi olarak kullanım için özel çiçek veya kapsül formuna sahip çeşitlerin geliştirilmesinin daha uygun bir yaklaşım olacağı ifade edilmiştir.

Arslan ve ark., (2000), haşhaş tarımının yasaklanmasından öncesinde farklı bölgelerinden toplanan 400'den fazla popölasyonda yapılan bir incelemede, bu popölasyonların 353'ünde morfin oranının %0.25 ile %0.89 arasında değiştiği bulmuşlardır.

Shukla ve Singh (2001), haşhaşta sentezlenen ilk alkaloid'in noskapin olduğunu ve bu alkaloidin sentezine erken dönemde başlandığını belirtmişlerdir. Ayrıca, noskapinin erken dönemde kodeine, ardından morfine dönüştüğünü ve bu dönüşümün durdurulabilir bir süreç olduğunu bildirmişler, morfin, kodein ve papaverin'in bitki boyu 7 cm bulunduğunda saptandığını rapor etmişlerdir.

Sharma ve ark. (2002), Hindistan'da ülke genelinde kapsül çizimi ve toplama işleminin genelde 1-1.5 ay sürdüğünü (Türkiye'dekine benzer şekilde) üreticilerin günlük topladıkları kapsül sakızlarının kayıt altına alınıp gereği şekilde kuru ve homojen olarak depolanmasına özen gösterildiğini ve bu duruma özellikle önem verildiğini belirtmişlerdir.

Weid ve ark. (2004), haşhaşın en eski tıbbi bitkilerden olduğunu, kapsülde seksenin üstünde alkaloit biriktiğini, bunlardan sadece kodein ve morfinin ekonomik ölçekte bir ham madde olduğunu bildirmişlerdir.

Koç ve ark. (2006), morfin oranının morfin ham maddesi elde edilmesinde büyük önem taşıdığını belirtmişlerdir. Araştırmacılar, fabrikalarda işleme yapılabilmesi için bu oranın en az %0.5 olması gerektiğini tahmin etmişlerdir. Ancak bazı yıllarda çeşitli nedenlerden dolayı morfin oranının %0.3'e kadar düştüğünü, bunun da kârlılığı azalttığını, morfin maliyetini artırdığını ve pazarlama açısından ekonomik sorunlara yol açtığını rapor etmişlerdir. Ayrıca farklı lokasyonlarda yapılan araştırmalarda, kapsüldeki morfin oranının en fazla %1.02 civarına ulaştığı ifade edilmiştir.

Gümüşçü ve ark. (2008), tarafından Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesinde haşhaş üzerine gerçekleştirilen çalışmalarda, ıslah materyali olarak değerlendirilen 1000 hat arasından agronomik ve morfolojik özellikler açısından ümit vaat eden 99 hattın alkaloid oranlarını belirlemiştir. Analiz sonuçlarına göre, seçilen hatlardaki alkaloid oranları; morfin %0.110–1.140, tebain %0.005–0.134, kodein %0.005–0.270, papaverin %0.001–0.440 ve noskapin %0.006–0.418 arasında değişmiştir. Alkaloid içeriklerine göre yapılan değerlendirmede, 15 hat yüksek morfin, 3 hat yüksek noskapin ve 1 hat yüksek papaverin içeriği bakımından öne çıktığını belirtmişlerdir.

Günlü ve Öztürk (2008), dört haşhaş çeşidinde morfin oranı ve morfin verimini analiz etmişlerdir. Araştırma sonucunda morfin verimi Ankara 94 çeşidinde 480 g/da, Kocatepe 96 çeşidinde 410 g/da, Karahisar 96 çeşidinde 560 g/da ve Afyon Kalesi-95 çeşidinde 440 g/da olarak bildirilmiştir. Morfin oranı bakımından ise çeşitler Karahisar 96 (%0.65), Ankara 94 (%0.59), Kocatepe 96 (%0.52) ve Afyon Kalesi 95 (%0.51) olarak sıralanmışlardır.

Yadav ve ark. (2006) haşhaş bitkisinin, farmasötik endüstrilerde kullanılan başlıca alkaloidlerin üretimi için yetiştirilmekte olduğunu ve bu alkaloidlere olan küresel talebin arttığını belirtmişler, yüksek afyon sakızı verimi ve alkaloid içeriği sağlayan çeşitlerin geliştirilmesi için genetik varyasyonu incelemişlerdir. Araştırmada, 122 genotipin tüm özellikler açısından yüksek varyasyon gösterdiği ve geniş anlamda kalıtım derecesinin %74.18 ile %99.00 arasında değiştiği tespit edilmiştir. Çalışmada afyon sakızında noskapin oranı %3.29-17.92, tebain oranının ise %0.61-8.36 arasında değiştiğini belirtmiştir.

Dittbrenner ve ark., (2009), 300 farklı haşhaş çeşidi üzerinde gerçekleştirdikleri analizlerde, haşhaşın fitokimyasal ve morfolojik özellikleri ile kapsülün içerdiği alkaloid oranlarının oldukça değişkenlik gösterdiğini tespit etmişlerdir. Çalışmada, total alkaloid oranı ile morfin oranı arasında olumlu ve güçlü bir ilişki bulunduğu, fakat diğer alkaloidler için böyle olmadığı belirtilmiştir. Bunun yanı sıra morfolojik özellikler ile alkaloid oranı arasında bağlantı olmadığı, bu nedenle ıslah çalışmaları kapsamında yararlanılamayacağı ifade edilmiştir.

Desgagne-Penix ve ark. (2009), Dünyada önemli tıbbi bitki olan haşhaşta tebain, morfin ve kodein gibi alkaloidlerin bulunduğunu özellikle de tebain ve kodein gibi alkaloidleri biriktiren (morfin içermeyen) çeşitlerin ıslah edilmesinin gerekli olduğunu ifade etmişlerdir.

Kumar ve Patra (2010), kapsülün 80 üzeri alkaloid üreten bir yapısı olduğunu haşhaş ıslahı çalışmalarında genlerin etkisi ve büyüklüğünün de önemli olabileceğini belirtmişlerdir.

İpek (2011), 2009-2010 yıllarında yürütmüş olduğu çalışmasında bitki başına kapsül veriminin 4.62-7.41 g, bitki başına tohum veriminin 5.18-8.23 g, dekara kapsül veriminin 91.1-131.2 kg, dekara tohum veriminin 108.80-155.00 kg, bin tohum ağırlığının 0.39-0.55 g ve morfin veriminin ise 336-707 g/da ve arasında değiştiğini ifade etmiştir.

Koşar ve ark., (2012), 11 hat ve 5 çeşit ile Eskişehir iklim koşullarında yapılan araştırmalarında tohum verimini dekarda 139.0-174.0 kg, kapsül verimini 120.0-147.0 kg, morfin verimini ise 616 – 1084 g / da olarak kaydetmişlerdir.

İnan (2013), Denizli iklim koşullarında kışlık olarak yetiştirilen 7 farklı haşhaş çeşidinde çeşitli özellikleri incelemiştir. Araştırmada 1.93-2.90 adet bitki başına kapsül sayısı, 0.52-0.59 g bin tohum ağırlığı, %49.05-51.32 ham yağ oranı, 30.39-48.67 kg/da tohum verimi, %0.56-0.92 morfin oranı, 30.92-56.22 kg/da kapsül verimi, 14.96-24.40 kg/da yağ verimi

ve 0.21-0.36 kg/da morfin verimi kaydedilmiştir. Sonuç olarak TMO 3, Ofis 3 ve Afyon 95 çeşitleri bölge koşullarına uyumlu bulunarak önerilmişlerdir.

Rahimi (2013), tarafından AÜZF Tarla Bitkileri Bölümü haşhaş tohum bankasında bulunan 1000'e yakın haşhaş hattı içerisinde; morfin ortalaması %0.30'dan az olan 24 hattın bazı özellikleri araştırılmış ve tebain değeri %0.011-0.044, morfin değeri %0.220-0.350 ve noskapin değeri %0.011-0.050 arasında değişirken total alkaloid oranının ise %0.290-0.530 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Valizadeh ve Arslan (2013), yağ ve tıbbi bitki olan haşhaş ıslahında diğer tarımsal bitkilerde olduğu gibi poliploidi, seleksiyon, mutasyon ve melezleme gibi ıslah yöntemlerinin uygulanabileceğini belirtmişlerdir. Araştırmacılar çalışmaların, tohum veriminin artırılması, erkencilik, hastalıklara dayanıklılık gibi özelliklerin iyileştirilmesine odaklanması gerektiğini ifade etmişler, ilaç sanayisi için ise morfin ve diğer alkaloidlerin (kodein, noskapin ve tebain) üretiminin artırılması gerektiğini vurgulamışlardır.

Skalicky ve ark. (2014), çoğunluğu çeşit olan değişik ülkelere ait 56 genotip ile yapılan araştırmalarında; beyaz, kahverengi ve mavi tohum renkleri olan ticari haşhaş üretiminde tohum rengi baz alındığında; beyaz tohum rengine sahip 9 genotipte; bitki başına kapsül verimini 0.73-1.5 g, morfin oranını %0.09-0.69; kahverengi tohumlu 18 genotipte bitki başına kapsül verimini 0.71-1.38 g, morfin oranını %0.17-0.74 ve mavi tohumlu 29 genotipte ise bitki başına kapsül verimini 0.18-1.62 g , morfin oranını %0.24-1.87 olarak tespit etmişlerdir.

Alaca (2015), haşhaş gelişme dönemleri ve farklı organlardaki alkaloid seviyesini araştırdığı denemede tüm bitkide değişik gelişme dönemlerine kıyasla tebain, noskapin ile morfin oranının en düşük rozet evresinde, en yüksek ise olgunlaşma evresinde kapsülde kaydedilmiş olduğunu belirtmiştir. Hatların morfin, tebain, ile noskapin verimini sırasıyla 648.7 g/da, 200.4 g / da ve 384.3 g/da olarak belirlenmiştir.

Boydak ve Kavurmacı (2015), 2011-2012 yıllarında Bingöl iklim şartlarında yürüttükleri araştırmada 10 farklı haşhaş çeşidinin adaptasyonunu incelemiş; kapsül sayısını 3.03-4.47 adet/bitki, morfin oranını ise %0.230-0.830 olarak ölçmüşlerdir.

Arslan ve ark. (2016), Ankara ve Tokat bölgelerinde 22 haşhaş çeşidinin kapsülde alkaloid oranlarını incelemişlerdir. Ankara'da morfin %0.74, oripavin %0.036, kodein %0.15, noskapin %0.15, tebain %0.15, papaverin %0.064, Tokat bölgesinde morfin %0.930, oripavin %0.027, kodein %0.230, tebain %0.210, papaverin %0.15, noskapin %0.10 olarak kaydedilmiştir. Araştırmada Ankara bölgesinde noskapin ve oripavin oranları daha yüksek tespit edilirken diğer alkaloid değerlerinin Tokat bölgesine kıyasla daha düşük olduğu belirtilmiştir.

İnan ve ark. (2016), tarafından Denizli iklim koşullarında yürütülen araştırmada kapsül sayısı 1.9-2.9 adet, bitki boyu 93.2-107.6 cm, tohum verimi 30.40-48.70 kg/da, kapsül verimi 30.90-56.2 kg/da ve morfin oranı %0.56-0.92 arasında değişmiş olup Ofis 3, Afyon 95 ve TMO 3 çeşitlerinin önerilebileceği ifade edilmiştir.

Yazıcı ve Yılmaz (2017), yazlık ve kışlık ekilişlerin noskapin, morfin, tebain, papaverin ve oripavin alkaloidlerindeki etkisini araştırmış ve yazlık ekilişlerde bitkilerde total alkaloid değerlerinin kışlık ekilişlerdeki değerlere kıyasla daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Kara ve Baydar (2018), haşhaşa yapmış oldukları araştırmalarında kapsül ve tohum verimi üzerindeki olumlu özelliklerin kapsül genişliği ve bin tohum ağırlığı olduğunu belirtmişlerdir.

Yazıcı (2018), Tokat-Kazova iklim şartlarında yürütmüş olduğu araştırmada ebeveyn ve melez bitkilerde ortalama 153.0-246.0 kg/da kapsül, 113-258 kg/da tohum verimi ile %0.420-1.660 morfin oranı saptamıştır.

Ceylan (2022), Afyon haşhaşının, Anadolu'nun yerli bitkilerinden biri olup hem tıbbi ve aromatik özellikleri hem de uyurturucu bağımlılığıyla ilişkisi nedeniyle insanlık için hem "ilaç" hem de "zehir" niteliğı taşıdığını belirtmiş, 20. yüzyılda Türkiye'nin afyon politikaları bağılamında Doğı Trakya'da afyon üretiminin sosyal, ekonomik ve politik dinamiklerini incelemiştir. Araştırıcı, Balkan Savaşları sonrası bölgenin İstanbul pazarına yönelmesinin afyon üretimi ve pazarlama mekanizmalarında önemli rol oynadığı; Doğı Trakya'nın, İstanbul'daki ilaç sanayisi için hammadde sağılayıcısı olduğunu belirterek sınırlı literatüre katkıda bulunmuştur.

Lal (2022), tarafından bildirildiğine göre, haşhaş bitkisi kapsülleri lateks taşıyan birkaç türden biridir. Ancak, tüm vücut hücrelerinin lateks içerdiği diğerklerinin aksine, afyon haşhaşında lateks (ham afyon) yalnızca 'latisifer sistemi' adı verilen özel bir hücre sistemiyle sınırlıdır.

3. MATERİYAL VE YÖNTEM

3.1 Deneme Yeri ve Toprak Özellikleri

Denemeler, 2020-21 ile 2021-22 yıllarında Afyon Alkoloid Fabrikası (AAF) arazisinde uygulama, ıslah ve araştırma alanında ekilmiştir. Deneme yeri, düz bir arazi olup 1.016 metre rakımda, 31°02' kuzey enlemi ve 38°43' doğu boylamı koordinatlarıyla tanımlanmaktadır. Toprak analizi için AAF'nin uygulama, araştırma ve ıslah alanında belirlenen noktalarda uygun örnek alma metodu uygulamasıyla 0-30 cm derinlikte toprak örnekleri alınmıştır.

Alınan toprak örneklerinde AAF laboratuvarında tuzluluk (EC), organik madde, tekstür, pH, kireç, toplam azot, bitkiye yarar fosfor ve değişebilir potasyum analizi yapılmıştır. Analiz sonucuna göre toprak yapısı tuzsuz, kireçli, tınlı, hafif alkali, organik maddece düşük, bitkiye yararılı fosfor bakımından ve toplam azot oranı yönünden yetersiz olurken, değişebilir potasyum içeriği yeterli bulunmuştur.

Çizelge 3.1 Araştırma yerinin deneme yıllarına ait toprak analiz sonuçları

YILLAR	TEKSTÜR			Organik Madde (%)	EC (dS/m)	CaCO ₃ (%)	pH
2020-21	Kil (Sand:28.22, Silt:30.59, Clay:41.19)			1.38 Düşük	0.50 Nötr	17.31 Fazla Kireçli	7.71 Alkali
2021-22	Kil (Sand:25,65, Silt:32,42, Clay:41,93)			1.57 Düşük	0.39 Nötr	21.03 Fazla Kireçli	7.66 Alkali
YILLAR	P (mg/kg)	K (mng/kg)	N (%)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)
2020-21	21.30 Yeterli	985.67 Fazla	0.068 Düşük	1.41 Orta	0.96 Yeterli	0.78 Yeterli	44 Yeterli
2021-22	24.07 Yeterli	9415.33 Fazla	0.082 Düşük	1.66 Orta	0.104 Yeterli	0.74 Yeterli	41 Yeterli

3.2 Deneme Yerinin İklim Özellikleri

Denemenin yürütüldüğü 2020-21 (263.7 mm) ve 2021-22 (336.9 mm) yılları ile uzun yıllar aylık yağış ortalamaları (364.4 mm) incelendiğinde aylık yağış miktarındaki

değişkenlik ve farklar ciddi şekilde göz önüne çıkmaktadır. Deneme alanına ilk yıl alınan toplam yağış miktarı, ikinci yıla (yaklaşık 70 mm) ve uzun yıllara (yaklaşık 100 mm) kıyasla düşük kalmıştır. Bu fark kasım, aralık, şubat ve mayıs ayı yağışlarının yüksek olmasından kaynaklanmıştır.

Sıcaklık verileri incelendiğinde yağış ile tam tersi durum çizelge 3.2’de görülmektedir. İlk yıl aylık ortalama sıcaklık değerleri (11.41 °C), ikinci yıl (9.92 °C) ve uzun yıllara (9.49 °C) kıyasla yüksek tespit edilmiştir. Deneme süresince sadece ikinci yılın ocak ayında eksi değerler kaydedilmiştir.

Nispi nem değerlerine bakıldığında yağışın yüksek olduğu ikinci yıl (%63.8) ve uzun yıllar aylık ortalama değerlerinin (%64.3) yağışa paralel şekilde ilk yıla (%60.3) göre yüksek olduğu çizelge 3.2’de görülmektedir.

Çizelge 3.2 Deneme alanında yıllara göre aylık iklim değerleri

AYLAR	YAĞIŞ (mm)			SICAKLIK (°C)			NEM (%)		
	2020-21	2021-22	UZUN YILLAR	2020-21	2021-22	UZUN YILLAR	2020-21	2021-22	UZUN YILLAR
10	56.4	9.6	35.6	16.4	12.6	12.4	52.8	55.5	62.3
11	3.0	47.8	35.7	6.4	9.4	6.6	68.7	64.4	69.8
12	9.9	42.9	43.7	5.6	3.5	2.1	72.9	77.5	76.2
1	54.5	27.1	35.7	4.0	-0.7	0.1	73.2	75.9	75.9
2	5.4	56.5	35.0	4.4	2.5	1.8	63.4	75.7	71.2
3	43.0	38.7	37.9	4.7	0.3	5.4	64.7	70.4	65.0
4	18.0	19.6	46.1	11.5	13.2	10.3	57.4	49	60.9
5	5.2	40.5	44.6	18.2	15.1	14.9	44.5	59.4	59.2
6	67.3	52.9	36.3	18.0	19.4	18.9	62.9	65	55.1
7	1.0	1.3	13.8	24.9	23.9	22.4	42.8	45.5	47.1
ORTALAMA				11.41	9.92	9.49	60.3	63.8	64.3
TOPLAM	263.7	336.9	364.4						
Denemenin kurulduğu Afyon ili Bolvadin ilçesinin uzun yıllar verileri, son 30 yılın aylık ortalama değerleridir.									

3.3 Materyal

Haşhaş tarımında kullanılan tohumluğu; kamu kurum/kuruluşları tarafından ıslah edilen haşhaş tescilli çeşitleri ve geleneksel üretici elinde bulunan popülasyon (yerel çeşit) olmak üzere iki grup halinde değerlendirmek mümkündür. TMO, özellikle ıslah çalışmalarında haşhaş tarımı açısından son derece özellikli olan çeşitlerin geliştirilmesini hedeflemiştir. Melezleme yolu ile geliştirilen çeşitler üreticilere sözleşmeli üretim yoluyla dağıtılmakta ve kapsülden elde edilen birim morfin miktarı arttırılarak üretim maliyetlerinin azaltılması hedeflenmektedir. Bu uygulama neticesinde üreticilerin sertifikalı tohumluk kullanması, üretimde sürdürülebilirliğin sağlanması bakımında güven vericidir.

Bu araştırma AAF'nin-uygulama ve ıslah çalışmaları alanında iki yıl süreyle (2020-21 ve 2021-22 yılları) yürütülmüştür. Çalışmada materyal olarak Toprak Mahsulleri Ofisine ait 12 çeşit (morfin grubu: Ofis 96, TMO 1, TMO 2, OFİS 1, OFİS 3, Bolvadin 95, Ofis 8, Afyon 95, Ofis 2; tebain grubu: TMO T; noskapin grubu: OFİS NM ve OFİS NP), Eskişehir Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsüne ait 2 çeşit (morfin grubu: Çelikoğlu ve Seyitgazi) ile Ankara Üniversitesi Tarla Bitkileri Bölümü haşhaş tohumluğu koleksiyonunda bulunan 2 hat (morfin grubu) olmak üzere 16 genotip kullanılmıştır (Çizelge 3.3). Araştırmada morfin grubunda yer alan mavi tohum rengine sahip ve lila çiçek rengi olan OFİS 1 çeşidi (% 1.9 morfin) ve beyaz tohum ve beyaz çiçek rengi olan OFİS 2 çeşidi (%1.6 morfin) haşhaş ekim alanlarının genelinde ve sulanabilir alanlarda üreticiler tarafından tercih edilen sertifikalı üretimi olan çeşitlerdir. Her iki yılda da tekrarlanan denemelerde AFYON 95 çeşidi yeterli çimlenme ve çıkış olgunluğuna ulaşamadığından değerlendirilmemiştir.

Çizelge 3.3 Denemede kullanılan genotiplerin özellikleri

KOD	Genotip	Alkaloid Türü/Tohum rengi			Alkaloid Türü/Tohum rengi
1	TMO 1	Morfin Grubu (%0.9) Sarı Tohum Rengi	9	OFİS 96	Morfin Grubu (%0.6) Sarı Tohum Rengi
2	TMO 2	Morfin Grubu (%0.8) Mavi Tohum Rengi	10	TMO T	Tebain Grubu (% 1.8) tebain 0.4 Morfin) Mavi Tohum Rengi
3	OFİS 1	Morfin Grubu (%1.9) Mavi Tohum Rengi	11	OFİS NM	Noskapin Grubu (% 1.3) Noskapin. 0.9 Morfin) Mavi Tohum Rengi
4	OFİS 2	Morfin Grubu (%1.6) Beyaz Tohum Rengi	12	OFİS NP	Noskapin Grubu (% 1.2 Noskapin. 0.9 Morfin) Pembe Tohum Rengi
5	OFİS 3	Morfin Grubu (%1.0) Mavi Tohum Rengi	13	HAT-1	Morfin Grubu (%0.4) Sarı Tohum Rengi
6	OFİS 8	Morfin Grubu (% 0.8) Beyaz Tohum Rengi	14	HAT-2	Morfin Grubu (%0.4) Sarı Tohum Rengi
7	BOLVADİN 95	Morfin Grubu (%1.0) Mavi Tohum Rengi	15	SEYİTGAZİ	Morfin Grubu (%0.4) Mavi Tohum Rengi
8	AFYON 95	Morfin Grubu (%0.5) Sarı Tohum Rengi	16	ÇELİKOĞLU	Morfin Grubu (%0.4) Sarı Tohum Rengi



Şekil 3.1 Deneme alanının hazırlanması-1



Şekil 3.2 Deneme alanının hazırlanması-2



Şekil 3.3 Deneme yerinin toprak yapısı



Şekil 3.4 Denemede kullanılan gübre çeşidi



Şekil 3.5 Deneme alanında haşhaş bitkisi çıkışları



Şekil 3.6 Deneme materyalline ait kapsüllerin yatay çizim modelleri

3.4 Yöntem

Denemeler, kışlık olarak 1.yıl 28.09.2020 ve 2.yıl 07.10.2021 tarihlerinde tesadüf bloklarında faktöriyel deneme deseninde 4 tekerrürlü kurulmuştur. Genotipler parsellerde 5'er m uzunluğunda ve 6'şar sıra olacak şeklinde el ile ekilmiştir. Kenar tesiri için her parselde birinci ve son sıradaki kenar tesiri olarak belirlenmiş ve hesaplamalar dahil edilmemiştir. Denemede 45 cm sıra arası ve seyreltme işlemi sonrasında (nisan başı) 15 cm sıra üzeri mesafe düzenindedir. Tarla hazırlığıyla deneme alanına P_2O_5 /da (5 kg) ve N/da (5 kg) gübre uygulanmış ve sonrasında ekim yapılmıştır (Özgen, 2019).

Denemede toplam iki çapa yapılmış olup 1 inci (mart sonu) çapada yabancı otlarla mücadele için normal çapalama işlemi yapılmış, ikinci çapa ise birinci çapadan 15 gün sonra yapılmış ve bu işlemle birlikte seyreltme işlemi yapılmıştır. Farklı genotiplerin kapsülleri farklı tarihlerde çizim olgunluğuna ulaşmasından dolayı çizimler (Şekil 3.6); birinci yıl mayıs sonu haziran başında, ikinci yılda ise haziran ayının ilk yarısında yapılmıştır (Çizelge 3.4).

Deneme; kontrol uygulamalarında toplam alanı 576 m² ve çizim yapılan parsellerin toplam alanı ise 576 m² olup toplam uygulama alanı 1152 m² dir.

Çizelge 3.4 Deneme yıllarına ait ekim, kapsül çizimi ve hasat tarihleri

1. Yıl			2. Yıl		
Ekim tarihi	Çizim tarihi	Hasat Tarihi	Ekim tarihi	Çizim tarihi	Hasat Tarihi
28.09.2020	30.05.2021 05.06.2021	1.08.2021 7.08.2021	7.10.2021	06.06.2022 12.06.2022	28.07.2022 05.08.2022

3.5 Morfolojik Gözlemler

Genotiplerin morfolojik gözlemi, tüm bitkilerin tohum rengi esas alınarak değerlendirilmiştir. İncelenen diğer özellikler ise parsel hatlarda tesadüf seçilen 10 bitkide yapılan ölçümlerle gerçekleştirilmiştir.

3.5.1 Tohum rengi

Farklı tohum renklerine sahip olan haşhaş beyaz, kahverengi, mavi, pembe, sarı ve yeşil renkli tohumlar oluşturur. Kapsül kesme işlemi esnasında yapılan gözlemler sonucunda renklere göre tasnifi yapılmıştır.

3.6 Verim

3.6.1 Bitki başına kapsül verimi (g)

Çizimi yapılmış ve çizilmemiş bitki parsellerinden rastgele seçilen 10 bitkinin kapsülleri kesilmiş, tohumlar çıkarılıp boşalan kapsüller tartımı yapılmış ve bitki sayısına oranlanarak tespit edilmiştir.

3.6.2 Bitki başına tohum verimi (g)

Genotiplere ait rastgele seçilen 10 bitkinin kapsülleri kesilmiş, tohumları çıkartılıp tartımı yapılmış ve bitki sayısına oranlanarak kaydedilmiştir.

3.6.3 Kapsül verimi (kg/da)

Denemede çizilmiş ve çizilmemiş genotiplerin kapsülleri hasat edilerek kapsül kesimi sonucu kesilmiş tohum ve kapsülün ayrıştırma işlemi yapılmıştır. Kapsül verimleri ve öncesinde örnek için bitkilerden alınan kapsüller de ilave edilerek parsel verimi saptanmış, dekara verim kaydedilmiştir.

3.6.4 Tohum verimi (kg/da)

Denemede; çizilmiş ve çizilmemiş genotiplerin kapsüllerin kesme işlemiyle ayrılan tohumları ve örnek için alınan bitkilerin tohumları da ilave edilerek parsel verimi saptanmış ve dekar verimine kaydedilmiştir.

3.6.5 Morfin verimi (g/da)

Genotiplerin çizilmiş ve çizilmemiş kapsüllerinin alkaloid analizi sonucu elde edilen morfin miktarı dekara dönüştürülmüştür.

3.6.6 Noskapin verimi (g/da)

Genotiplerin çizilmiş ve çizilmemiş kapsüllerin alkaloid analizi sonucunda elde edilen noskapin miktarı dekar olarak kaydedilmiştir.

3.6.7 Tebain verimi (g/da)

Genotiplerin çizilmiş ve çizilmemiş kapsüllerinin alkaloid analizi ve sonunda saptanan tebain miktarı dekar olarak hesaplanmıştır.

3.7 Alkaloid Analizleri

Ülkemizde tescilli haşhaş çeşitleri belirli öneme sahip alkaloidler (morfin, noskapin ve tebain) yönünden ıslah edilmiştir. Bu alkaloidlerin toplam alkaloid oranı içerisinde hem oranı yüksek hem de ekonomik önemi vardır. Bu sebeplerle çalışmada afyon sakızında sadece uluslararası opiyat hammadde pazarında özellikle ticari değeri olan alkaloidlerin analizleri yapılmıştır.

3.7.1 Kapsülde alkaloid analizleri

Her parselden tesadüf alınan kapsül örnekleri kapsül öğütme değirmeninde çekilmiş toz haline getirilip 5 g olacak şekilde poşetlere konulmuş ve bu örnekler alkaloid analizleri (morfin-noskapin-tebain) için AAF'ye gönderilmiştir. Kapsülde alkaloid analizi için yapılan işlemler; Numune kapsamında alınan materyalden 0.4 g kapsül tozu 2 ml su ile muamele edilir ve 15 dk maserasyon yapılır. 1.5g alüminyum oksit ilave edilerek 15dk daha dinlendirilir. 8.2 g sodyum asetat su ile çözülüp süspanse edilir ve çözelti Ph değeri 3.6'ya ayarlanan karışım deiyonize su ile 2000 ml'ye tamamlanır. Hazırlanan çözelti önce 0.45 mikrometre filtre aracılığıyla porselen filtreden süzülür, ve 60 ml hplc grade asetonitril ile 30 ml ultra saf alkol ilave edilerek 2000 ml'ye tamamlanır. Hazırlanan çözelti ultrasonik banyoda 30 dk sonike edilir. 5 g alüminyum oksit ayırıcı görevi görmesi amacıyla kolona ilave edilir. Alüminyum oksit gözenekleri dolması için deiyonize su ilave edilir. Daha sonra deiyonize su boşaltılır. 10 ml deiyonize su kolona dökülür. Hazırlanan numune kolonun içine konularak kolon su ile doldurulur. Elde edilen çözelti 50 ml'lik balon joje içerisinde biriktirilir. HPLC cihazı tampon çözelti vasıtasıyla dengeye getirilir. 0.5 mg/L standardından 10 mikro litre enjekte edilerek standart alanı tespit edilmiş olunur. Hazırlanmış olan numune 0.45 mikro metre filtreden süzülür ve viallenerek 1.5 ml/dk akışla 10 mikro litre çekiş hacmiyle analize verilir (Karadavut ve Arslan 2006).

3.7.2 Afyon sakızında alkaloit analizi

Afyon sakızı alkaloid analizleri AAF'de laboratuvarlarında yapılmıştır. Numune 1 gram tartılır. 50 ml % 0.5 sülfürik asit çözeltisinde ısıtılarak çözülür. Süzülen numune süzgeç kağıdından filtre edilir ve 500 ml'lik balon jojeye aktarılır. Süzgeç kağıdındaki katı parçacıklar 50 ml sülfürik asit kullanılarak balon jojeye aktarılır. Kalan hacim Destili su ile tamamlanır ve çalkalanıp degaze edildikten sonra şırınga ucu filtreden geçirilerek Viallere aktarılır. İki litrelik balon jojeye 400 ml Safsu ilave edilir ve üstüne 50 ml asetik asit ilave edilir. Kalan hacim dese Safsu ile 2 litreye tamamlanır çözeltinin pH değeri amonyak çözeltisi ile dört civarına getirilir. Bir diğer yandan %51'lik metanol-su karışımı hazırlanır. Çözeltileri 30 dakika boyunca ultrasonik banyoda ve degaze edilir. Numuneler viallenir ve HPLC cihazı 1 ml/dk akış ile tampon çözeltileri ile dengeye getirilir. Alkaloid analizleri: AAF'de HPLC (Yüksek Basınçta Likit Kromatografisi) cihazında yapılmıştır. Analizin ardından edilen veriler MSTAT-C varyans analizi ve DUNCAN gruplandırılması yapılarak değerlendirilmiştir.

3.7.3 Afyon sakızı verimi (g/da)

Çizilmiş haşhaş kapsüllerinden elde edilen afyon sakızı, parsel verimi üzerinden dekara dönüştürülmüştür.

3.7.4 Afyonda morfin oranı (%)

Genotiplere ait afyon sakızının HPLC cihazında alkaloit analizi sonucu bulunan oran belirlenip kayıt altına alınmıştır.

3.7.5 Afyonda noskapin oranı (%)

Genotiplere ait afyon sakızının HPLC cihazında alkaloit analizi sonucu bulunan oran belirlenmiştir.

3.7.6 Afyonda tebain oranı (%)

Genotiplere ait afyon sakızının HPLC cihazında alkaloit analizi sonucu bulunan oranı belirlenip kayıt altına alınmıştır.

3.7.7 Afyonda diğer alkaloidlerin oranları (%)

Genotiplerin afyon sakızının HPLC cihazında alkaloit analizi sonucu bulunan oran belirlenip kayıt altına alınması planlamış ancak diğer alkaloidlerin analizleri sonucu oranları çok düşük ve tutarsızlık olduğundan TİK toplantısında alınan karar gereği teze dahil edilmemiştir.

3.8 Tohum İle İlgili İncelenen Parametreler

Yağ oranı (%) ve bin tohum ağırlığı (g) analizleri TMO laboratuvarlarında yapılmıştır.

3.8.1 Yağ oranı (%)

Denemeden elde edilen tohumların yağ analizi sonuçları 50 mm çapındaki tüpler içerisine yaklaşık (40-55) gr'lık numuneler konularak (Dolum yüksekliği 55 mm'yi aşmayacak şekilde) Nükleer Manyetik Rezonans yöntemiyle elde edilmiştir.

3.8.2 Yağ verimi (kg/da)

Her parsel için, dekardan elde edilen tohum verimiyle söz konusu hattın yağ oranları kullanılarak, bu değerler belirlenmiştir.

3.8.3 Bin tohum ağırlığı (g)

Genotiplere ait örneklerden tesadüf alınan 4 x 100 adet tohum, sayılıp tartılmış ve ortalamanın 10 katı hesaplanmıştır.

3.9 Verilerin Değerlendirilmesi

Deneme genotiplerinin seçimi, fenolojik ve morfolojik gözlemler ile verim parametrelerinin tercihi ve haşhaş araştırmalarında geçmişe dayalı yapılmış öngörülerledir. Işıkan (1957), Erdurmuş (1989), Büyükgöçmen (1993), Gümüşçü (1996), İpek (2011) ve Rahimi'nin (2013) çalışma bilgilerinden faydalanılmıştır. Araştırmada yıllar ile genotipler arasındaki farklılıklar, MSTAT- C programı kullanılarak; tesadüf blokları faktöriyel deneme desenine uygun varyans analizi testleri uygulanmıştır. Anlamlı bulunan ortalamalar arasında DUNCAN testi gruplandırması yapılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

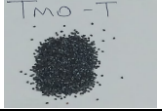
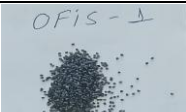
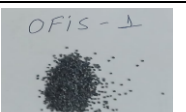
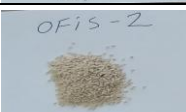
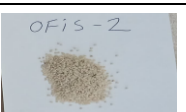
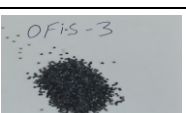
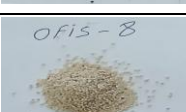
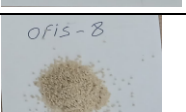
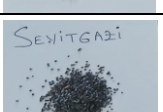
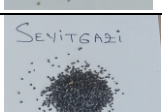
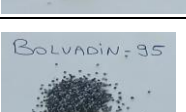
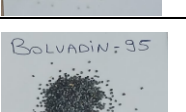
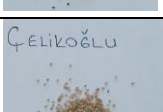
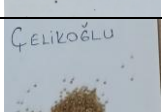
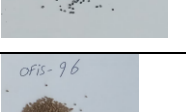
4.1 Morfolojik Gözlemler

4.1.1 Tohum rengi

Analiz edilen haşhaş materyallerinde renk dağılımları 1 pembe (OFİS NP), 2 beyaz (OFİS 2, OFİS 8), 5 sarı (TMO 1, OFİS 96, HAT-1, HAT-2, ÇELİKOĞLU) ve 7 mavi (TMO 2, OFİS 1, OFİS 3, BOLVADİN 95, TMO-T, OFİS NM, SEYİTGAZİ) renk tohum olarak saptanmıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.1).

Çizelge 4.1 Deneme materyallerinin yıllarına ait tohum rengi dağılımı

	GENOTİP	TOHUM RENGİ	
		1. YIL	2. YIL
1	TMO 1	Sarı	Sarı
2	TMO 2	Mavi	Mavi
3	OFİS 1	Mavi	Mavi
4	OFİS 2	Beyaz	Beyaz
5	OFİS 3	Mavi	Mavi
6	OFİS 8	Beyaz	Beyaz
7	BOLVADİN 95	Mavi	Mavi
8	OFİS 96	Sarı	Sarı
9	TMO T	Mavi	Mavi
10	OFİS NM	Mavi	Mavi
11	OFİS NP	Pembe	Pembe
12	HAT-1	Sarı	Sarı
13	HAT-2	Sarı	Sarı
14	SEYİTGAZİ	Mavi	Mavi
15	ÇELİKOĞLU	Sarı	Sarı

	GENOTİP	TOHUM RENGİ	1.YIL	2.YIL		GENOTİP	TOHUM RENGİ	1.YIL	2.YIL
1	TMO 1	Sarı			9	TMO T	Mavi		
2	TMO 2	Mavi			10	OFİS NM	Mavi		
3	OFİS 1	Mavi			11	OFİS NP	Pembe		
4	OFİS 2	Beyaz			12	HAT-1	Sarı		
5	OFİS 3	Mavi			13	HAT-2	Sarı		
6	OFİS 8	Beyaz			14	SEYİTGAZİ	Mavi		
7	BOLVADİN 95	Mavi			15	ÇELİKOĞLU	Sarı		
8	OFİS 96	Sarı							

Şekil 4.1 Genotiplerin yıllara göre tohum renk görseli

4.2 Verim

4.2.1 Bitki başına kapsül verimi (g)

Bitki başına kapsül verimine ait Çizelge 4.2’de verilen varyans analizi tablosu incelendiğinde her iki yılda genotipin bitki başına kapsül verimine etkisi %1 düzeyinde önemli olmuştur. Genotip $\times$ uygulama interaksyonunun bitki başına kapsül verimine etkisi birinci yılda istatistiki olarak %5 düzeyinde önemli olurken ikinci yılda önemsiz bulunmuştur. Yapılan uygulamaların bitki başına kapsül verimine etkisi ise her iki yılda istatistiki olarak önem göstermemiştir.

Çizelge 4.2 Genotiplerin iki farklı yıla ait bitki başına kapsül verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	0.80	0.27	0.66	0.40	0.13	0.52
Genotip (A)	14	16.69	1.19	2.96 **	21.66	1.55	6.06 **
Uygulama (B)	1	0.17	0.17	0.41	0.39	0.39	1.52
A $\times$ B	14	12.67	0.91	2.25 *	4.33	0.31	1.21
Hata	87	35.06	0.40		22.22	0.26	
Genel	119	65.39			49.00		
Varyasyon katsayısı		%21.32			%18.23		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.3’de denemenin birinci yılında genotip $\times$ uygulama interaksyonu incelendiğinde en yüksek bitki başına kapsül verimi 3.90 g ile TMO 2 çeşidinde çizim grubunda tespit edilirken, en düşük ise 1.63 g ile Çelikoğlu çeşidinde çizim grubundan elde edilmiştir. Genotiplerin uygulamaya verdiği tepki incelendiğinde Çelikoğlu çeşidi

haricinde diğ er genotiplerden elde edilen değerler kendi içerinde aynı grup içerisinde yer almışlardır. Çelikoğlu  eşidinde kontrol ve çizim grubunda bitki başına kapsül verimi istatistiki olarak farklı olmuştur.

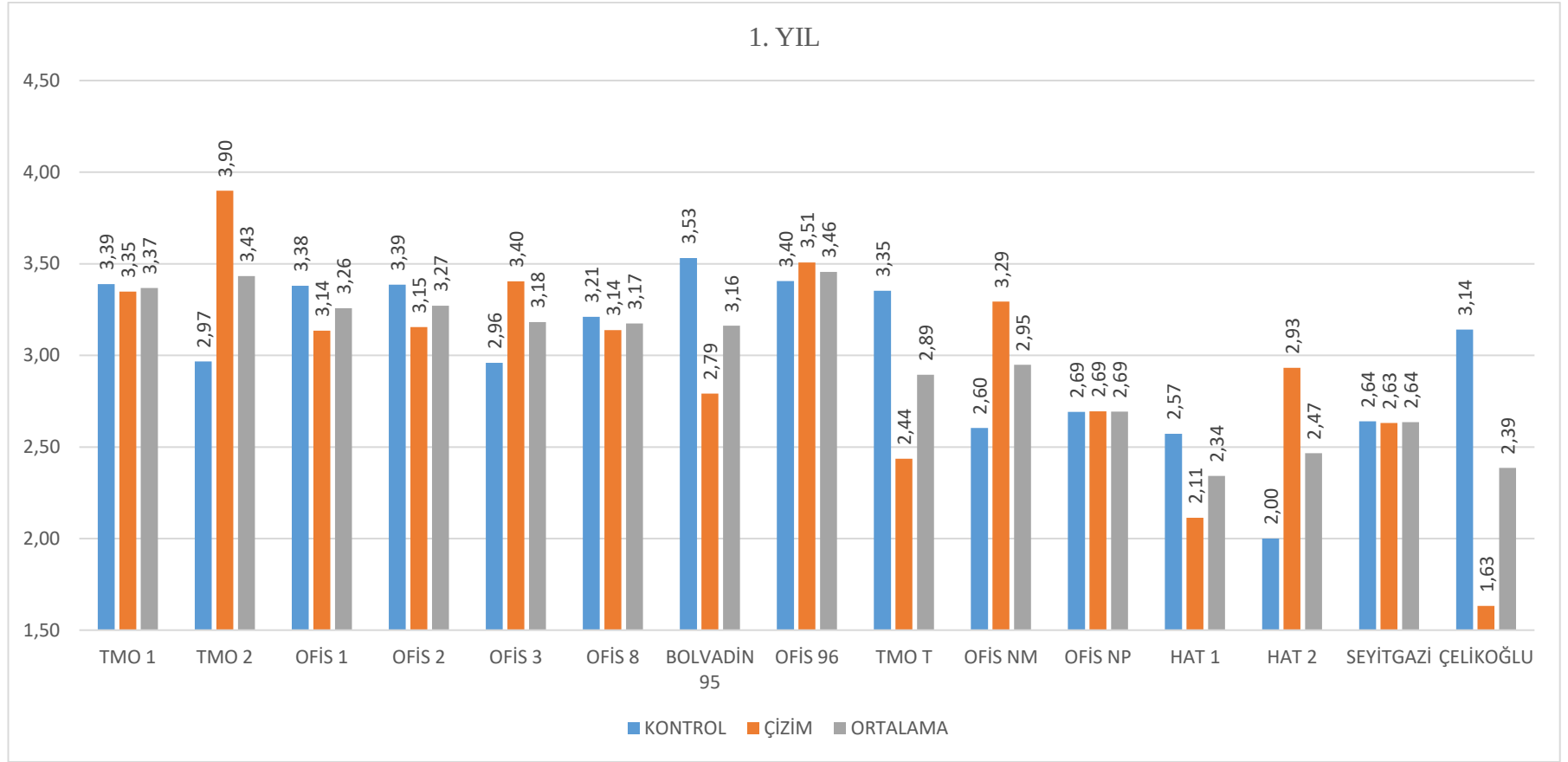
Çizelge 4.4'te genotiplerin ikinci yıl bitki başına kapsül verim değerleri verilmiştir.  eşit ortalamaları ikinci yıl 2.14-3.50 g arasında değişmiş ve bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Bitki başına kapsül verimi ikinci yıl 3.50 g ile en yüksek TMO 1  eşidi bulunmuştur. Ancak Ofis 1, Ofis 2 ve TMO 2  eşidi ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük ise Hat 1'den elde edilmiştir. Hat 1'de her iki yılda da diğ er genotiplere göre en düşük bitki başına kapsül verimi bulunmuştur. Ayrıca kontrol ve çizim yapılan uygulamalar arasında her iki yılda da istatistiksel yönden farklılık bulunmamıştır.

Bajpai ve ark. (2000) Hindistan menşeli genotiplerin bitki başına kapsül verimini 1.4-5.3 g, Skalicky ve ark. (2014) tohum rengine göre kapsül ağırlıklarını incelendikleri çalışmada 0.73-1.50 g (beyaz tohum), 0.71-1.38 g (gri tohum) ve 0.18-1.62 g (mavi tohum) olarak bildirirken, Rahimi (2013), haşhaş çeşitlerinde kapsül veriminin 7.00-9.35 g aralığında değiştiğini belirtmiş,  zgen (2019) farklı genotiplerde yıllara göre kapsül veriminin değiştiğini ve 1. yıl 2.3-5.5 g, 2. yıl 2.5-3.7 g olduğunu ifade etmiştir. Araştırma sonucu elde edilen bitki başına kapsül verimi değerleri Rahimi (2013)'ye göre düşük iken diğ er araştırmacılar ile uygunluk göstermiştir. Sonuçlar arasındaki farklılığın; kapsül çiziminde oluşan yara dokusu sebebiyle kapsülün tam gelişmemesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.3 Genotiplerin 1. yıl bitki başına kapsül verimi (g)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	3.39 ab*	3.37 AB**
	Çizim	3.35 ab	
TMO 2	Kontrol	2.97 a-d	3.43 AB
	Çizim	3.90 a	
OFİS 1	Kontrol	3.38 ab	3.26 ABC
	Çizim	3.14 abc	
OFİS 2	Kontrol	3.39 ab	3.27 ABC
	Çizim	3.15 abc	
OFİS 3	Kontrol	2.96 a-d	3.18 ABC
	Çizim	3.40 ab	
OFİS 8	Kontrol	3.21 ab	3.17 ABC
	Çizim	3.14 abc	
BOLVADİN 95	Kontrol	3.53 ab	3.16 ABC
	Çizim	2.79 bcd	
OFİS 96	Kontrol	3.40 ab	3.46 A
	Çizim	3.51 ab	
TMO T	Kontrol	3.35 ab	2.89 ABC
	Çizim	2.44 b-e	
OFİS NM	Kontrol	2.60 b-e	2.95 ABC
	Çizim	3.29 ab	
OFİS NP	Kontrol	2.69 bcd	2.69 ABC
	Çizim	2.69 bcd	
HAT-1	Kontrol	2.57 b-e	2.34 C
	Çizim	2.11 cde	
HAT-2	Kontrol	2.00 de	2.47 BC
	Çizim	2.93 a-d	
SEYİTGAZİ	Kontrol	2.64 b-e	2.64 ABC
	Çizim	2.63 b-e	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	3.14 abc	2.39 C
	Çizim	1.63 e	
ORTALAMA-Kontrol		3.01	
ORTALAMA-Çizim		2.94	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

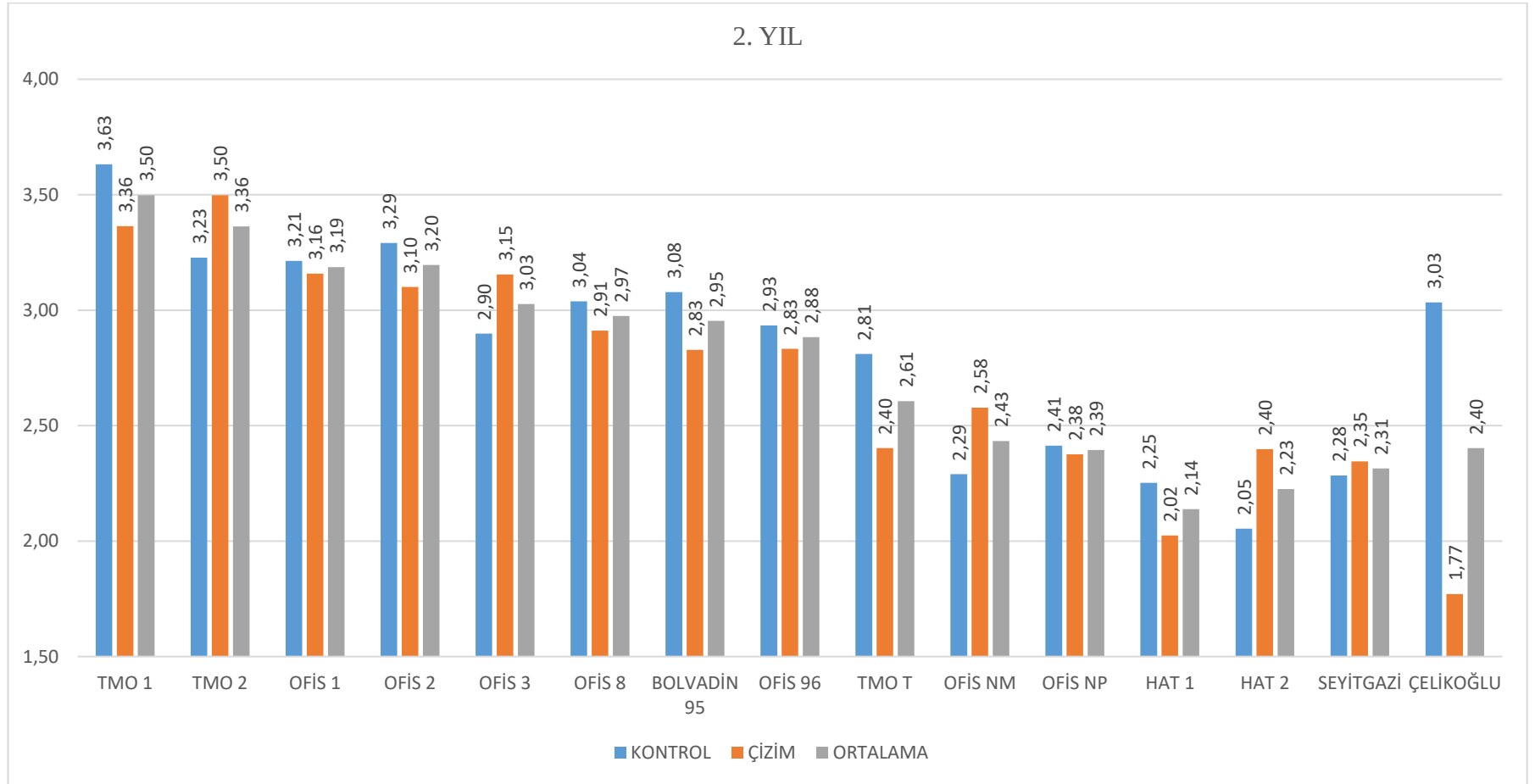


Şekil 4.2 Genotiplerin 1. yıl bitki başına kapsül verimi dağılımı (g)

Çizelge 4.4 Genotiplerin 2. yıl bitki başına kapsül verimi (g)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	3.63	3.50 A**
	Çizim	3.36	
TMO 2	Kontrol	3.23	3.36 AB
	Çizim	3.50	
OFİS 1	Kontrol	3.21	3.19 AB
	Çizim	3.16	
OFİS 2	Kontrol	3.29	3.20 AB
	Çizim	3.10	
OFİS 3	Kontrol	2.90	3.03 ABC
	Çizim	3.15	
OFİS 8	Kontrol	3.04	2.98 A-D
	Çizim	2.91	
BOLVADİN 95	Kontrol	3.08	2.95 A-D
	Çizim	2.83	
OFİS 96	Kontrol	2.93	2.88 A-E
	Çizim	2.83	
TMO T	Kontrol	2.81	2.61 B-E
	Çizim	2.40	
OFİS NM	Kontrol	2.29	2.43 CDE
	Çizim	2.58	
OFİS NP	Kontrol	2.41	2.40 CDE
	Çizim	2.38	
HAT-1	Kontrol	2.25	2.14 E
	Çizim	2.02	
HAT-2	Kontrol	2.05	2.23 DE
	Çizim	2.40	
SEYİTGAZİ	Kontrol	2.28	2.32 CDE
	Çizim	2.35	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	3.03	2.40 CDE
	Çizim	1.77	
ORTALAMA-Kontrol		2.83	
ORTALAMA-Çizim		2.72	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.3 Genotiplerin 2. yıl bitki başına kapsül verimi dağılımı (g)

4.2.2 Bitki başına tohum verimi (g)

Çizelge 4.5’de bitki başına tohum verimine ait varyans analizi, Çizelge 4.6 ve 4.7’de ise verilere ait ortalamalar verilmiştir. Çizelge 4.5’e göre her iki yılda da bitki başına tohum verimi bakımından genotip ve genotip $\times$ uygulama interaksyonları arasındaki farklılıklar istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.5 Genotiplerin iki farklı yıla ait bitki başına tohum verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	2.17	0.72	1.41	0.62	0.21	1.26
Genotip (A)	14	26.58	1.90	3.72 **	13.24	0.95	5.74 **
Uygulama (B)	1	0.10	0.10	0.26	0.10	0.10	0.61
A $\times$ B	14	27.83	1.99	3.89 **	37.15	2.65	16.11 **
Hata	87	44.45	0.51		14.33	0.17	
Genel	119	101.12			65.43		
Varyasyon katsayısı		%17.66			%11.64		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

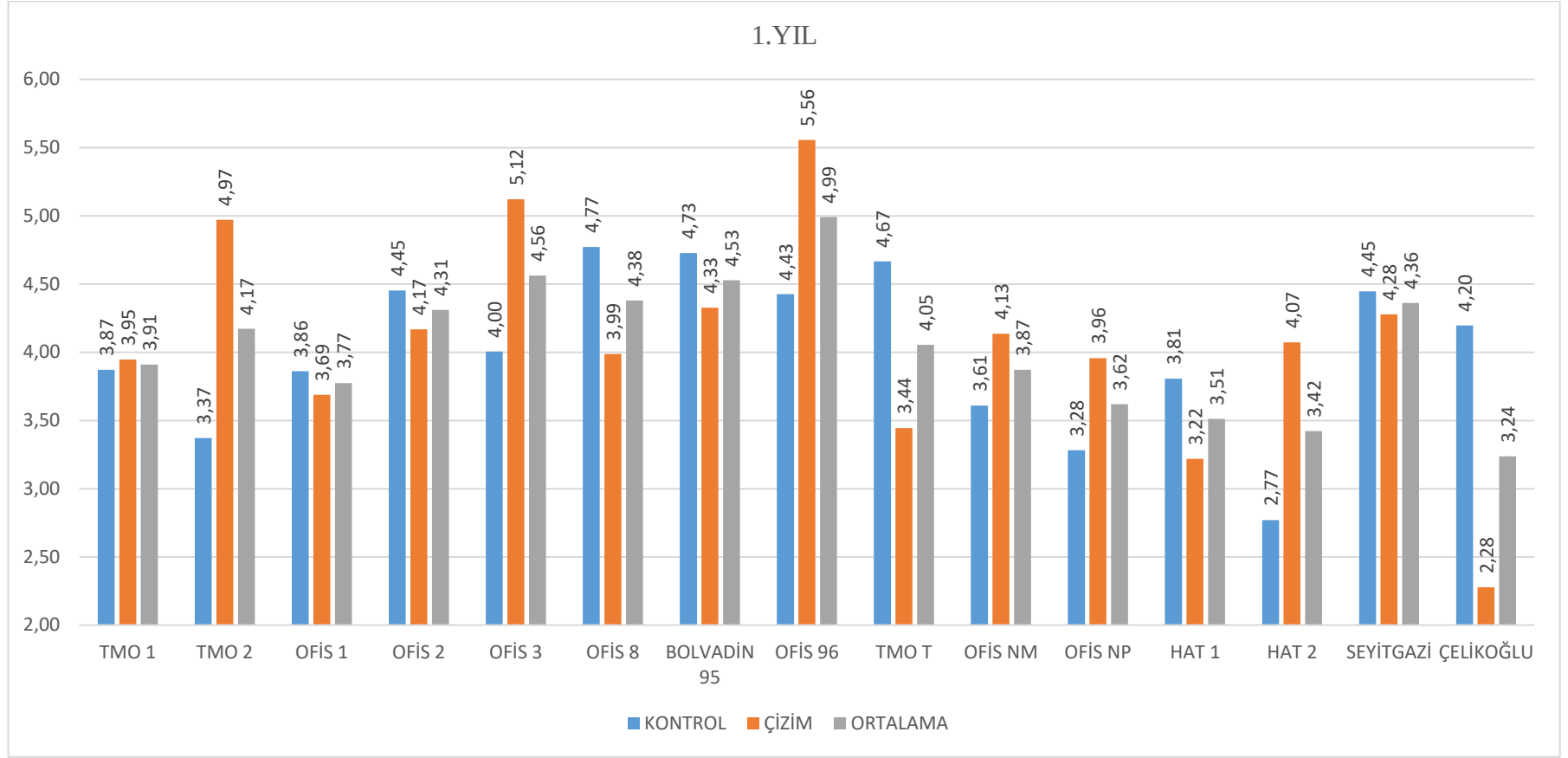
Tez araştırmasında genotiplerin birinci yılda bitki başına tohum verimi ortalaması en yüksek verim Ofis 96 (4.99g) çeşidinde, en düşük verim ise Çelikoğlu (3.24g) çeşidinden elde edilmiştir. Genotip $\times$ uygulama interaksyonlarında 2.77-5.56 g arasında değişmiş ve bu farklılık istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Birinci yıl kontrol grubunda ortalama 4.02 g bulunurken çizim grubunda ortalama bitki başına tohum verimi 4.08 g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.6). Çizelge 4.7’ye göre çeşit ve hatlarda, genel ortalamalara göre 4.37 g ile en yüksek bitki başına tohum verimi Ofis 96 çeşidinden, en düşük verim ise 2.76 g ile Hat 1’den elde edilmiştir. Genotip $\times$ uygulama interaksyonlarında en yüksek değer 4.54 g ile Çelikoğlu çeşidinde kontrol grubunda, en düşük 2.06 g ile Çelikoğlu çeşidinde çizim grubunda elde edilmiştir. Ayrıca kontrol ve çizim grubu arasında istatistiksel yönden önemli farklılık bulunmamıştır. Yerli ve yabancı menşeli haşhaş popülasyonlarında bitki başına tohum veriminin 2.41 g-5.99 g arasında değiştiği bildirilmiştir (Büyükgöçmen, 1993). Bajpai ve ark. (1999), 109 çeşitte (Hindistan menşeli) bitki başına tohum veriminin 1.0 ile 7.4 g arasında değiştiği ifade edilirken, Gümüşçü (1996) tarafından Ankara koşullarında kışlık ekimde bitki başına tohum veriminin 1.78-6.95 g yazlık ekilişte 2.93-7.28 g arasında değiştiği belirtilmiştir.

Doğramacı (2013) tarafından yürütülen iki ayrı denemede ise kapsül veriminin birinci denemede 1.04-4.26 g/bitki, ikinci denemede ise 1.15-3.06 g/bitki aralığında kaydedildiği ifade edilmiştir. Araştırma sonuçları arasında görülen farklılıklar için kapsül çiziminin tıpkı kapsül veriminde olduğu gibi bitki başına tohum verimine de etkili olabileceği tahmin edilmektedir.

Çizelge 4.6 Genotiplerin 1. yıl bitki başına tohum verimi (g)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	3.87 b-e**	3.91 BCD**
	Çizim	3.95 b-e	
TMO 2	Kontrol	3.37 c-f	4.17 A-D
	Çizim	4.97 abc	
OFİS 1	Kontrol	3.86 b-e	3.77 BCD
	Çizim	3.69 b-f	
OFİS 2	Kontrol	4.45 a-d	4.31 A-D
	Çizim	4.17 a-e	
OFİS 3	Kontrol	4.00 a-e	4.56 AB
	Çizim	5.12 ab	
OFİS 8	Kontrol	4.77 a-d	4.38 ABC
	Çizim	3.99 a-e	
BOLVADİN 95	Kontrol	4.73 a-d	4.53 AB
	Çizim	4.33 a-e	
OFİS 96	Kontrol	4.43 a-d	4.99 A
	Çizim	5.56 a	
TMO T	Kontrol	4.67 a-d	4.06 A-D
	Çizim	3.44 c-f	
OFİS NM	Kontrol	3.61 b-f	3.87 BCD
	Çizim	4.13 a-e	
OFİS NP	Kontrol	3.28 def	3.62 BCD
	Çizim	3.96 b-e	
HAT-1	Kontrol	3.81 b-e	3.51 BCD
	Çizim	3.22 def	
HAT-2	Kontrol	2.77 ef	3.42 CD
	Çizim	4.07 a-e	
SEYİTGAZİ	Kontrol	4.45 a-d	4.36 ABC
	Çizim	4.28 a-e	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	4.20 a-e	3.24 D
	Çizim	2.28 f	
ORTALAMA-Kontrol		4.02	
ORTALAMA-Çizim		4.08	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

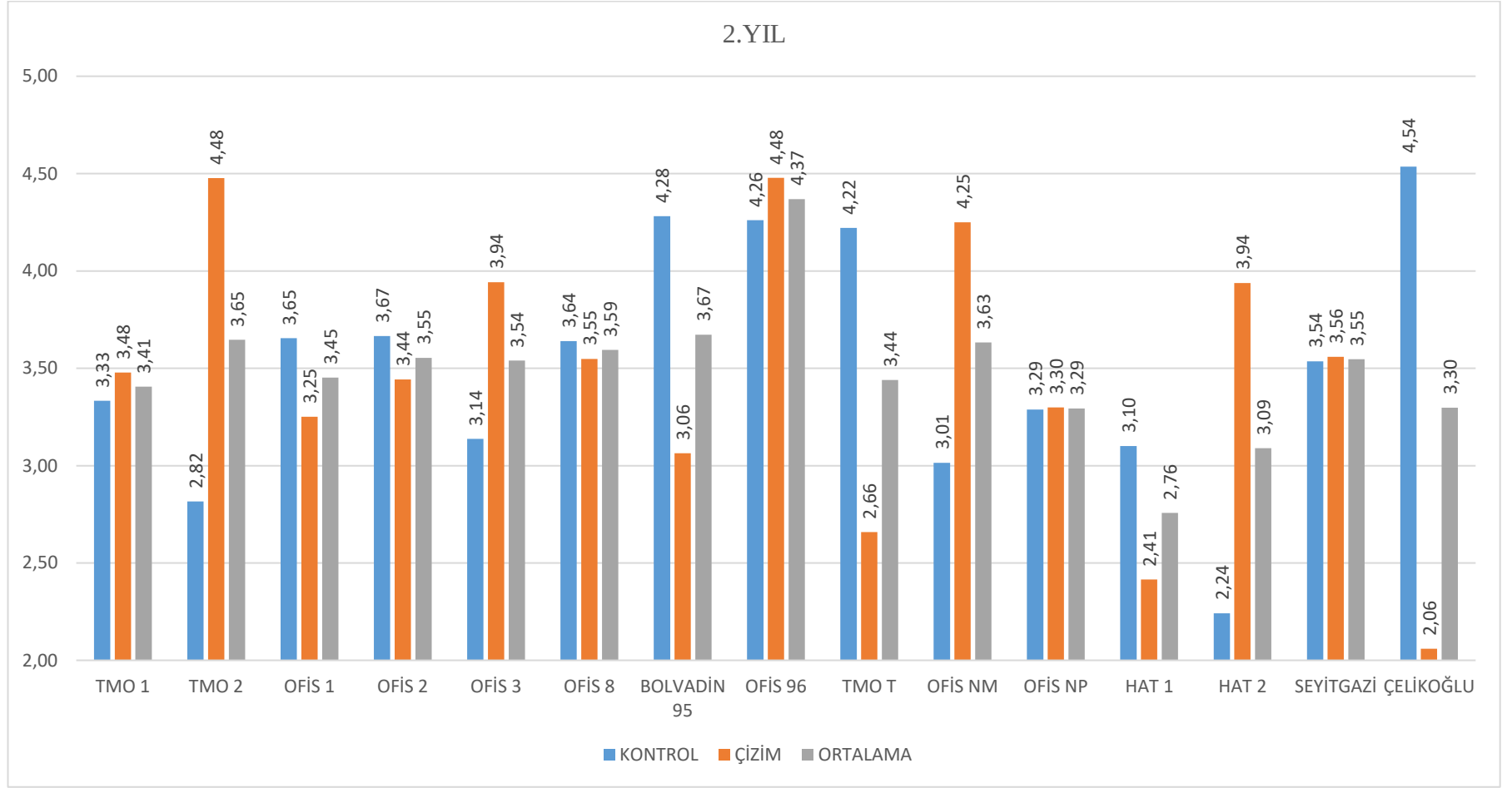


Şekil 4.4 Genotiplerin 1. yıl bitki başına tohum verimi dağılımı (g)

Çizelge 4.7 Genotiplerin 2. yıl bitki başına tohum verimi (g)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	3.33 def**	3.41 B**
	Çizim	3.48 c-f	
TMO 2	Kontrol	2.82 e-ı	3.65 B
	Çizim	4.48 ab	
OFİS 1	Kontrol	3.65 b-e	3.45 B
	Çizim	3.25 d-g	
OFİS 2	Kontrol	3.67 a-e	3.55 B
	Çizim	3.44 c-f	
OFİS 3	Kontrol	3.14 d-g	3.54 B
	Çizim	3.94 a-d	
OFİS 8	Kontrol	3.64 b-e	3.59 B
	Çizim	3.55 c-f	
BOLVADİN 95	Kontrol	4.28 abc	3.67 B
	Çizim	3.06 d-h	
OFİS 96	Kontrol	4.26 abc	4.37 A
	Çizim	4.48 ab	
TMO T	Kontrol	4.22 abc	3.44 B
	Çizim	2.66 f-ı	
OFİS NM	Kontrol	3.01 e-h	3.63 B
	Çizim	4.25 abc	
OFİS NP	Kontrol	3.29 def	3.29 BC
	Çizim	3.30 def	
HAT-1	Kontrol	3.10 d-g	2.76 C
	Çizim	2.41 ghı	
HAT-2	Kontrol	2.24 hı	3.09 BC
	Çizim	3.94 a-d	
SEYİTGAZİ	Kontrol	3.54 c-f	3.55 B
	Çizim	3.56 cde	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	4.54 a	3.30 B
	Çizim	2.06 ı	
ORTALAMA-Kontrol		3.52	
ORTALAMA-Çizim		3.46	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.5 Genotiplerin 2. yıl bitki başına tohum verimi dağılımı (g)

4.2.3 Kapsül verimi (kg/da)

Dekara kapsül verimi varyans analizi sonuçlarına göre yıllar, çizim, genotip %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.8). Denemede yıllara ait sonuçlar ayrı ayrı değerlendirildiğinde her iki yılda da uygulama, genotiplerde ise birinci yılda istatistiksel olarak önemsiz bulunurken, ikinci yılda ise %1 önemli bulunmuştur (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.8 Genotiplerin iki farklı yıla ait kapsül verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	542.8	180.930	2.62	782.5	260.822	2.63
Genotip (A)	14	1225.3	87.524	1.27	6024.1	430.295	4.33**
Uygulama (B)	1	4995.2	4995.167	72.41**	6121.2	6121.195	61.66**
A × B	14	670.2	47.872	0.69	1811.2	129.371	1.30
Hata	87	6001.4	68.982		8637.1	99.277	
Genel	119	13434.9			23376.1		
Varyasyon katsayısı		%15.59			%15.89		

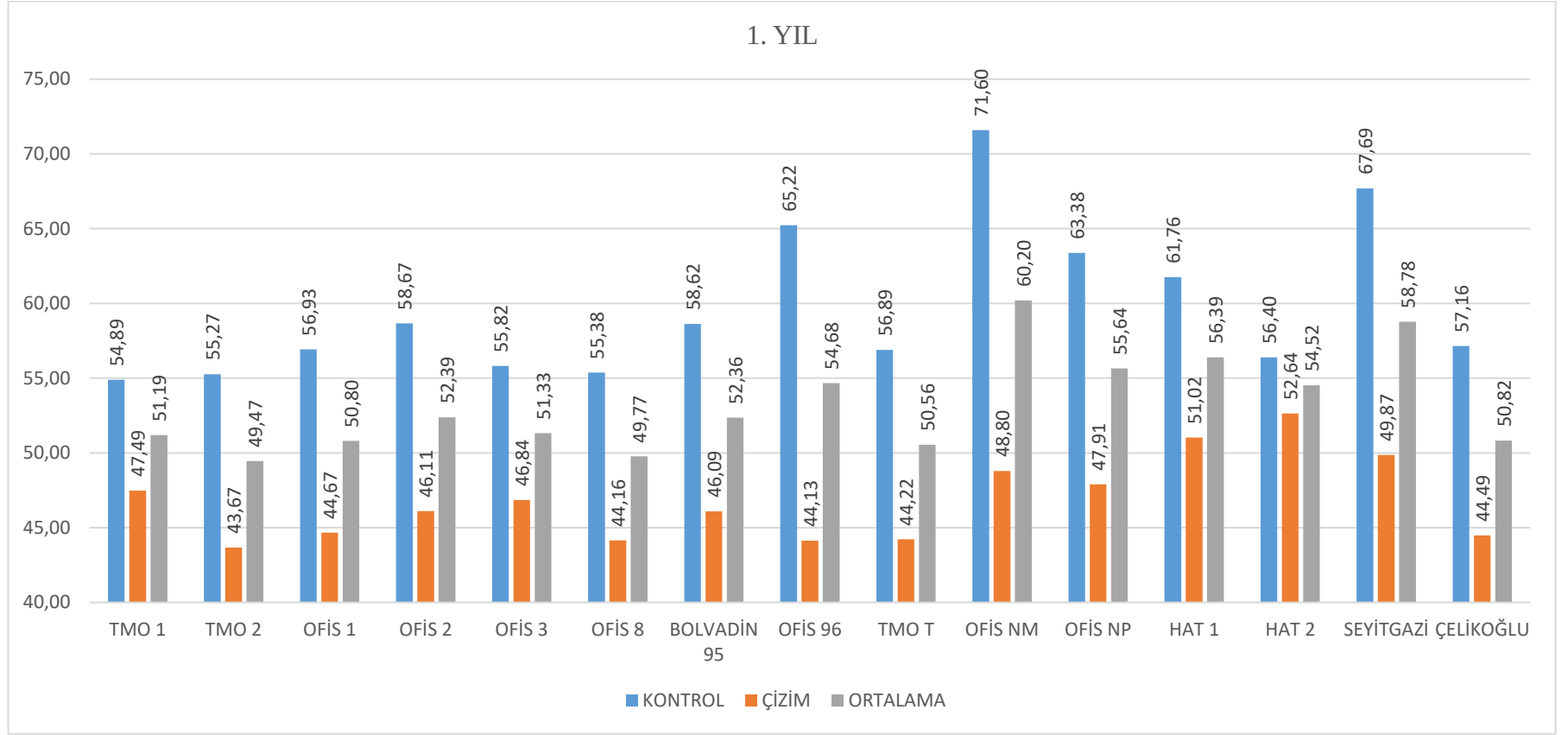
*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Çizim parsellerinde birinci yıl 43.67 kg/da (TMO 2)- 52.64 kg/da, (Hat-2), ikinci yıl ise 41.02 kg/da (Bolvadin 95)- 66.52 kg/da (Ofis 3), aralığında gözlemlenmiştir. Kontrol grubunda kapsüllerin yıllara ait ortalama değeri birinci yıl 59.71 kg/da ikinci yıl ise 69.83 kg/ da olmuştur. Kontrol parsellerinde yıllar ortalamasında en yüksek 71.60 kg/da ile Ofis NM çeşidinde, en düşük 54.89 kg/da ile (TMO-1) çeşidindedir. Yıllar arasında oluşan farkın 2022 Nisan-Mayıs yağışlarının 2021 Nisan-Mayıs aylarına göre daha fazla olması nedeniyle bitkilerde kapsül veriminin artışına etkili olduğu gözlemlenmiştir. Verim kaybının kapsüllerin çizim sonucunda gelişimin duraksaması ve strese bağlı kayıp olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.9 Genotiplerin 1. yıl kapsül verimi (kg/da)

ÇEŞİT-HAT	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	54.89	51.19
	Çizim	47.49	
TMO 2	Kontrol	55.27	49.47
	Çizim	43.67	
OFİS 1	Kontrol	56.93	50.80
	Çizim	44.67	
OFİS 2	Kontrol	58.67	52.39
	Çizim	46.11	
OFİS 3	Kontrol	55.82	51.33
	Çizim	46.84	
OFİS 8	Kontrol	55.38	49.77
	Çizim	44.16	
BOLVADİN 95	Kontrol	58.62	52.36
	Çizim	46.09	
OFİS 96	Kontrol	65.22	54.68
	Çizim	44.13	
TMO T	Kontrol	56.89	50.56
	Çizim	44.22	
OFİS NM	Kontrol	71.60	60.20
	Çizim	48.80	
OFİS NP	Kontrol	63.38	55.64
	Çizim	47.91	
HAT 1	Kontrol	61.76	56.39
	Çizim	51.02	
HAT 2	Kontrol	56.40	54.52
	Çizim	52.64	
SEYİTGAZİ	Kontrol	67.69	58.78
	Çizim	49.87	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	57.16	50.82
	Çizim	44.49	
ORTALAMA-Kontrol		59.71 A**	
ORTALAMA-Çizim		46.81 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

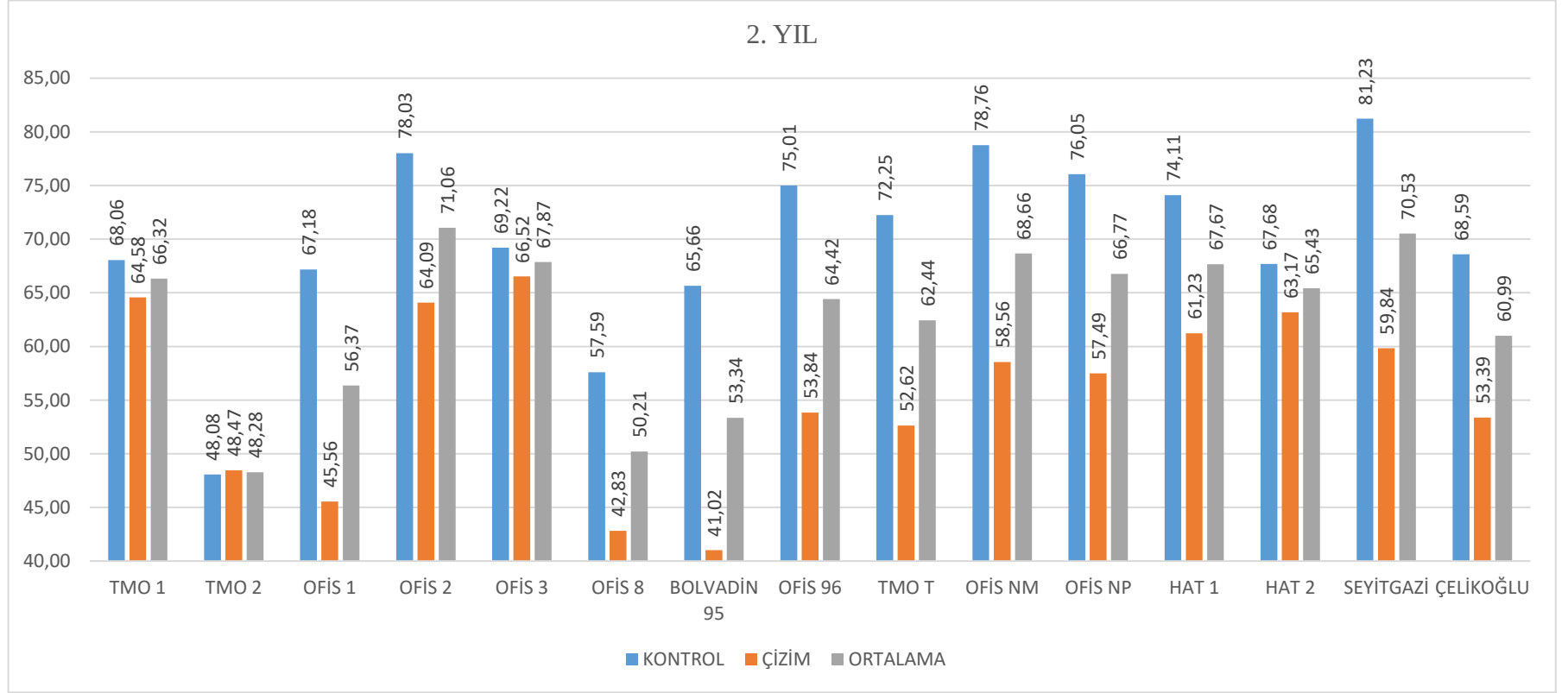


Şekil 4.6 Genotiplerin 1. yıl kapsül verimi dağılımı (kg/da)

Çizelge 4.10 Genotiplerin ikinci yıl kapsül verimi (kg/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	68.06	66.32 AB**
	Çizim	64.58	
TMO 2	Kontrol	48.08	48.28 D
	Çizim	48.47	
OFİS 1	Kontrol	67.18	56.37 A-D
	Çizim	45.56	
OFİS 2	Kontrol	78.03	71.06 A
	Çizim	64.09	
OFİS 3	Kontrol	69.22	67.87 AB
	Çizim	66.52	
OFİS 8	Kontrol	57.59	50.21 CD
	Çizim	42.83	
BOLVADİN 95	Kontrol	65.66	53.34 BCD
	Çizim	41.02	
OFİS 96	Kontrol	75.01	64.42 ABC
	Çizim	53.84	
TMO T	Kontrol	72.25	62.44 A-D
	Çizim	52.62	
OFİS NM	Kontrol	78.76	68.66 A
	Çizim	58.56	
OFİS NP	Kontrol	76.05	66.77 AB
	Çizim	57.49	
HAT-1	Kontrol	74.11	67.67 AB
	Çizim	61.23	
HAT-2	Kontrol	67.68	65.43 AB
	Çizim	63.17	
SEYİTGAZİ	Kontrol	81.23	70.53 A
	Çizim	59.84	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	68.59	60.99 A-D
	Çizim	53.39	
ORTALAMA-Kontrol		69.83A**	
ORTALAMA-Çizim		55.55B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.7 Genotiplerin 2. yıl kapsül verimi dağılımı (kg/da)

Soyalp (1996) araştırmasında yazlık ekilen 28 hattın kapsül verimini incelediğinde 44.12-95.81 kg/da, Yılmaz (1997), Tokat Kazova yaptığı çalışmada geciken ekimlerin kapsül verimini düşürdüğünü, Koşar ve ark. (2012) Eskişehir koşullarında 5 çeşit ve 11 hatta ait kapsül verimleri 120-147 kg/da olarak tespit etmişlerdir.

Alaca (2015) haşhaş bitkisinin Ankara koşullarında kapsül verimini 62.49-96.85 kg/da, Özgen (2019), 2017-18 yıllarında 25 farklı genotipde yapılan çalışmada 1. yıl 114 kg/da 2. yıl 106 kg/da kaydetmişlerdir. Deneme verileri üzerinde yapılan incelemelerde genel anlamda, diğer çalışmalarla benzerlik göstermekle birlikte, farklılıkların iklim-toprak yapısı ile çizim uygulamasından olabileceği kabul edilmektedir.

4.2.4 Tohum verimi (kg/da)

Çizelge 4.11’de çalışmada elde edilen verilerle yapılan varyans analizi sonucunda incelenen bütün parametreler ve interaksiyonlar %1 önemli bulunmuştur. Çalışmada yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde ise birinci yılda sadece uygulama ve ikinci yılda ise incelenen bütün parametreler %1 önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.11 Genotiplerin iki farklı yıla ait tohum verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	326.82	108.94	3.4247	371.243	123.748	684.08
Genotip (A)	14	734.07	52.43	1.6483	2719.635	194.26	1073.87**
Uygulama (B)	1	1708.5	1708.6	53.7105**	6979.798	6979.798	38584.26**
A × B	14	303.07	21.65	0.6805	4715.331	336.809	1861.88**
Hata	87	2767.5	31.81		15.738	0.181	
Genel	119	5840.1			14801.746		
Varyasyon katsayısı		%11.22			%0.8		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.12 ve 4.13’de kontrol ve çizim grubunda genotiplerin tohum verim değerleri verilmiştir. Birinci yılda verim çizim grubunda 42.69 kg/da-52.64 kg/da arasında bulunurken, ikinci yılda ise 40.44 kg/da - 54.11 kg/da aralığında değiştiği bulunmuştur. Çizim grubunda yıllara ait ortalama değer; birinci yıl 46.49 kg/da, ikinci yıl 45.60

kg/da'dır. Kontrol grubunda en yüksek verim 61.16 kg/da ile (Ofis NM) çeşidinde, en düşük ise 50.27 kg/da ile Ofis 8 çeşidindedir.

İkinci yılda kontrol grubunda tohum verimi en düşük 50.39 kg/da Çelikoğlu çeşidinde, 80.79 kg/da ile en yüksek Bolvadin 95 çeşidine aittir.

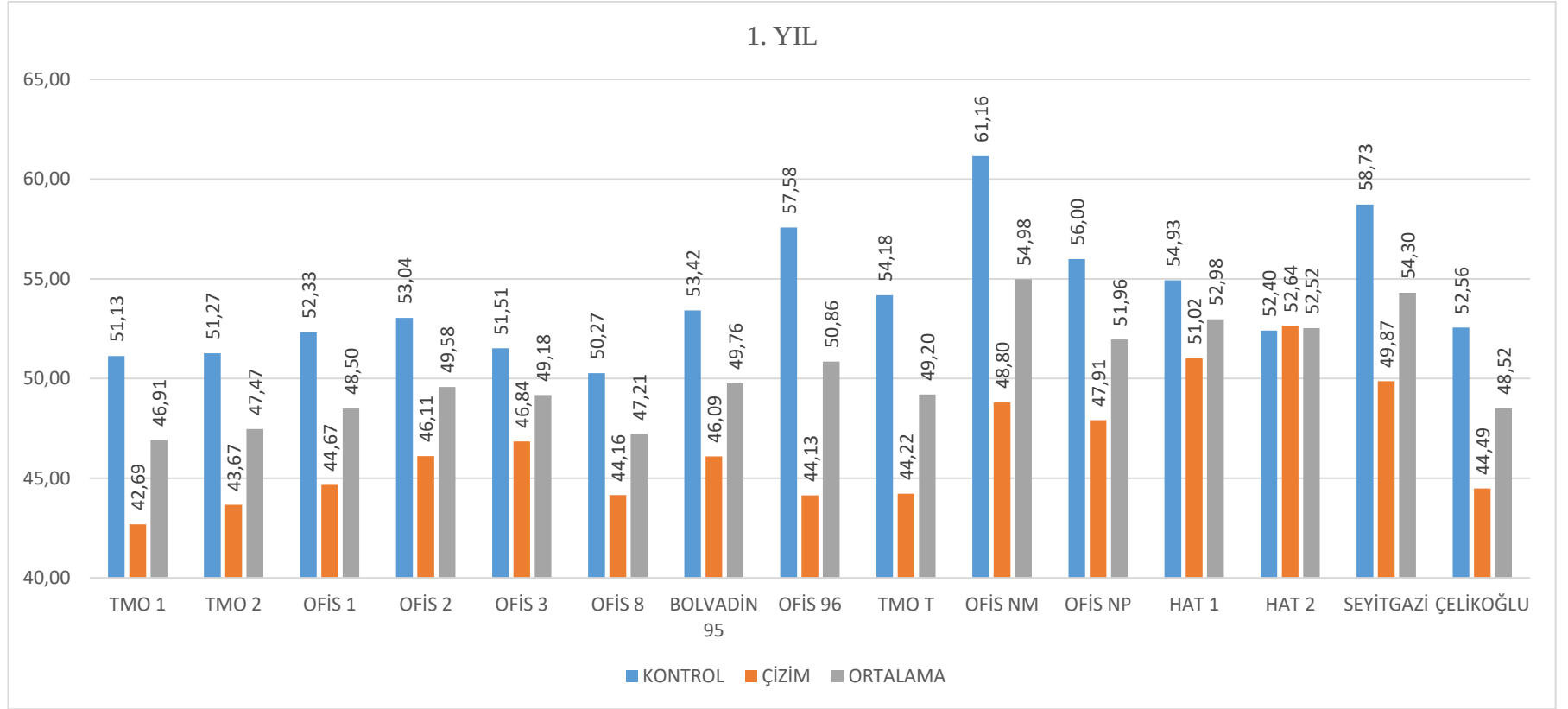
Yıllar arasında oluşan fark; 2022 Nisan-Mayıs dönemi yağışlarının 2021 Nisan-Mayıs dönemine göre daha fazla olması önemli bir etkidir. Verim farkının bitkilerde çizim işlemi uygulamasından dolayı gelişime duraksama, tohum kanalının zarar görmesi veya strese bağlı verim kaybı olabileceği düşünülmektedir.

Yılmaz (1997), farklı ekim zamanlarında ekilen haşhaşa gecikmiş ekim zamanının tohum verimi düşürdüğünü ifade etmiştir. Valizadeh ve ark. (2017) F1 melezlerinin 95.4-128.8 kg/da, Koşar ve ark. (2012) 139.0-174.0 kg tohum verimi, Duru (1993) Amasya iklim şartlarında 4 farklı çeşitte tohum veriminin 158.58-169.03 kg/da, Gümüşçü (1996) ise tohum verimini yazlık ekilişte 55.4-136.1 kg/da kışlık ekilişte ise 44.9-128.1 kg/da arasında kaydetmiştir. Bu araştırmadan elde edilen veriler Gümüşçü (1996)'nın değerleriyle uygun ancak genel olarak diğer araştırmacıların rakamlarından daha düşüktür. Farklı genotipik özelliği olan materyallerin kullanılması denemede iklim değişkenlikleri ve kapsülde çizim uygulamalarının etkisi olabilmektedir. Denemede elde edilen dekara tohum veriminin genel ortalama değerleri ise diğer araştırma sonuçlarıyla uyumludur.

Çizelge 4.12 Genotiplerin birinci yıl tohum verimi (kg/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	51.13	46.91
	Çizim	42.69	
TMO 2	Kontrol	51.27	47.47
	Çizim	43.67	
OFİS 1	Kontrol	52.33	48.50
	Çizim	44.67	
OFİS 2	Kontrol	53.04	49.58
	Çizim	46.11	
OFİS 3	Kontrol	51.51	49.18
	Çizim	46.84	
OFİS 8	Kontrol	50.27	47.21
	Çizim	44.16	
BOLVADİN 95	Kontrol	53.42	49.76
	Çizim	46.09	
OFİS 96	Kontrol	57.58	50.86
	Çizim	44.13	
TMO T	Kontrol	54.18	49.20
	Çizim	44.22	
OFİS NM	Kontrol	61.16	54.98
	Çizim	48.80	
OFİS NP	Kontrol	56.00	51.96
	Çizim	47.91	
HAT 1	Kontrol	54.93	52.98
	Çizim	51.02	
HAT 2	Kontrol	52.40	52.52
	Çizim	52.64	
SEYİTGAZİ	Kontrol	58.73	54.30
	Çizim	49.87	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	52.56	48.52
	Çizim	44.49	
ORTALAMA-Kontrol		54.03 A**	
ORTALAMA-Çizim		46.49 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

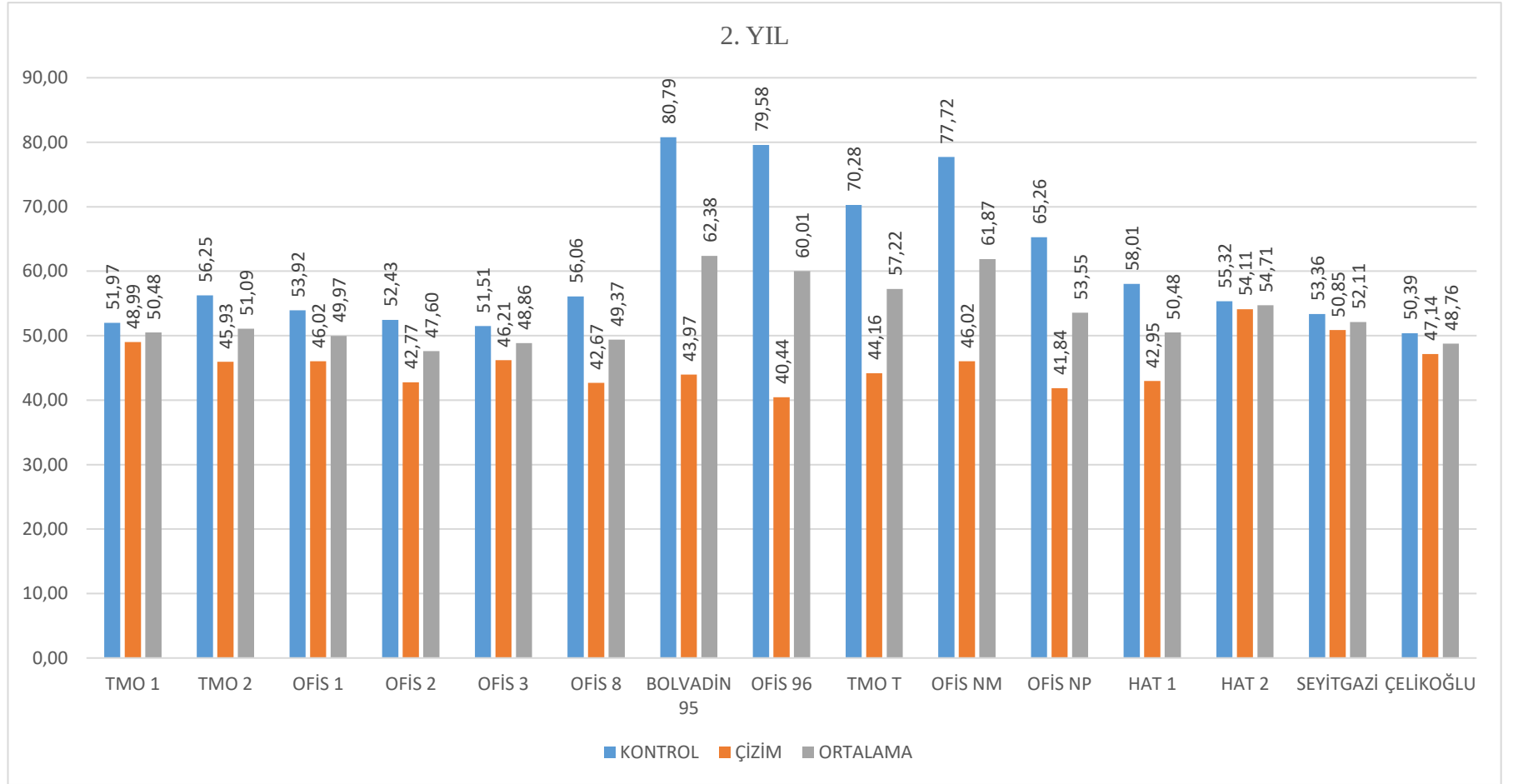


Şekil 4.8 Genotiplerin 1. yıl tohum verimi dağılımı (kg/da)

Çizelge 4.13 Genotiplerin ikinci yıl tohum verimi (kg/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	51.97 jk**	50.48 H**
	Çizim	48.99 n	
TMO 2	Kontrol	56.25 g	51.09 G
	Çizim	45.93 p	
OFİS 1	Kontrol	53.92 ı	49.97 H
	Çizim	46.02 p	
OFİS 2	Kontrol	52.43 j	47.60 K
	Çizim	42.77 r	
OFİS 3	Kontrol	51.51 kl	48.86 İJ
	Çizim	46.21 p	
OFİS 8	Kontrol	56.06 jh	49.37 I
	Çizim	42.67 r	
BOLVADİN 95	Kontrol	80.79 a	62.38 A
	Çizim	43.97 q	
OFİS 96	Kontrol	79.58 b	60.01 B
	Çizim	40.44 t	
TMO T	Kontrol	70.28 d	57.22 C
	Çizim	44.16 q	
OFİS NM	Kontrol	77.72 c	61.87 A
	Çizim	46.02 p	
OFİS NP	Kontrol	65.26 e	53.55 E
	Çizim	41.84 s	
HAT 1	Kontrol	58.01 f	50.48 H
	Çizim	42.95 r	
HAT 2	Kontrol	55.32 h	54.71 D
	Çizim	54.11 ı	
SEYİTGAZİ	Kontrol	53.36 ı	52.11 F
	Çizim	50.85 lm	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	50.39 m	48.76 J
	Çizim	47.14 o	
ORTALAMA-Kontrol		60.86 A**	
ORTALAMA-Çizim		45.60 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.9 Genotiplerin 2. yıl tohum verimi dağılımı (kg/da)

4.2.5 Morfin verimi (g/da)

Araştırmada, kapsüldeki morfin verimine ilişkin varyans analizi sonuçları Çizelge 4.14'te sunulmuştur. Varyans analiz tablosunun incelenmesi sonucunda, tüm parametrelerin her iki yılda da istatistiksel olarak %1 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir. Analiz, yıllar bazında ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Yıllar ayrı ayrı ele alındığında ise her iki yıl için de tüm parametrelerin (genotipler, uygulama, genotip $\times$ uygulama) istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.14 Genotiplerin iki farklı yıla ait morfin verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	59947.3	19982.5	2.54	114228.2	38076.1	3.68
Genotip (A)	14	1762412.2	125886.6	15.99**	2747105.1	196221.8	18.98**
Uygulama (B)	1	2385527.2	2385527.3	302.99**	2616481.0	2616481.0	253.03**
A $\times$ B	14	582974.5	41641.0	5.29**	813108.9	58079.2	5.62**
Hata	87	684989.5	7873.4		899628.6	10340.6	
Genel	119	5475851.0			7190552.0		
Varyasyon Katsayısı		%28.02			%25.41		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.15'te genotiplerin birinci yıl morfin verimi ortalamaları verilmiştir. Morfin verimi açısından en yüksek değer 640 g/da ile Ofis 1 çeşidinde kaydedilmiş, en düşük verim ise 194 g/da ile Hat 1'de elde edilmiştir. Ancak, Hat 1'in en düşük değere sahip olmasına rağmen, istatistiksel analizler sonucunda TMO 1, TMO 2, Ofis 96, Hat 2 ve Çelikoğlu ile aynı istatistiksel grupta yer aldığı belirlenmiştir. Genotip $\times$ uygulama interaksiyonlarına bakıldığında, morfin verimi en yüksek 963.91 g/da ile Ofis 1 kontrol grubundan tespit edilmişken, en düşük ise 101.86 g/da ile çizim grubu Hat-1'den elde edilmiştir. Genel ortalamalar incelendiğinde, kontrol grubunda morfin verimi ortalaması 457.71 g/da, çizim grubunda ise 175.72 g/da bulunmuştur.

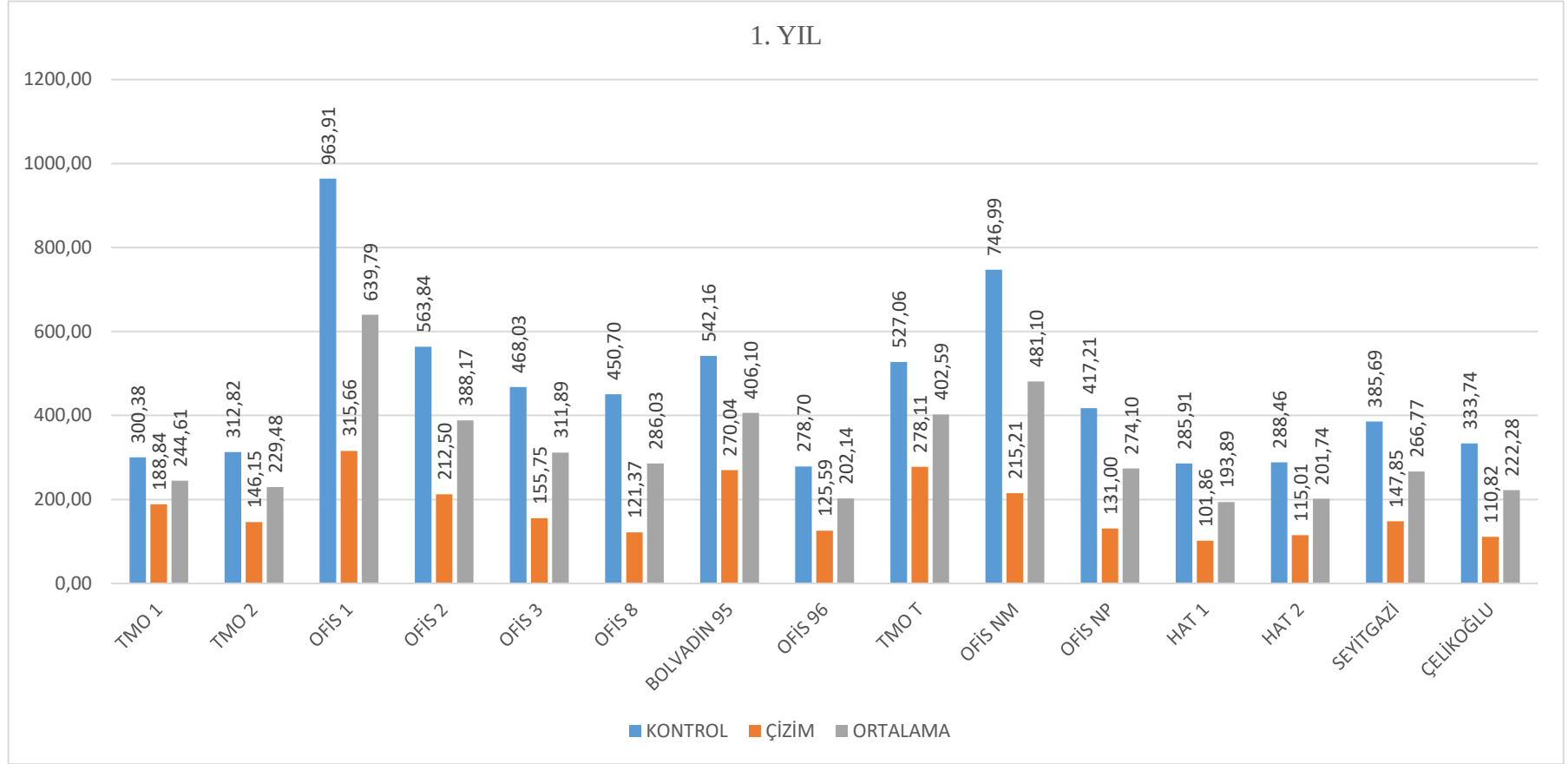
Çizelge 4.16'ya göre ikinci yılda en yüksek morfin verimi Ofis 1 (745 g/da) çeşidinden, en düşük ise Hat 2'den (222 g/da) elde edilmiştir. Ancak TMO 2 ve Ofis 96 çeşitleri Hat 2 ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. Genotip $\times$ uygulama interaksiyonları

106.89-1103.96 g/da arasında olup fark istatistiki olarak önemli bulunmuştur. Uygulamaların genel ortalamalarında kontrol grubunun morfin verimi 547.82 g/da, çizim grubunda 252.50 g/da bulunmuştur.

Çizelge 4.15 Genotiplerin 1. yıl morfin verimi (g/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	300.38 d-l**	245 E**
	Çizim	188.84 g-j	
TMO 2	Kontrol	312.82 d-h	230 E
	Çizim	146.15 g-j	
OFİS 1	Kontrol	963.91 a	640 A
	Çizim	315.66 d-h	
OFİS 2	Kontrol	563.84 c	388 BCD
	Çizim	212.50 f-j	
OFİS 3	Kontrol	468.03 cd	312 CDE
	Çizim	155.75 g-j	
OFİS 8	Kontrol	450.70 cde	286 CDE
	Çizim	121.37 hıj	
BOLVADİN 95	Kontrol	542.16 c	406 BC
	Çizim	270.04 e-j	
OFİS 96	Kontrol	278.70 d-j	202 E
	Çizim	125.59 hıj	
TMO T	Kontrol	527.06 c	403 BC
	Çizim	278.11 d-j	
OFİS NM	Kontrol	746.99 b	481 B
	Çizim	215.21 f-j	
OFİS NP	Kontrol	417.21 cde	274 DE
	Çizim	131.00 hıj	
HAT-1	Kontrol	285.91 d-j	194 E
	Çizim	101.86 j	
HAT-2	Kontrol	288.46 d-j	202 E
	Çizim	115.01 ij	
SEYİTGAZİ	Kontrol	385.69 c-f	267 DE
	Çizim	147.85 g-j	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	333.74 d-g	222 E
	Çizim	110.82 ij	
ORTALAMA-Kontrol		457.71 A**	
ORTALAMA-Çizim		175.72 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

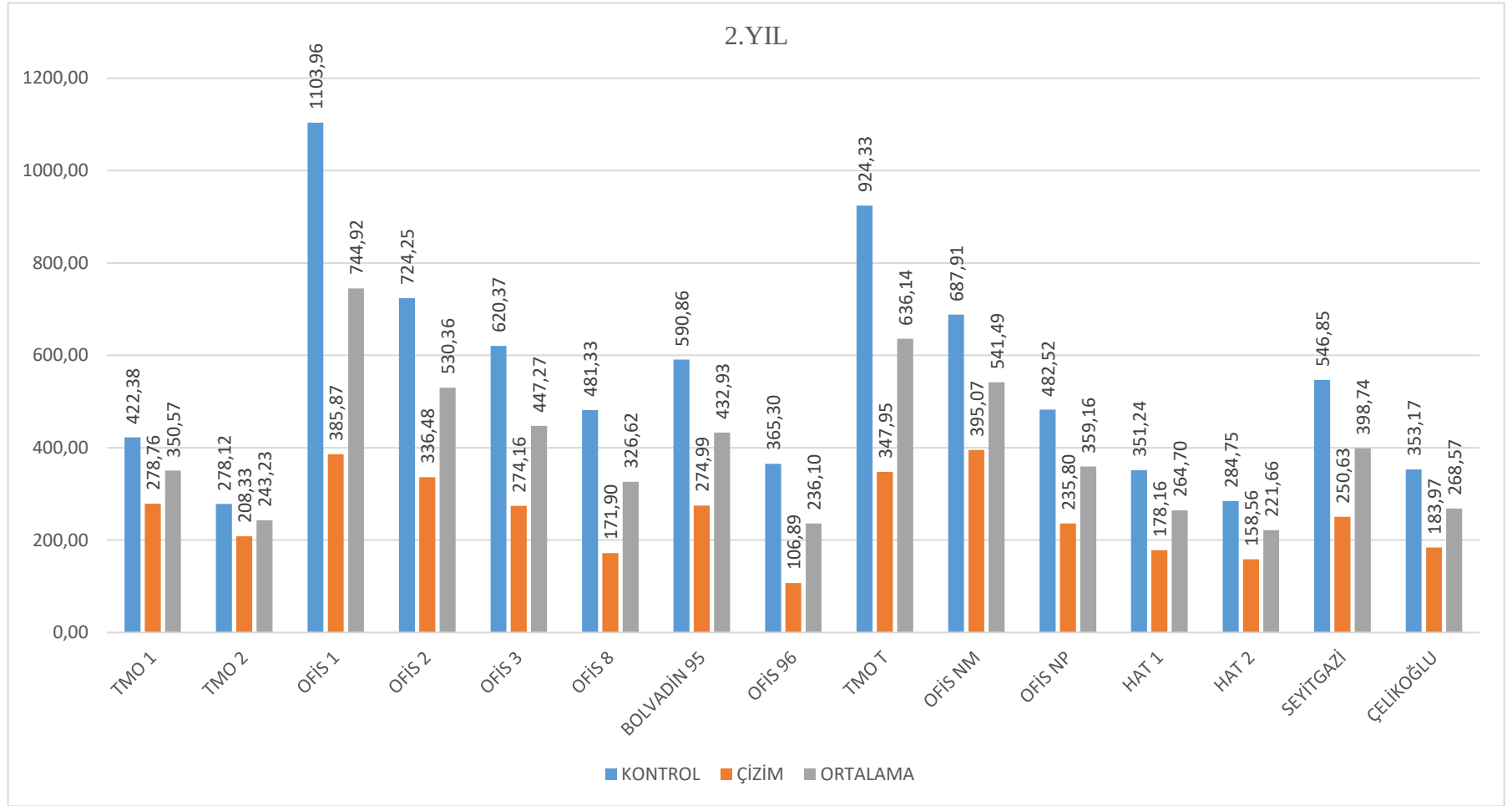


Şekil 4.10 Genotiplerin 1. yıl morfin verimi dağılımı (g/da)

Çizelge 4.16 Genotiplerin 2. yıl morfin verimi (g/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	422.38 d-h**	350 DEF**
	Çizim	278.76 g-k	
TMO 2	Kontrol	278.12 g-k	243 F
	Çizim	208.33 h-k	
OFİS 1	Kontrol	1103.96 a	745 A
	Çizim	385.87 e-ı	
OFİS 2	Kontrol	724.25 b	530 BC
	Çizim	336.48 f-j	
OFİS 3	Kontrol	620.37 bcd	447 CD
	Çizim	274.16 g-k	
OFİS 8	Kontrol	481.33 c-g	327 DEF
	Çizim	171.90 ıjk	
BOLVADİN 95	Kontrol	590.86 b-e	433 CD
	Çizim	274.99 g-k	
OFİS 96	Kontrol	365.30 f-j	236 F
	Çizim	106.89 k	
TMO T	Kontrol	924.33 a	636 AB
	Çizim	347.95 f-j	
OFİS NM	Kontrol	687.91 bc	542 BC
	Çizim	395.07 e-ı	
OFİS NP	Kontrol	482.52 c-g	359 DEF
	Çizim	235.80 h-k	
HAT-1	Kontrol	351.24 f-j	265 EF
	Çizim	178.16 ıjk	
HAT-2	Kontrol	284.75 g-k	222 F
	Çizim	158.56 jk	
SEYİTGAZİ	Kontrol	546.85 b-f	399 CDE
	Çizim	250.63 h-k	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	353.17 f-j	269 EF
	Çizim	183.97 ıjk	
ORTALAMA-Kontrol		547.82 A**	
ORTALAMA-Çizim		252.50 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.11 Genotiplerin 2. yıl morfin verimi dağılımı (g/da)

Morfin verimini: Soyalp (1996), (yüksek morfinli hatların) yazlık ekimde 190-795 g/da, Gümüşçü (1996) yazlık ekimde 281-849 g/da ve kışlık ekimde ise 468-852 g/da, Gümüşçü ve Arslan (1999), yazlık ve kışlık ekimlerde sırasıyla 281-849 g/da ve 468-852 g/da, İpek (2011), kışlık ekimde 20 haşhaş hattı ile yapılmış denemede 336-707 g/da, Günlü ve Öztürk (2008) Kocatepe 96, Ankara 94, Karahisar 96 ve Afyon Kalesi 95 çeşitlerinde sırasıyla 412 g/da, 485 g/da , 564 g/da ve 439 g/da, Koşar ve ark. (2012) 616 - 1084 g/da, Rezaei Osalou (2015), 17 haşhaş çeşidinde verimin 440-861 g/da, Alaca (2015) haşhaş hat ve çeşitlerinde alkaloid verimlerini 403-841 g/da arasında kayıt altına almışlardır. Bu araştırmada edilen veriler; araştırmacıların bulguları ile uygun ve üst değerlerden de yüksek olmuştur. Özellikle 2016 yılında tescil ettirilen Ofis 1 çeşidinin içerdiği yüksek morfin oranı olmasının da önemi morfin veriminde açıkça görülmektedir.

4.2.6 Noskapin verimi (g/da)

Genotiplerin varyans analiz tablosu Çizelge 4.17’de, noskapin verim ortalamaları ise çizelge 4.18 ve 4.19’da verilmiştir. Çalışmada incelenen parametreler genotip, uygulama ve genotip × uygulama interaksiyonları %1 düzeyinde önemli bulunmuş, yıllar ayrı ayrı incelenmiştir.

Çizelge 4.17 Genotiplerin iki farklı yıla ait noskapin verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	92.317	30.772	1.58	1541.5	513.856	2.46
Genotip (A)	14	1793161.3	128082.9	6598.52**	2524786.8	180341.92	864.53**
Uygulama (B)	1	189794.3	189794.3	9777.74**	214371.4	214371.46	1027.6**
A × B	14	542516.5	38751.1	1996.36**	688507.0	49179.07	235.75**
Hata	87	1688.7	19.411		18148.2	208.60	
Genel	119	2527253.3			3447355.1		
Varyasyon Katsayısı		%4.78			%13.80		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Noskapin verimi; kontrol grubunda birinci yıl 131.89 g/da, ikinci yıl 147.26 g/da, çizim grubunda birinci yıl 52.35 g/da, ikinci yıl ise ortalama 62.39 g/da bulunmuş ortalama verim 26.10-468 g arasında değişmiştir. En yüksek verim Ofis NM çeşidinden elde edilirken en düşük verim ise Ofis-8 çeşidinden elde edilmiştir. Ancak Ofis-3 ve Çelikoğlu çeşitleri ile Ofis-8 çeşidi istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır.

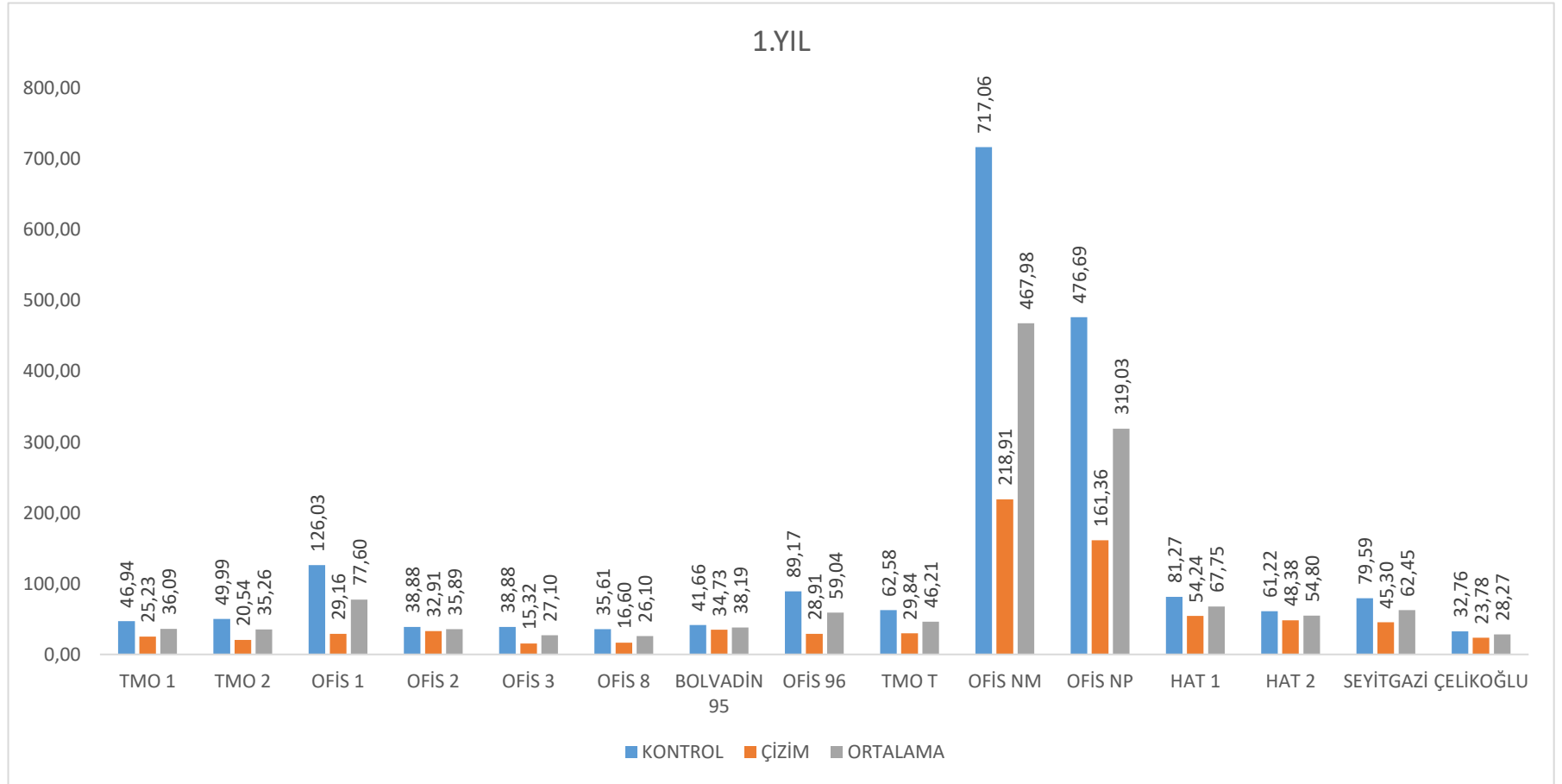
Denemenin ikinci yılında en yüksek verim Ofis NM (535.7 g/da) elde edilirken en düşük Ofis 3 çeşidinden elde edilmiştir. Genotip × uygulama interaksiyonlarında noskapin verimi birinci yıl 15.32-717.06 g/da arasında değişmiştir. En yüksek genotip × uygulama interaksiyonunda Ofis NM çeşidi işe kontrol grubundan elde edilirken en düşük verimi ise Ofis 3 çizim grubunda bulunmuştur. İkinci yıl genotip × uygulama interaksiyonlarında ise en yüksek 794.61 g/da ile Ofis NM kontrol grubunda olurken en düşük verim 2.62 g/da ile Ofis 3 çeşidi ile kontrol grubunda alınmıştır.

Ofis NP ve Ofis NM çeşitleri ana alkaloit bakımından zengin çeşitler olarak ıslah edildiğinden söz konusu yüksek verimin bundan kaynaklı olabileceği değerlendirilmektedir. Araştırmacılar yıllar arasında noskapin farkının; haşhaşın olgunlaşma evresinde yağış ve düşük sıcaklıktan kaynaklandığını belirtmişlerdir. Yazıcı ve Yılmaz (2017) denemelerinde, 5 çeşidin ortalama noskapin oranını kışlık ekilişlerde ortalama %0.20 ve yazlık ekilişlerde ortalama %0.15 olarak kaydetmiş, çalışmada noskapin oranı bakımında Ofis NP'nin özellikle kışlık ekilişte en yüksek %0.94 değeri ile öne çıktığını belirtmiştir. Alaca (2015) haşhaş bitkisinde noskapin oranının 384.31 g/da olduğunu, ayrıca tüm bitkideki en fazla bulunan alkaloidin morfin olduğu noskapinin ise onu izlediğini ifade etmişlerdir. İpek (2016) noskapin oranı yüksek çeşitlerde 0.16-0.956 kg/da olarak sunmuştur. Araştırmacılar sekonder metabolitlerin stres şartlarında artış gösterdiğini, yazlık ekilişte kışlık ekilişe nazaran daha fazla oluştuğunu, ayrıca çeşit ve hatlara göre de metabolitlerin değişebileceğini ifade etmişlerdir.

Çizelge 4.18 Genotiplerin 1. yıl noskapın verimi (g/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	46.94 <i>ijk</i> **	36.08 H**
	Çizim	25.23 <i>opq</i>	
TMO 2	Kontrol	49.99 <i>ij</i>	35.26 H
	Çizim	20.54 <i>pqr</i>	
OFİS 1	Kontrol	126.03 <i>e</i>	77.60 C
	Çizim	29.16 <i>nop</i>	
OFİS 2	Kontrol	38.88 <i>klm</i>	35.89 H
	Çizim	32.91 <i>l-o</i>	
OFİS 3	Kontrol	38.88 <i>klm</i>	27.10 I
	Çizim	15.32 <i>r</i>	
OFİS 8	Kontrol	35.61 <i>lmn</i>	26.10 I
	Çizim	16.60 <i>qr</i>	
BOLVADİN 95	Kontrol	41.66 <i>jkl</i>	38.19 H
	Çizim	34.73 <i>lmn</i>	
OFİS 96	Kontrol	89.17 <i>f</i>	59.04 EF
	Çizim	28.91 <i>nop</i>	
TMO T	Kontrol	62.58 <i>h</i>	46.21 G
	Çizim	29.84 <i>mno</i>	
OFİS NM	Kontrol	717.06 <i>a</i>	468 A
	Çizim	218.91 <i>c</i>	
OFİS NP	Kontrol	476.69 <i>b</i>	319 B
	Çizim	161.36 <i>d</i>	
HAT-1	Kontrol	81.27 <i>fg</i>	67.75 D
	Çizim	54.24 <i>h₁</i>	
HAT-2	Kontrol	61.22 <i>h</i>	54.80 F
	Çizim	48.38 <i>ij</i>	
SEYİTGAZİ	Kontrol	79.59 <i>g</i>	62.44 DE
	Çizim	45.30 <i>ijk</i>	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	32.76 <i>l-o</i>	28.27 I
	Çizim	23.78 <i>o-r</i>	
ORTALAMA-Kontrol		131.89 A**	
ORTALAMA-Çizim		52.35 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

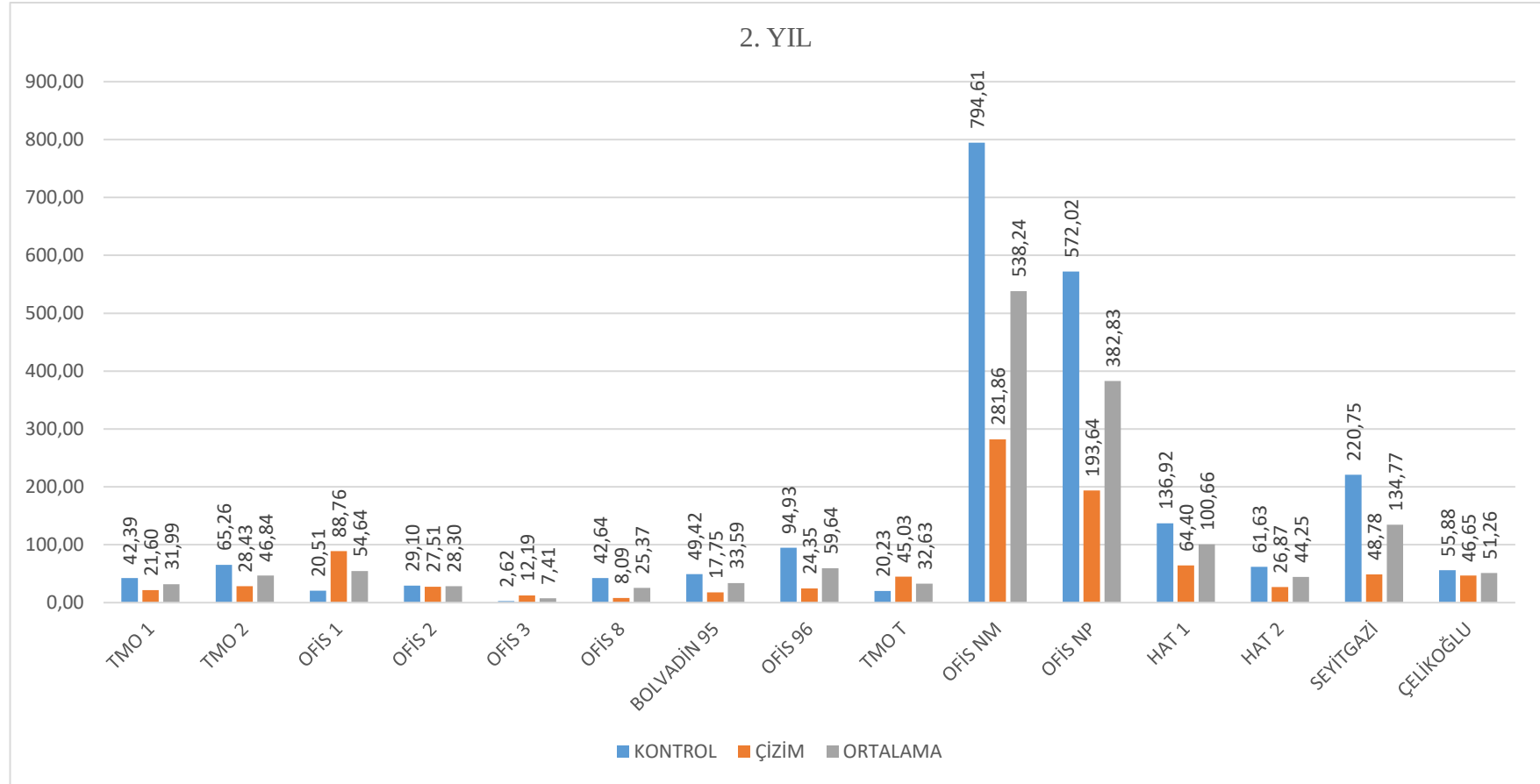


Şekil 4.12 Genotiplerin 1. yıl noskapin verimi dağılımı (g/da)

Çizelge 4.19 Genotiplerin 2. yıl noskapin verimi (g/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	42.39 ı-l**	31.99 FGH**
	Çizim	21.60 klm	
TMO 2	Kontrol	65.26 hı	46.84 EFG
	Çizim	28.43 j-m	
OFİS 1	Kontrol	20.51 klm	54.64 E
	Çizim	88.76 gh	
OFİS 2	Kontrol	29.10 j-m	28.30 GH
	Çizim	27.51 j-m	
OFİS 3	Kontrol	2.62 m	7.40 I
	Çizim	12.19 lm	
OFİS 8	Kontrol	42.64 ı-m	25.36 HI
	Çizim	8.09 m	
BOLVADİN 95	Kontrol	49.42 ıjk	33.59 FGH
	Çizim	17.75 klm	
OFİS 96	Kontrol	94.93 g	59.64 E
	Çizim	24.35 klm	
TMO T	Kontrol	20.23 klm	32.63 FGH
	Çizim	45.03 ıjk	
OFİS NM	Kontrol	794.61 a	535.7 A
	Çizim	281.86 c	
OFİS NP	Kontrol	572.02 b	382.8 B
	Çizim	193.64 e	
HAT-1	Kontrol	136.92 f	100.7 D
	Çizim	64.40 hı	
HAT-2	Kontrol	61.63 hı	44.25 EFGH
	Çizim	26.87 j-m	
SEYİTGAZİ	Kontrol	220.75 d	134.8 C
	Çizim	48.78 ıjk	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	55.88 ıj	51.26 EF
	Çizim	46.65 ıjk	
ORTALAMA-Kontrol		147.26 A**	
ORTALAMA-Çizim		62.39 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.13 Genotiplerin 2. yıl noskapin verimi dağılımı (g/da)

4.2.7 Tebain verimi (g/da)

Kapsülde tebain verimi bakımından yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde incelenen bütün parametreleri %1 düzeyinde önemlilik göstermiştir (Çizelge 4.20).

Çizelge 4.20 Genotiplerin iki farklı yıla ait tebain verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	1.081	0.36	0.096	670.1	223.3	0.815
Genotip (A)	14	2180979.3	155784.241	41527.49**	2842845.8	203060.4	740.82**
Uygulama (B)	1	36968.02	36968.021	9854.58**	77638.3	77638.3	283.24**
A × B	14	482928.3	34494.88	9195.31**	744806.9	53200.4	194.09**
Hata	87	326.36	3.751		23846.8	274.1	
Genel	119	2701203.1			3689808.0		
Varyasyon Katsayısı		%2.73			%18.13		

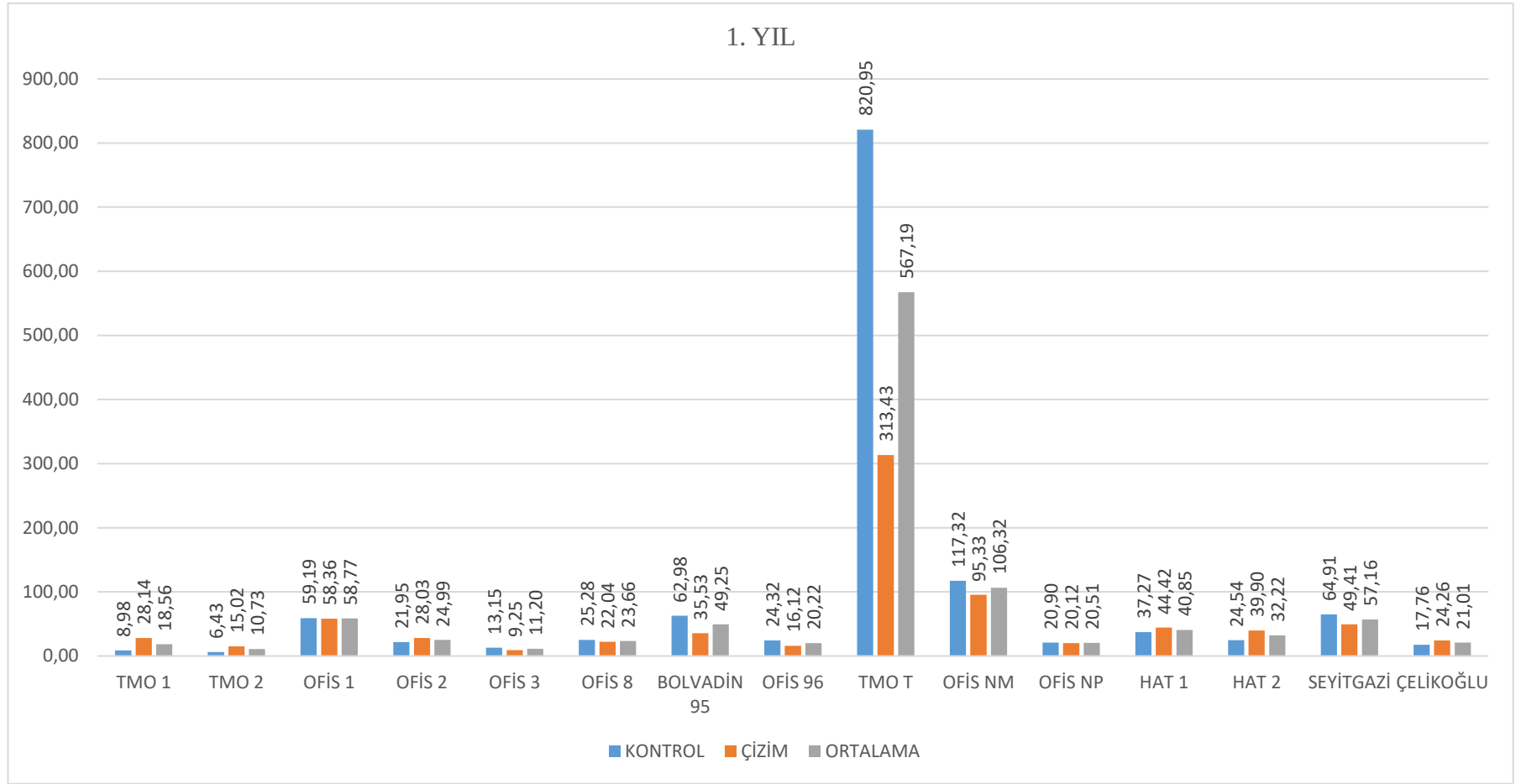
*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Tebain verimi; kontrol grubunda ortalama birinci yılda 88.39 g/da, ikinci yılda ise 116.78 g/da bulunmuştur. Çizim grubunda; birinci yılda 53.29 g/da, ikinci yılda 65.91 g/da tespit edilmiştir. En yüksek verim 820.95 g/da ile TMO-T kontrol çeşidinde elde edilirken en düşük verim ise 6.43 g/da ile TMO-2 kontrol grubundan kaydedilmiştir. İkinci yılda en yüksek 661.4 g/da ile TMO-T çeşidinde, en düşük ise 14.00 g/da ile Çelikoğlu çeşidinden elde edilmiştir. Alaca (2015), Ankara iklim koşullarında yapılmış olan çalışmada birinci yılda tebain verimini 28.14-725.59 g/da ikinci yılda 41.18-876.53 g/da olarak saptamıştır. Yapılan çalışma Alaca (2015)'in sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. TMO tarafından 2010 yılında tescil ettirilen TMO T çeşidi TTSM tescil raporlarında belirtildiği gibi Türkiye'de tebain oranı en yüksek çeşit olmaktadır.

Çizelge 4.21 Genotiplerin 1. yıl tebain verimi (g/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	8.98 r**	18.56 H**
	Çizim	28.14 k	
TMO 2	Kontrol	6.43 r	10.73 I
	Çizim	15.02 pq	
OFİS 1	Kontrol	59.19 f	58.78 C
	Çizim	58.36 f	
OFİS 2	Kontrol	21.95 lmn	24.99 G
	Çizim	28.03 k	
OFİS 3	Kontrol	13.15 q	11.20 I
	Çizim	9.25 r	
OFİS 8	Kontrol	25.28 kl	23.66 G
	Çizim	22.04 lmn	
BOLVADİN 95	Kontrol	62.98 e	49.26 D
	Çizim	35.53 j	
OFİS 96	Kontrol	24.32 klm	20.22 H
	Çizim	16.12 pq	
TMO T	Kontrol	820.95 a	567.2 A
	Çizim	313.43 b	
OFİS NM	Kontrol	117.32 c	106.3 B
	Çizim	95.33 d	
OFİS NP	Kontrol	20.90 mno	20.51 H
	Çizim	20.12 no	
HAT-1	Kontrol	37.27 ij	40.85 E
	Çizim	44.42 h	
HAT-2	Kontrol	24.54 klm	32.22 F
	Çizim	39.90 ı	
SEYİTGAZİ	Kontrol	64.91 e	57.16 C
	Çizim	49.41 g	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	17.76 op	21.01 H
	Çizim	24.26 klm	
ORTALAMA-Kontrol		88.39 A**	
ORTALAMA-Çizim		53.29 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

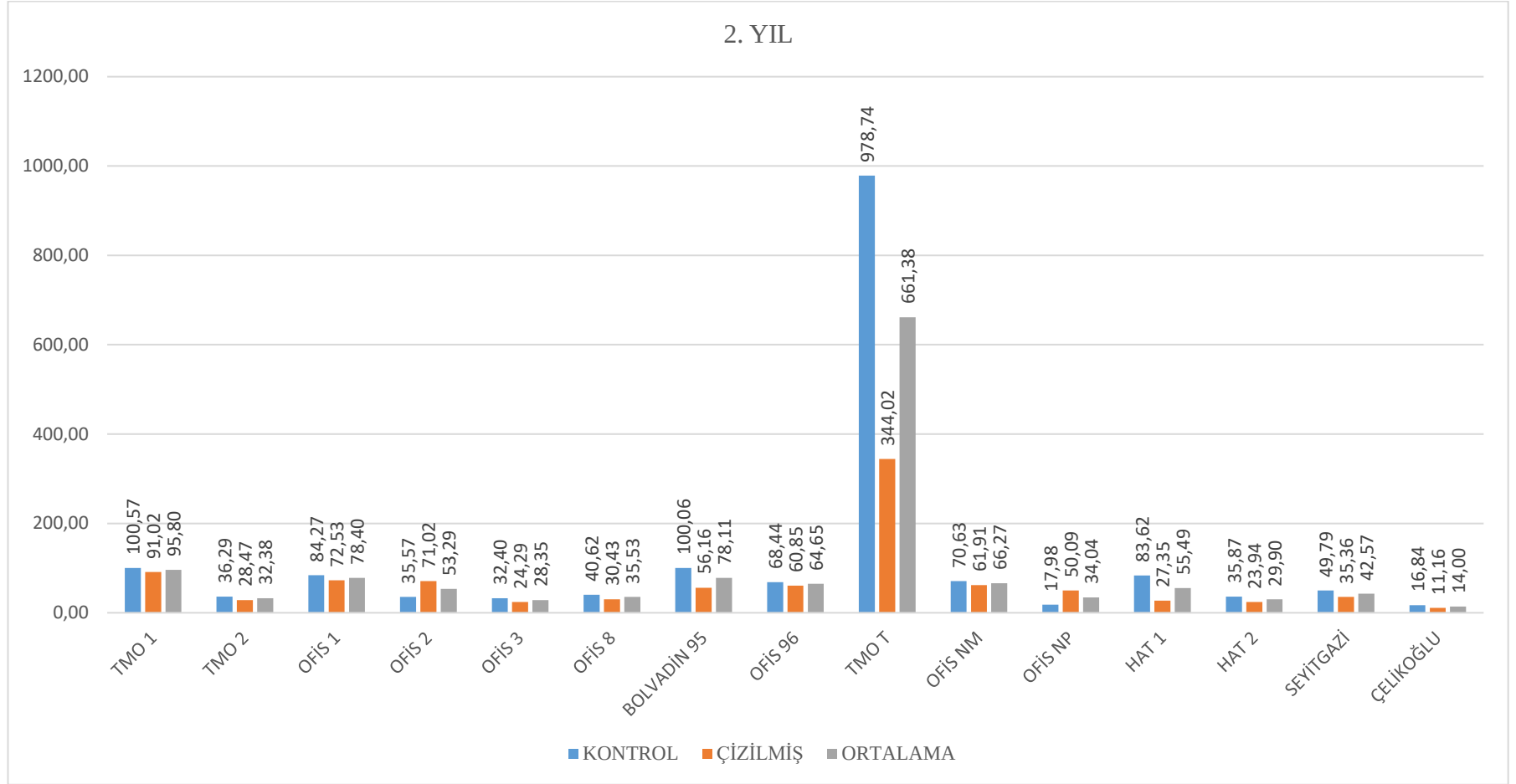


Şekil 4.14 Genotiplerin 1. yıl tebain verimi dağılımı (g/da)

Çizelge 4.22 Genotiplerin 2. yıl tebain verimi (g/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	100.57 c**	95.79 H**
	Çizim	91.02 cd	
TMO 2	Kontrol	36.29 g-l	32.38 E-H
	Çizim	28.47 ı-l	
OFİS 1	Kontrol	84.27 cde	78.40 BC
	Çizim	72.53 c-f	
OFİS 2	Kontrol	35.57 g-l	53.29 DEF
	Çizim	71.02 c-g	
OFİS 3	Kontrol	32.40 h-l	28.35 GH
	Çizim	24.29 jkl	
OFİS 8	Kontrol	40.62 f-l	35.53 E-H
	Çizim	30.43 ı-l	
BOLVADİN 95	Kontrol	100.06 c	78.11 BC
	Çizim	56.16 d-j	
OFİS 96	Kontrol	68.44 c-h	64.65 CD
	Çizim	60.85 d-ı	
TMO T	Kontrol	978.74 a	661.4 A
	Çizim	344.02 b	
OFİS NM	Kontrol	70.63 c-g	66.27 CD
	Çizim	61.91 d-ı	
OFİS NP	Kontrol	17.98 kl	34.04 E-H
	Çizim	50.09 e-k	
HAT-1	Kontrol	83.62 cde	55.49 CDE
	Çizim	27.35 ı-l	
HAT-2	Kontrol	35.87 g-l	29.91 FGH
	Çizim	23.94 jkl	
SEYİTGAZİ	Kontrol	49.79 e-k	42.57 D-G
	Çizim	35.36 g-l	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	16.84 kl	14.00 H
	Çizim	11.16 l	
ORTALAMA-Kontrol		116.78 A**	
ORTALAMA-Çizim		65.91 B	

*, %5, **, %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.15 Genotiplerin 2. yıl tebain verimi dağılımı (g/da)

4.3 Afyon Sakızında Alkaloitler

4.3.1 Afyon sakızı verimi (g/da)

Afyon sakızı verimine ait sonuçlarla yapılan varyans analizi Çizelge 4.23' te verilmiş ve her iki yılda da genotipler %1 seviyesinde önemli olmuştur.

Çizelge 4.23 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızı verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	236856.9	78952.3	6.51	67956,3	22652.2	7.28
Genotip (A)	14	2178634.9	155616.8	12.83**	2281395,6	162956.8	52.34**
Hata	42	509535.1	12131.8		130765.5	3113.5	
Genel	59	2925026.9			2480117.6		
Varyasyon Katsayısı		%13.23			%5.59		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.24 incelendiğinde birinci yılda en yüksek afyon sakızı Ofis 2 (1155 g/da) çeşidinden elde edilmiştir. Ancak verim değeri Ofis 2'ye göre düşük olan TMO 1(1123 g/da) ve Ofis 1 (1094 g/da) çeşitleri istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük verim ise 603 g/da ile Hat 2'den elde edilmiştir. İstatistiksel veriler incelendiğinde Ofis 96, TMO T, Hat 1, Seyitgazi ve Çelikoğlu çeşitleri Hat 2 ile aynı grupta yer almıştır.

Denemenin ikinci yılında Çizelge 4.24'de görülebileceği gibi afyon sakız verimi 741-1456 g/da arasında değişmiş en yüksek Ofis 2 (1456 g/da) çeşidinde bulunurken en düşük verim Hat 1'den (741 g/da) elde edilmiştir.

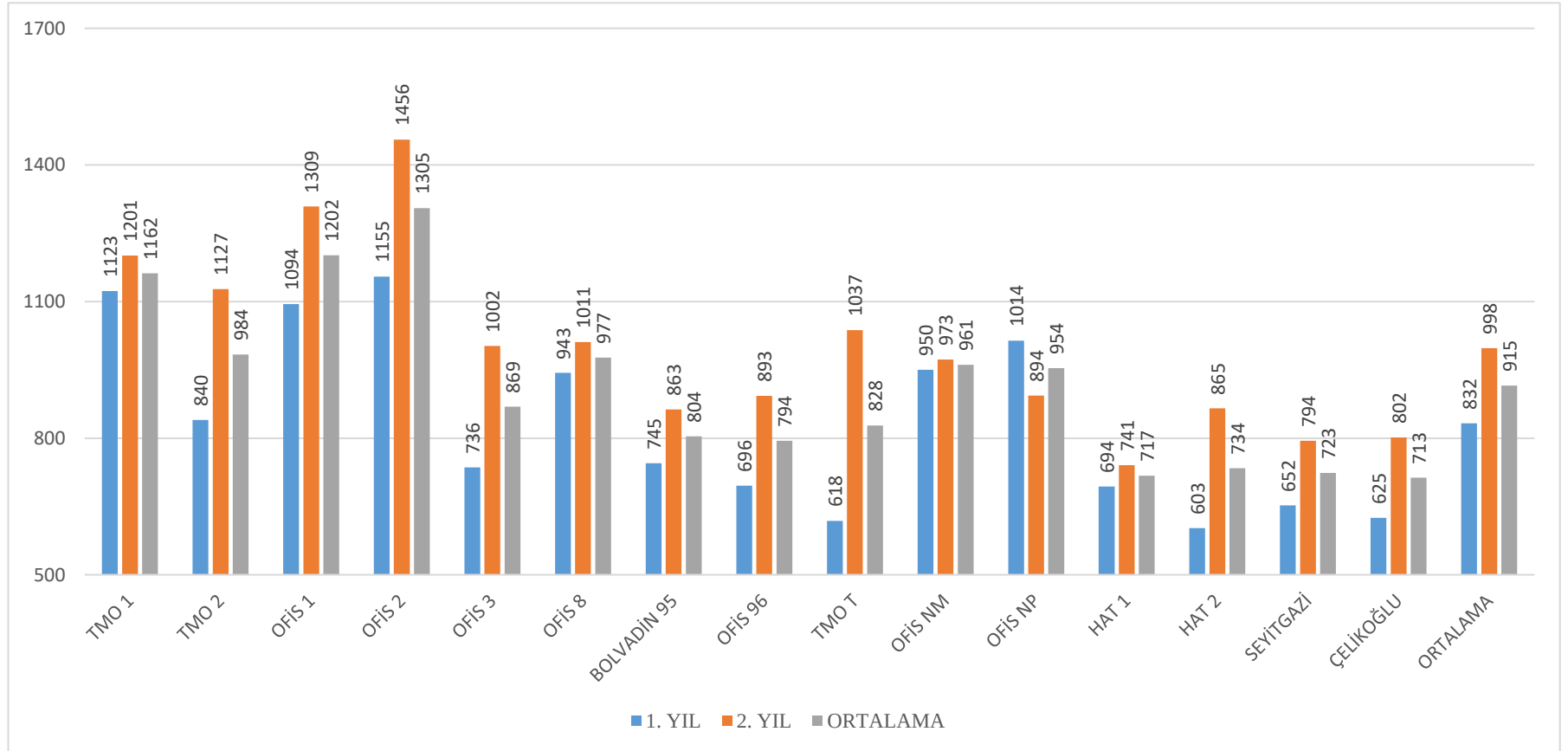
İncekara (1954) Türk haşhaş afyon sakızı verimlerinin genotiplere ve ekim zamanlarına göre 0.5-6.6 kg/da arasında değiştiğini ifade etmiştir. Ancak genel ortalamanın 1-3 kg/da arasında olduğu belirtmiştir. Ayrıca çizim zamanı (akşam ve sabah) ve kullanılan bıçak yapısına (dişli ve düz) göre sakız veriminin değiştiği tespit etmiştir. Akşam dişli bıçakla

çizimde 1.5 kg/da ulaşırken sabah düz bıçakla çizimde sadece 620 g/da elde edilebilmiştir. Diğer çizim metotlarında (dikey veya enine) ulaşılan sonuçların bahsi geçen aralıklarda kaldığı rapor etmiştir. Chauhan ve ark. (1987), haşhaş ebeveynlerinde bitki başına afyon sakızı verimini 12.60 ± 1.46 - 21.68 ± 0.19 arasında bulmuştur. Yıllar sonra Türkiye’de ilk defa yapılan çizim çalışmasında; 2016 yılında TMO tarafından ıslah edilen ve en yüksek morfin oranlarına sahip olan Ofis 1 (1094-1309 g/da) çeşidi ile Ofis 2 çeşidi (1155-1456 g/da) ihtiva ettiği yüksek morfin oranı ile öne çıkan çeşitlerden olmuştur.

Çizelge 4.24 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızı verimi (g/da)

GENOTİP	1. YIL	2. YIL
TMO 1	1123 a**	1201 c**
TMO 2	840 bcd	1127 cd
OFİS 1	1094 a	1309 b
OFİS 2	1155 a	1456 a
OFİS 3	736 cd	1002 ef
OFİS 8	943 abc	1011 e
BOLVADİN 95	745 cd	863 gh
OFİS 96	696 d	893 fgh
TMO T	618 d	1037 de
OFİS NM	950 abc	973 efg
OFİS NP	1014 ab	894 fgh
HAT 1	618 d	741 ı
HAT 2	603 d	865 gh
SEYİTGAZİ	652 d	794 hı
ÇELİKOĞLU	625 d	802 hı
ORTALAMA	832	998

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.16 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızı verimi dağılımı (g/da)

4.3.2 Afyon sakızında morfin oranı (%)

Çizelge 4.25’de afyon sakızında morfin oranına ait sonuçlar değerlendirildiğinde her iki yılda da genotipler arasında %1 düzeyinde önemli farklılık olduğu tespit edilmiştir. Yüzde oranlar istatistik analizi öncesi arcsin değerlerine çevrilmiştir.

Çizelge 4.25 Genotiplerin iki farklı yıla ait morfin oranı varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	21.96	7.31	17.41	19.43	6.48	8.60
Genotip (A)	14	380.66	27.19	64.70 **	310.71	22.19	29.49 **
Hata	42	17.65	0.42		31.61	0.75	
Genel	59	420.27			361.75		
Varyasyon Katsayısı		%3.22			%4.20		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

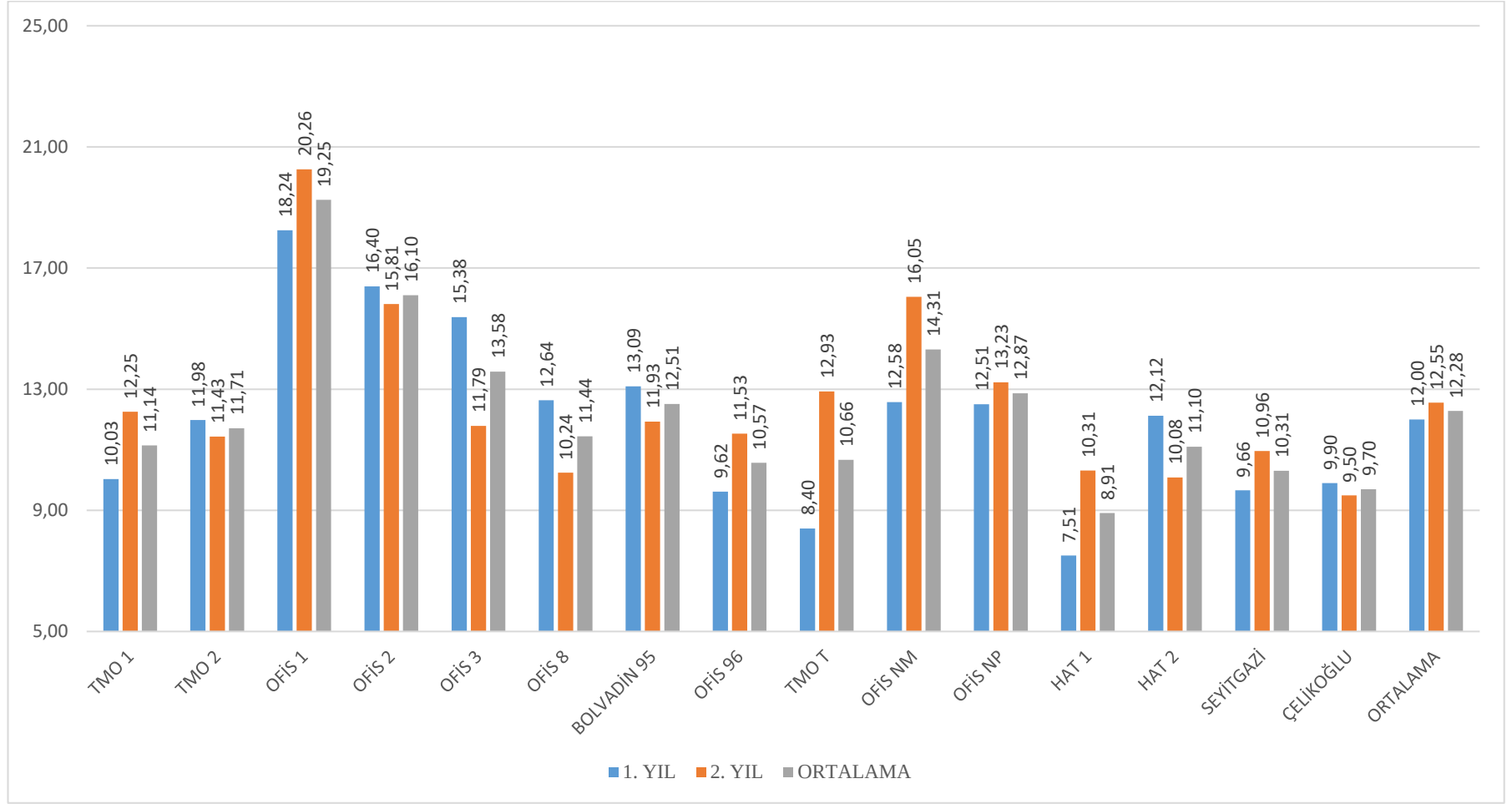
Çizelge 4.26 incelendiğinde afyon sakızında morfin oranı birinci yılda %7.51-18.24 arasında değişirken ikinci yılda 9.50-20.26 arasında belirlenmiştir. İki farklı yılda da afyon sakızında en yüksek morfin oranına sahip çeşit Ofis 1’dir. Ancak afyon sakızında en düşük morfin oranı 2020-21 yılında Hat 1’de olurken 2021-22 yılında Çelikoğlu çeşidinde tespit edilmiştir.

İncekara (1954) Ankara iklim koşullarında yapmış olduğu denemelerde afyon sakızında yüksek morfin verimi için güzlük ekimi özellikle önermiş, genel olarak haşhaş çeşitlerinde afyon sakızında morfin oranının %4.2-19.8 arasında değişebileceğini ve pussuz, yeşil renkli kapsüllü, beyaz çiçekli genotiplerin morfin oranının nispeten yüksek olduğunu ifade etmiştir. Çalışmada bulunan bulgular İncekara (1954) denemesinin sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.26 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızında morfin oranı (%)

GENOTİP	1. YIL	2. YIL
TMO 1	10.03 d**	12.25 cde**
TMO 2	11.98 c	11.43 c-g
OFİS 1	18.24 a	20.26 a
OFİS 2	16.40 b	15.81 b
OFİS 3	15.38 b	11.79 c-f
OFİS 8	12.64 c	10.24 efg
BOLVADİN 95	13.09 c	11.93 c-f
OFİS 96	9.62 de	11.53 c-f
TMO T	8.40 ef	12.93 cd
OFİS NM	12.58 c	16.05 b
OFİS NP	12.51 c	13.23 c
HAT-1	7.51 f	10.31 efg
HAT-2	12.12 c	10.08 fg
SEYİTGAZİ	9.66 de	10.96 d-g
ÇELİKOĞLU	9.90 d	9.50 g
ORTALAMA	12.00	12.55

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.17 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızında morfin oranı dağılımı (%)

4.3.3 Afyon sakızında noskapin oranı (%)

Denemede istatistiki olarak yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde, afyon sakızında noskapin oranı bakımından genotipler arasındaki farklılık %1 seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.27). İstatistik analizinden önce yüzde değerler arcsin değerlerine dönüştürülmüştür (Snedecor ve Cochran 1967).

Çizelge 4.27 Genotiplerin iki farklı yıla ait noskapin oranı varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	19.13	6.38	1.67	23.23	7.744	4.08
Genotip (A)	14	646.6	46.19	12.09**	927.23	66.230	34.85**
Hata	42	160.5	3.82		79.81	1.900	
Genel	59	826.3			1030.27		
Varyasyon Katsayısı		%32.51			%16.39		

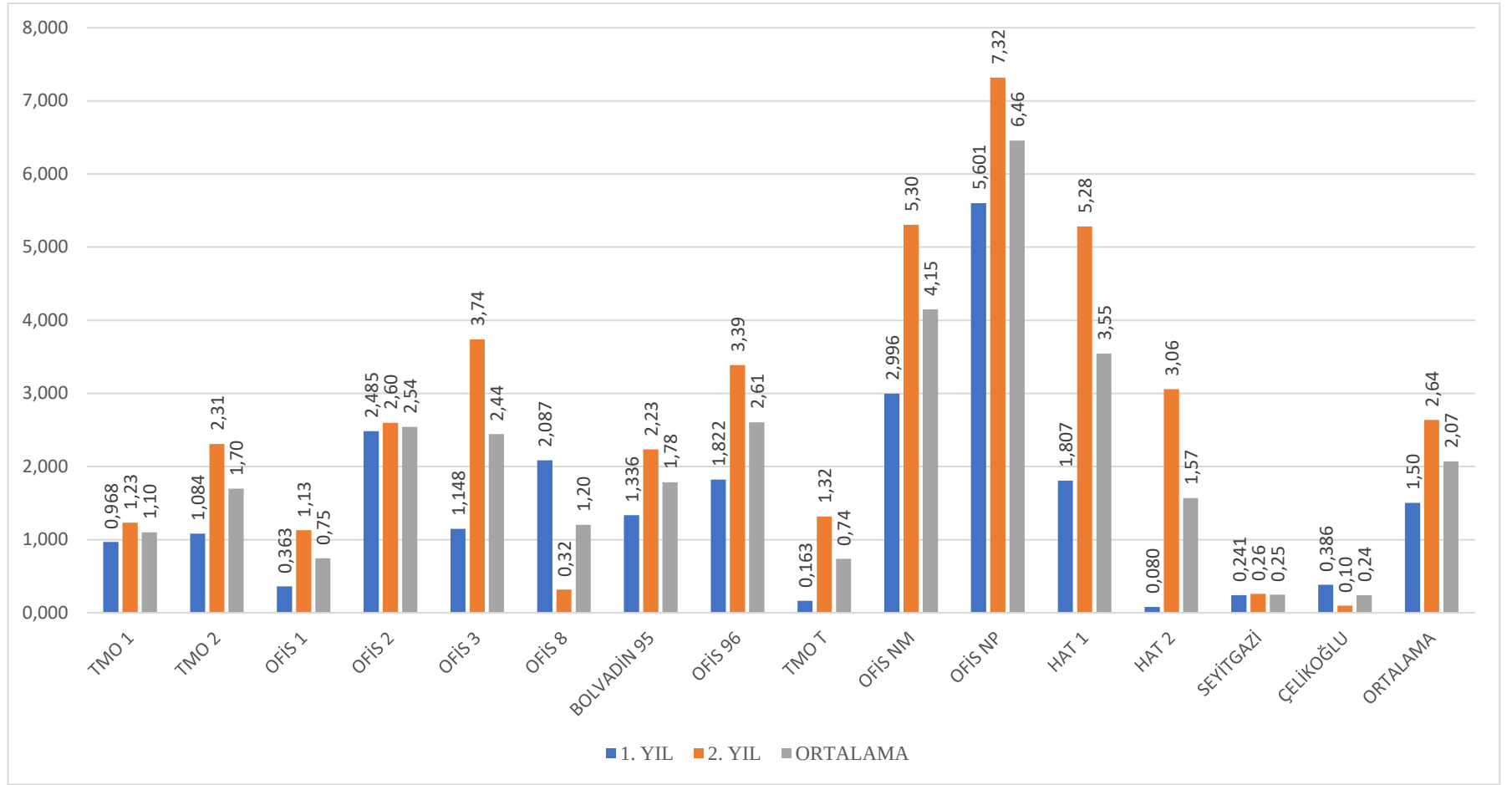
*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Yadav ve ark. (2006), afyonda noskapin oranını %3.26 ile %17.92 arasında tespit etmiş ve ortalama değeri %8.18 olarak bildirmiştir. Çizelge 4.28 incelendiğinde genotiplerde noskapin oranı birinci yılda %1.5, ikinci yılda %2.64 olarak tespit edilmiştir. İlk döneme kıyasla ikinci dönem %50'den fazla fark görülmektedir. Noskapin oranında en yüksek değerler birinci yılda Ofis NP (%5.60), en düşük ise Hat 2 (%0.08)'den elde edilmiştir. İkinci yılda afyon sakızında noskapin oranı en yüksek Ofis NP çeşidinden (%7.32) elde edilirken, en düşük Çelikoğlu (%0.10), Seyitgazi (0.26) ve Ofis 8'den (%0.32) elde edilmiştir.

Çizelge 4.28 Genotiplerin iki farklı yıla ait afyon sakızında noskapin oranı (%)

GENOTİP	1. YIL	2. YIL
TMO 1	0.97 b-e**	1.23 e**
TMO 2	1.08 b-e	2.31 cde
OFİS 1	0.36 def	1.13 e
OFİS 2	2.49 b	2.60 cd
OFİS 3	1.15 bcd	3.74 bc
OFİS 8	2.09 b	0.32 f
BOLVADİN 95	1.34 bcd	2.24 cde
OFİS 96	1.83 bc	3.39 bc
TMO T	0.16 def	1.32 de
OFİS NM	3.00 b	5.30 ab
OFİS NP	5.60 a	7.32 a
HAT-1	1.81 b	5.29 ab
HAT-2	0.08 f	3.06 c
SEYİTGAZİ	0.24 ef	0.26 f
ÇELİKOĞLU	0.39 c-f	0.10 f
ORTALAMA	1.50	2.64

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.18 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızında noskapin oranı dağılımı (%)

4.3.4 Afyon sakızında tebain oranı (%)

Afyon sakızında tebain oranına ait ortalama değerlerde genotip her iki çalışma yılında da %1 seviyesinde önemli bulunmuştur. Yüzde değerler, istatistik analizi yapılmadan önce arcsin değerlerine çevrilmiştir (Snedecor ve Cochran 1967).

Genotiplerin afyon sakızında ortalama tebain oranı (%) 2020-21 yılında %0.55, 2021-22 yılında ise %2.29 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30). Yıllar ortalaması tebain oranı ilk döneme oranla ikinci dönemde %400'den fazla artış göstermiştir. Bu durum denemenin ikinci döneminde ilk döneme kıyasla Mayıs ayının daha serin ve yağışlı geçmesinden kaynaklanmış olduğu düşünülmektedir (Çizelge 3.2). Yadav ve ark. (2006), afyonda noskapin oranını %3.26 ile %17.92 arasında tespit etmiş ve ortalama değeri %8.18 olarak bildirmişlerdir. Söz konusu çalışmada elde edilen oranlar incelendiğinde, ikinci ekim döneminde %5.81 tebain oranı ile TMO-T çeşidinde bu ortalamanın arasında yer almıştır.

Çizelge 4.29 Genotiplerin iki farklı yıla ait tebain oranı varyans analizi

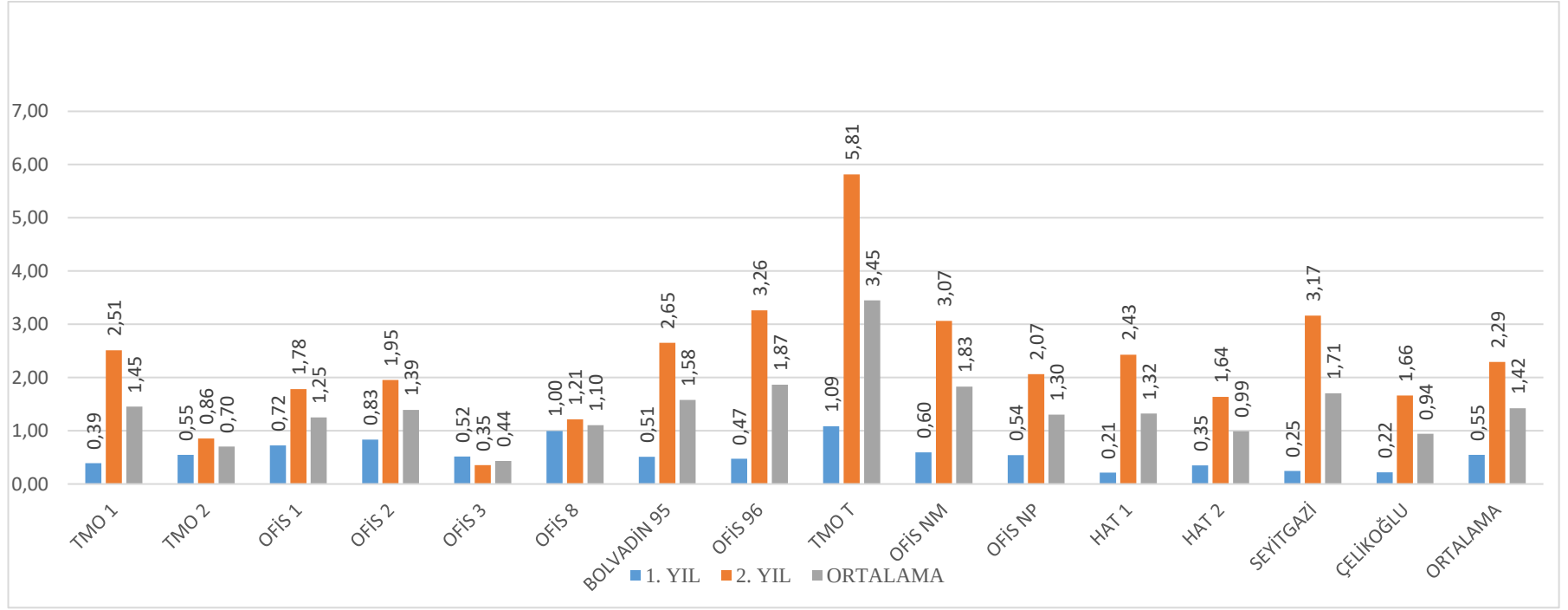
Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	2.60	0.87	1.58	30.92	10.30	0.0041
Genotip (A)	14	55.03	3.93	7.14**	330.82	23.63	0.0000**
Hata	42	23.10	0.55		84.26	2.00	
Genel	59	80.74			446.05		
Varyasyon Katsayısı		%18.13			%17.09		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.30 Genotiplerin afyon sakızında tebain oranı (%)

GENOTİP	1. YIL	2. YIL
TMO 1	0.39 c-g**	2.52 bc**
TMO 2	0.55 b-g	0.86 de
OFİS 1	0.72 a-d	1.78 bcd
OFİS 2	0.83 abc	1.95 bcd
OFİS 3	0.52 b-g	0.36 e
OFİS 8	1.00 ab	1.21 cd
BOLVADİN 95	0.51 b-g	2.65 bc
OFİS 96	0.47 c-g	3.26 b
TMO T	1.09 a	5.81 a
OFİS NM	0.60 a-e	3.07 b
OFİS NP	0.54 a-f	2.07 bcd
HAT-1	0.21 g	2.43 bc
HAT-2	0.35 d-g	1.64 bcd
SEYİTGAZİ	0.25 efg	3.17 b
ÇELİKOĞLU	0.22 fg	1.66 bcd
ORTALAMA	0.55	2.29

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.19 Genotiplerin 1. ve 2. yıl afyon sakızında tebain oranı dağılımı (%)

4.4 Tohum Parametreleri

4.4.1 Yağ oranı (%)

Tohumlarda yağ oranına (%) ait değerlerle yapılan varyans analizi neticesinde yıllar ayrı değerlendirildiğinde sonuçlar arasındaki fark önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.31). Yüzde değerler, istatistik analizinden önce arcsin değerlerine çevrilmiştir (Snedecor ve Cochran 1967).

Çizelge 4.31 Genotiplerin iki farklı yıla ait yağ oranı varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	28.29	9.43	1.50	7.17	2.39	0.53
Genotip (A)	14	104.20	7.45	1.19	112.33	8.02	1.77
Uygulama (B)	1	0.106	0.11	0.017	8.27	8.27	1.82
A × B	14	118.76	8.48	1.35	114.09	8.15	1.79
Hata	87	545.35	6.27		395.22	4.54	
Genel	119	796.71			637.09		
Varyasyon Katsayısı		%4.98			%4.46		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Denemede genotiplerin ortalaması olarak yağ oranı birinci yıl kontrol grubunda %50.30, çizim grubunda ise %50.24 olarak gerçekleşmiştir. En yüksek yağ oranı kontrol grubunda Ofis 2 (%54.24), çizim grubunda ise TMO 2 (%52.06) çeşidinde belirlenmiştir (Çizelge 4.32). En düşük yağ oranı kontrol grubunda Ofis 96 (%47.96), çizim grubunda Hat-2'de (%48.48) tespit edilmiştir. Bu farklılıklar istatistiki olarak önemli bulunmamıştır. İkinci yılda çeşit yağ oranlarına bakıldığında ise en yüksek yağ oranı kontrol grubunda Bolvadin 95 (%50.68) çeşidinde bulunurken, en düşük ise Seyitgazi (%45.08) çeşidinde tespit edilmiştir.

Eklund ve Agren (1975), beyaz ve mavi renk tohumlu çeşitlerde yağ oranını sırasıyla %40 ve %33, Atakişi ve ark. (1999), en fazla yağ oranının % 48.66 pembe tohum renkli çeşidinin ihtiva ettiğini, İncekara (1949), % 47.0-51.2, Emiroğlu (1978), % 41.8-46.3,

Singh ve ark. (1990) %40.6-49.1, Şener vd. (1999), %45-50, Arslan ve ark. (2000), %38.86 -53.39, Özcan ve Atalay (2006), %32.4-45.5 ve Rahimi ve ark. (2011), %35.38-47.95, Rahimi (2013), %41.61-49.48 arasında belirtmişlerdir. Sethi ve ark. (1990) araştırmasında belirttiği gibi haşhaş yağ oranının çevre şartlarından direkt etkilendiğini bildirmiştir. Elde edilen ham yağ oranları ile araştırmacıların literatürler de bildirilen değerler ile uyum göstermektedir.

Çizelge 4.32 Genotiplerin 1. yıl tohum yağ oranı (%)

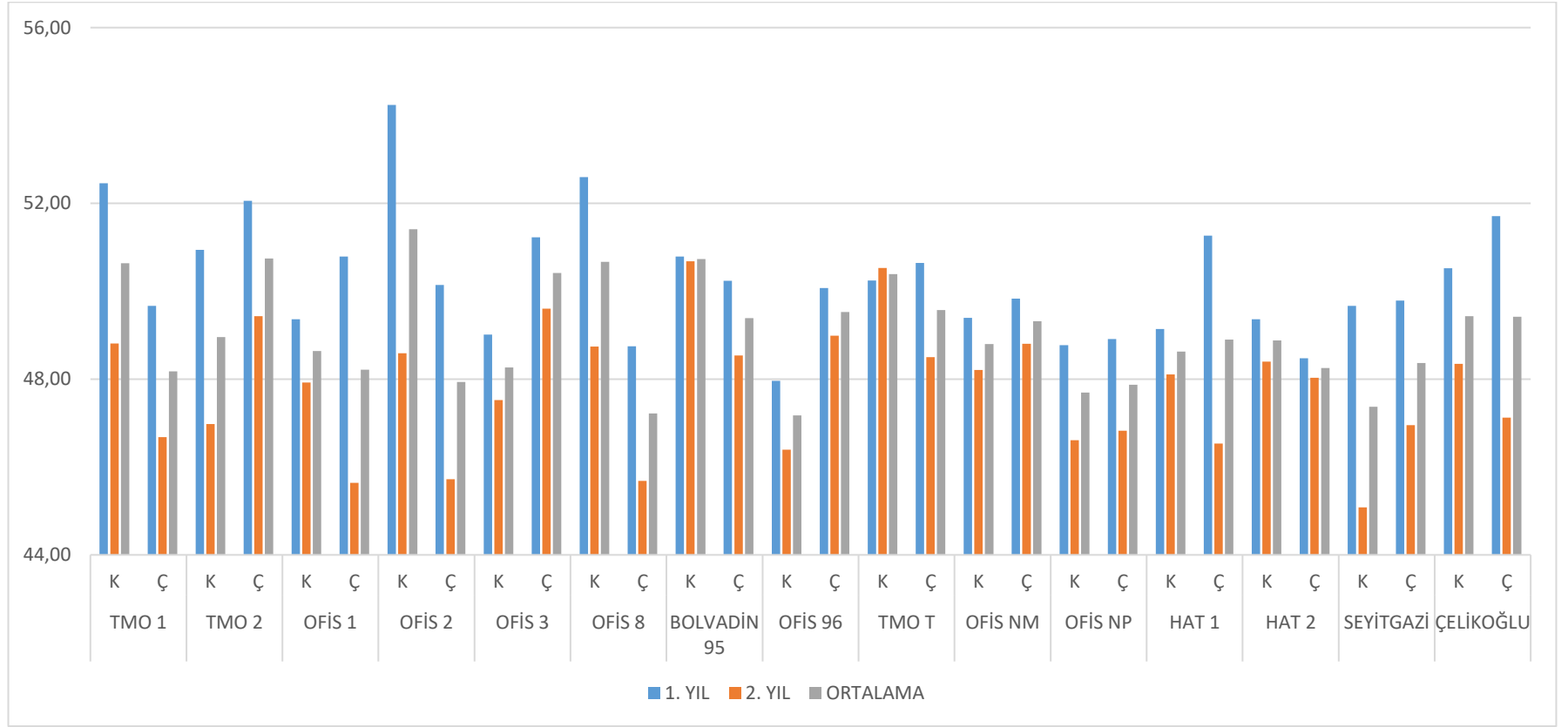
GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	52.46	51.06
	Çizim	49.67	
TMO 2	Kontrol	50.94	51.50
	Çizim	52.06	
OFİS 1	Kontrol	49.36	50.07
	Çizim	50.79	
OFİS 2	Kontrol	54.24	52.19
	Çizim	50.14	
OFİS 3	Kontrol	49.01	50.12
	Çizim	51.23	
OFİS 8	Kontrol	52.60	50.67
	Çizim	48.75	
BOLVADİN 95	Kontrol	50.79	50.51
	Çizim	50.24	
OFİS 96	Kontrol	47.96	49.01
	Çizim	50.07	
TMO T	Kontrol	50.25	50.44
	Çizim	50.64	
OFİS NM	Kontrol	49.40	49.61
	Çizim	49.83	
OFİS NP	Kontrol	48.77	48.84
	Çizim	48.92	
HAT-1	Kontrol	49.14	50.20
	Çizim	51.26	
HAT-2	Kontrol	49.37	48.92
	Çizim	48.48	
SEYİTGAZİ	Kontrol	49.67	49.73
	Çizim	49.79	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	50.52	51.12
	Çizim	51.71	
ORTALAMA-Kontrol		50.30	
ORTALAMA-Çizim		50.24	

*, %5, **, %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

Çizelge 4.33 Genotiplerin 2. yıl tohum yağ oranı (%)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	48.81	47.75
	Çizim	46.68	
TMO 2	Kontrol	46.98	48.20
	Çizim	49.43	
OFİS 1	Kontrol	47.93	46.78
	Çizim	45.64	
OFİS 2	Kontrol	48.59	47.16
	Çizim	45.73	
OFİS 3	Kontrol	47.53	48.57
	Çizim	49.61	
OFİS 8	Kontrol	48.74	47.21
	Çizim	45.68	
BOLVADİN 95	Kontrol	50.68	49.61
	Çizim	48.54	
OFİS 96	Kontrol	46.39	47.69
	Çizim	48.99	
TMO T	Kontrol	50.53	49.52
	Çizim	48.50	
OFİS NM	Kontrol	48.21	48.51
	Çizim	48.81	
OFİS NP	Kontrol	46.61	46.72
	Çizim	46.83	
HAT-1	Kontrol	48.11	47.32
	Çizim	46.53	
HAT-2	Kontrol	48.40	48.22
	Çizim	48.03	
SEYİTGAZİ	Kontrol	45.08	46.02
	Çizim	46.95	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	48.35	47.74
	Çizim	47.13	
ORTALAMA-Kontrol		48.06	
ORTALAMA-Çizim		47.54	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.20 Genotiplerin 1. ve 2. yıl yağ oranı dağılımı (%)

4.4.2 Yağ verimi (kg/da)

Yağ verimine (kg/da) ait ortalamalarla yapılan varyans analizi sonucunda yıllar ayrı ayrı değerlendirilmiş; birinci yıl sadece uygulama %1 seviyesinde önemli bulunurken, ikinci yılda ise bütün parametreler %1 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34)

Çizelge 4.34 Genotiplerin iki farklı yıla ait yağ verimi varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	112.10	37.37	1.4127	116.276	38.759	23.75
Genotip (A)	14	148.70	10.62	3.7166	861.209	61.515	37.70**
Uygulama (B)	1	442.34	442.34	0.2639**	1732.457	1732.457	1061.99**
A × B	14	115.80	8.27	3.8907	1178.409	84.172	51.59**
Hata	87	865.42	9.95		141.925	1.631	
Genel	119	1684.38			4030.277		
Varyasyon Katsayısı		%12.51			%5.02		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Çizelge 4.35 incelendiğinde kontrol grubunun yağ verimi ortalama 27.13 kg/da olurken çizim grubunun 23.29 kg/da bulunmuştur. Birinci yıl genotipler arasında yağ verimi en yüksek Ofis NM çeşidinde, en düşük ise Ofis 8 çeşidinden elde edilmiştir. Genotip × uygulama interaksiyonlarında ise yağ verimi 21.21 kg/da ile 30.77 kg/da arasında bulunmuştur.

İkinci yıl en yüksek yağ verimi Bolvadin 95 çeşidi kaydedilmiş ancak Ofis NM, Bolvadin 95 ile istatistiki olarak aynı grupta yer almıştır. En düşük yağ verimini ise Çelikoğlu ve Ofis 2 çeşitlerinden elde edilmiştir. Genotip x uygulama interaksiyonları arasında yağ verimi en yüksek kontrol grubunda Bolvadin 95 (40.97 kg/da) çeşidi, en düşük ise çizim grubunda Ofis 96 (18.94 kg/da) çeşidinde belirlenmiştir.

Koç (2000), haşhaş bitkisinde Tokat iklim koşullarında Ofis-95, Afyon-95 ve Ofis-96 çeşitlerini kullanarak gerçekleştirdiği çalışmada, en yüksek yağ veriminin 72.8 kg/da ile Ofis-95 çeşidinde elde edildiğini belirtmiştir. İnan (2013) çalışmasında bu değerin 14.96-

24.40 kg/da, Rahimi (2013) ise 51.45-74.79 kg/da arasında değiştiğini rapor etmiştir. Amir (2015), yağ veriminin 38.31-49.99 kg/da aralığında olduğunu ifade ederken, Altıntaş ve Kara (2021) bu değeri 42.72-44.4 kg/da olarak kaydetmiştir. Yağ verimini genotiplerin ve Sethi ve ark.(1990)'nın belirttiği gibi evre şartlarının direk etkilediği değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.35 Genotiplerin 1. yıl yağ verimi (kg/da)

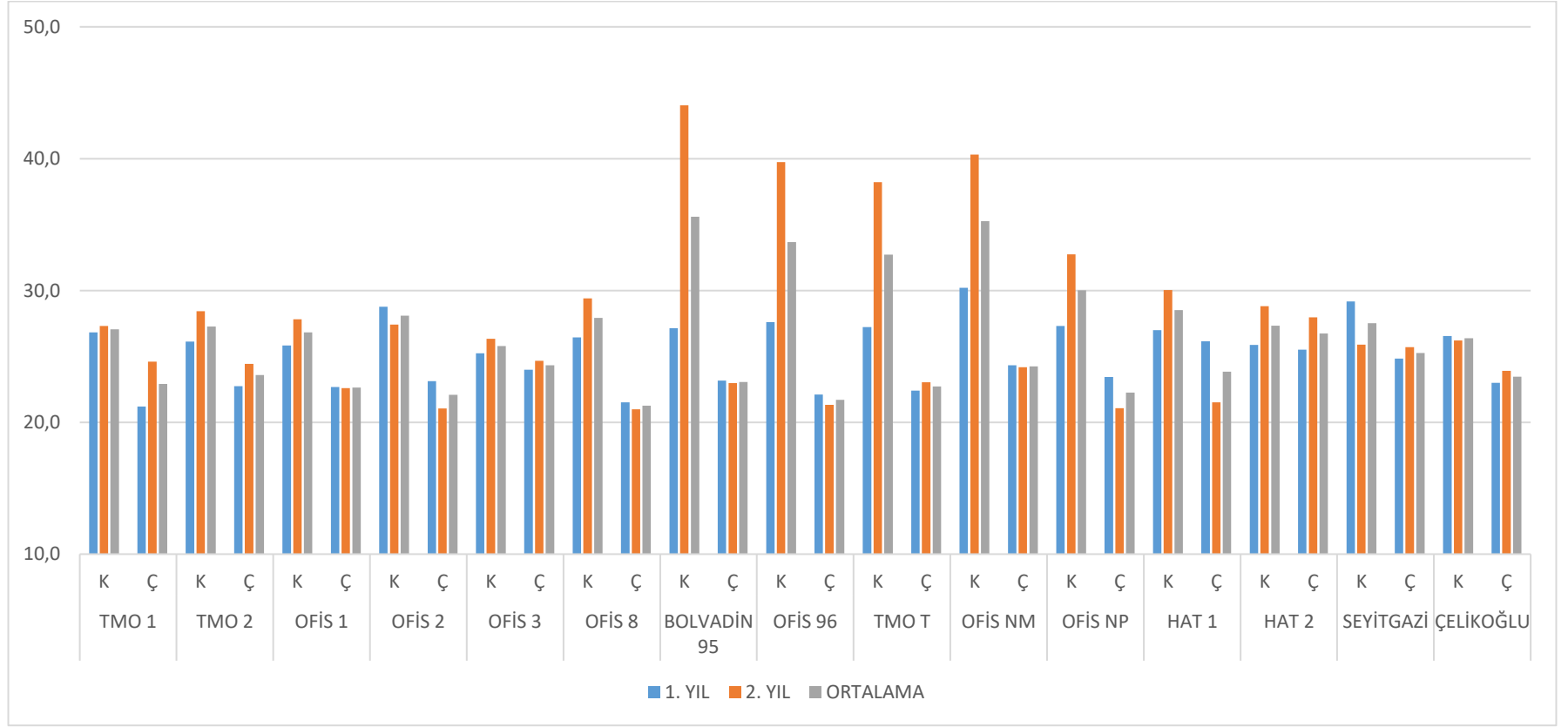
GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	26.92	24.06
	Çizim	21.21	
TMO 2	Kontrol	26.09	24.42
	Çizim	22.75	
OFİS 1	Kontrol	25.83	24.25
	Çizim	22.68	
OFİS 2	Kontrol	28.92	26.02
	Çizim	23.12	
OFİS 3	Kontrol	25.25	25.57
	Çizim	23.90	
OFİS 8	Kontrol	26.43	23.95
	Çizim	21.46	
BOLVADİN 95	Kontrol	27.06	25.13
	Çizim	23.20	
OFİS 96	Kontrol	28.27	25.03
	Çizim	21.79	
TMO T	Kontrol	26.05	24.11
	Çizim	22.17	
OFİS NM	Kontrol	30.77	27.78
	Çizim	24.79	
OFİS NP	Kontrol	27.65	25.79
	Çizim	23.93	
HAT-1	Kontrol	26.77	25.88
	Çizim	24.98	
HAT-2	Kontrol	25.80	26.42
	Çizim	27.03	
SEYİTGAZİ	Kontrol	28.97	26.57
	Çizim	24.17	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	26.14	24.14
	Çizim	22.15	
ORTALAMA-Kontrol		27.13 A**	
ORTALAMA-Çizim		23.29 B	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

Çizelge 4.36 Genotiplerin 2. yıl yağ verimi (kg/da)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	25.36 d-g**	24.10 DEF**
	Çizim	22.84 f-j	
TMO 2	Kontrol	26.43 de	24.56 DE
	Çizim	22.70 g-j	
OFİS 1	Kontrol	25.85 de	23.42 EF
	Çizim	20.99 ı-l	
OFİS 2	Kontrol	25.48 def	22.51 F
	Çizim	19.53 kl	
OFİS 3	Kontrol	24.49 e-h	23.70 EF
	Çizim	22.90 f-ı	
OFİS 8	Kontrol	27.34 d	23.42 EF
	Çizim	19.51 kl	
BOLVADİN 95	Kontrol	40.97 a	31.15 A
	Çizim	21.34 ı-l	
OFİS 96	Kontrol	37.46 b	28.20 B
	Çizim	18.94 l	
TMO T	Kontrol	32.60 c	27.13 BC
	Çizim	21.65 ıjk	
OFİS NM	Kontrol	39.33 ab	30.84 A
	Çizim	22.34 hıj	
OFİS NP	Kontrol	31.46 c	25.93 CD
	Çizim	20.40 ıjkl	
HAT-1	Kontrol	27.05 de	23.58 EF
	Çizim	20.10 jkl	
HAT-2	Kontrol	26.63 de	25.90 CD
	Çizim	25.18 d-g	
SEYİTGAZİ	Kontrol	25.84 de	25.14 DE
	Çizim	24.45 e-h	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	22.70 g-j	22.42 F
	Çizim	22.15 h-k	
ORTALAMA-Kontrol		29.27 A**	
ORTALAMA-Çizim		21.67 B	

*, %5, **, %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.21 Genotiplerin 1. ve 2. yıl yağ verimi dağılımı (kg/da)

4.4.3 Bin tohum ağırlığı (g)

Genotiplerin ait bin tohum ağırlığı değerleri varyans analiz sonuçları, yıllar ayrı ayrı değerlendirildiğinde birinci yıl istatistiki olarak fark bulunmazken, ikinci yıl ise genotip, genotip $\times$ uygulama interaksiyonları önemli %1 seviyesinde önemli olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.37).

Çizelge 4.37 Genotiplerin iki farklı yıla ait bin tohum ağırlığı varyans analizi

Varyasyon Kaynağı	S.D.	1. Yıl			2. Yıl		
		K.T.	K.O.	F değeri	K.T.	K.O.	F değeri
Tekerrür	3	0.008	0.003	1.5570	0.004	0.001	1.0343
Genotip (A)	14	0.041	0.003	1.6574	0.071	0.005	3.7581**
Uygulama (B)	1	0.000	0.000	0.0263	0.000	0.000	0.0016
A $\times$ B	14	0.037	0.003	1.5119	0.107	0.008	5.6424**
Hata	87	0.152	0.002		0.118	0.001	
Genel	119	0.238			0.300		
Varyasyon Katsayısı		%9.37			%8.22		

*: %5; ** %1 düzeyinde önemli

Genotiplerin bin tohum ağırlığı verileri, çizim ve kontrol parsellerinde birinci ve ikinci yıllarda ortalama olarak 0.45 g olarak tespit edilmiştir. Birinci yılda, en yüksek bin tohum ağırlığı kontrol grubunda TMO 1 çeşidinde (0.50 g), çizim grubunda ise TMO 2 ve TMO 1 çeşitlerinde (0.48 g) elde edilmiştir.

İkinci yıl, bin tohum ağırlığı kontrol grubunda en yüksek TMO 1 çeşidinde (0.53 g), çizim grubunda ise Ofis NM çeşidinde (0.52 g) ölçülmüştür. En düşük ağırlık ise kontrol grubunda Çelikoğlu (0.39 g), çizim grubunda ise Ofis 96 (0.39 g) çeşidinde kaydedilmiştir.

Özcan ve Atalay (2006), bin tohum ağırlığının hat ve çeşitlerde 0.29-0.40 g aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Kara ve Baydar (2018) ise haşhaş çeşitleri üzerine gerçekleştirdikleri çalışmalarında söz konusu değeri 0.34 ile 0.43 g bildirmiştir. Aynı araştırmacılar, farklı hat ve çeşitlerde bu değer 0.29 ile 0.43 g arasında değişim gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Karabük (2012) tarafından yürütülen çalışmada, 2010

yılında 1000 tohum ağırlığı 0.43 g iken, 2011 yılında bu değerin 0.45 g, yıllar arasında oluşan farkın muhtemelen iklim şartları ve toprak yapısından kaynaklandığı ifade edilmiştir. İpek (2011), morfin içeriği yüksek haşhaş hatlarında yaptığı çalışmada, bin tohum ağırlığını 0.39 ile 0.55 g arasında belirlerken, İnan (2013), ticari ve yerel haşhaş çeşitlerinde ise 0.55 g olarak saptamıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar, literatürdeki araştırmacıların bulgularıyla uyumlu bulunmuştur.

Çizelge 4.38 Genotiplerin 1. yıl bin tohum ağırlığı (g)

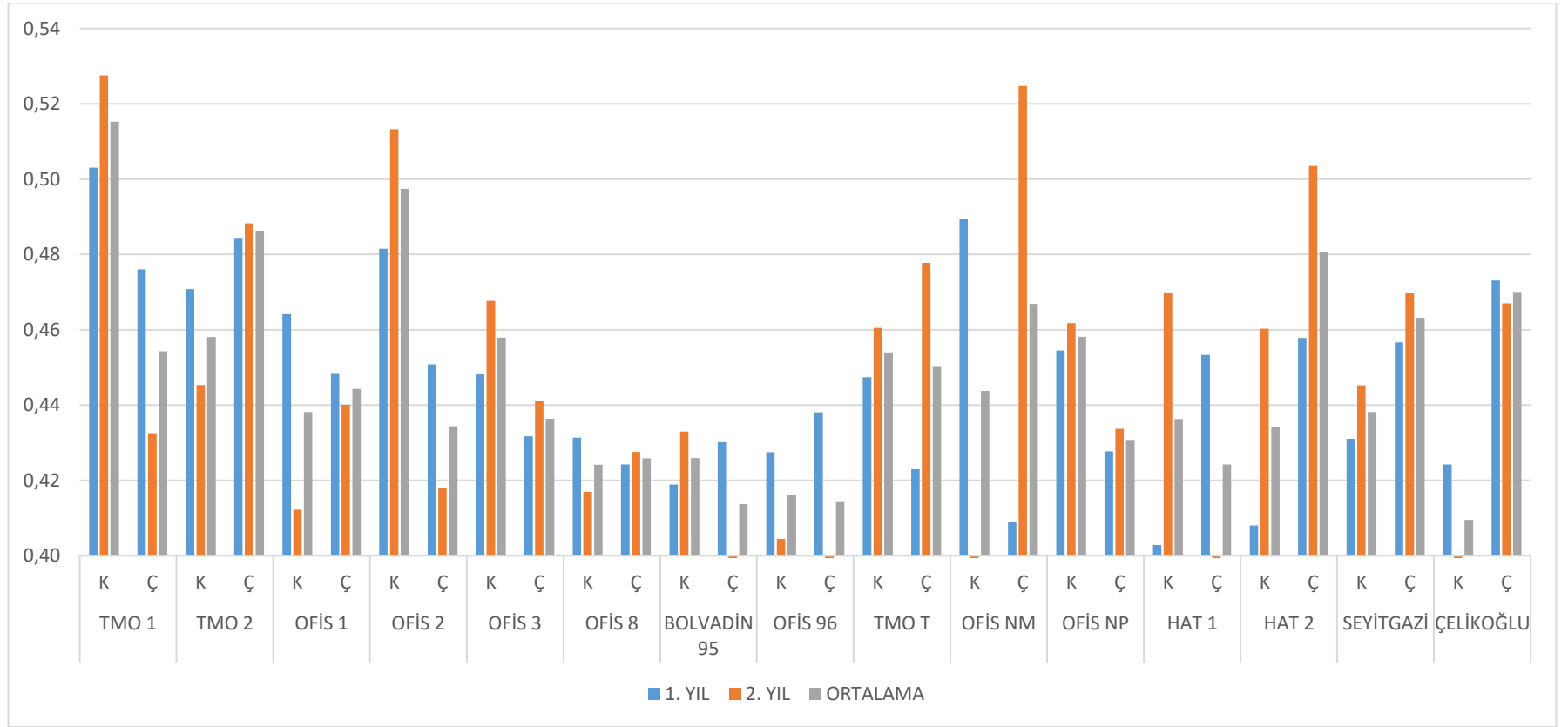
GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	0.50	0.48
	Çizim	0.48	
TMO 2	Kontrol	0.47	0.47
	Çizim	0.48	
OFİS 1	Kontrol	0.46	0.43
	Çizim	0.45	
OFİS 2	Kontrol	0.48	0.47
	Çizim	0.45	
OFİS 3	Kontrol	0.45	0.45
	Çizim	0.43	
OFİS 8	Kontrol	0.43	0.42
	Çizim	0.42	
BOLVADİN 95	Kontrol	0.42	0.42
	Çizim	0.43	
OFİS 96	Kontrol	0.43	0.40
	Çizim	0.44	
TMO T	Kontrol	0.45	0.47
	Çizim	0.42	
OFİS NM	Kontrol	0.49	0.46
	Çizim	0.41	
OFİS NP	Kontrol	0.45	0.45
	Çizim	0.43	
HAT 1	Kontrol	0.40	0.43
	Çizim	0.45	
HAT 2	Kontrol	0.41	0.48
	Çizim	0.46	
SEYİTGAZİ	Kontrol	0.43	0.46
	Çizim	0.46	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	0.42	0.43
	Çizim	0.47	
ORTALAMA-Kontrol		0.45	
ORTALAMA-Çizim		0.45	

*, %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.

Çizelge 4.39 Genotiplerin 2. yıl bin tohum ağırlığı (g)

GENOTİP	UYGULAMA		ORTALAMA (ÇEŞİT-HAT)
TMO 1	Kontrol	0.53 a**	0.48 A**
	Çizim	0.43 d-1	
TMO 2	Kontrol	0.45 b-1	0.47 AB
	Çizim	0.49 a-d	
OFİS 1	Kontrol	0.41 e-1	0.43 BCD
	Çizim	0.44 c-1	
OFİS 2	Kontrol	0.51 ab	0.47 AB
	Çizim	0.42 d-1	
OFİS 3	Kontrol	0.47 a-g	0.45 ABC
	Çizim	0.44 c-1	
OFİS 8	Kontrol	0.42 e-1	0.42 BCD
	Çizim	0.43 d-1	
BOLVADİN 95	Kontrol	0.43 d-1	0.42 CD
	Çizim	0.40 gh1	
OFİS 96	Kontrol	0.40 f-1	0.40 D
	Çizim	0.39 1	
TMO T	Kontrol	0.46 a-1	0.47 AB
	Çizim	0.48 a-e	
OFİS NM	Kontrol	0.40 gh1	0.46 ABC
	Çizim	0.52 a	
OFİS NP	Kontrol	0.46 a-h	0.45 ABC
	Çizim	0.43 c-1	
HAT-1	Kontrol	0.47 a-f	0.43 BCD
	Çizim	0.40 h1	
HAT-2	Kontrol	0.46a-1	0.49A
	Çizim	0.50 abc	
SEYİTGAZİ	Kontrol	0.45 b-1	0.46 ABC
	Çizim	0.47 a-f	
ÇELİKOĞLU	Kontrol	0.39 h1	0.43 BCD
	Çizim	0.47 a-g	
ORTALAMA-Kontrol		0.45	
ORTALAMA-Çizim		0.45	

*: %5, **: %1 düzeyinde önemli. Aynı harflerin görüldüğü ortalamalar arasında olan fark önemli değildir.



Şekil 4.22 Genotiplerin 1. ve 2. yıl bin tohum ağırlığı dağılımı (g)

5. SONUÇ

Anadolu coğrafyasında haşhaş tarımı yıllarca devam etmiş ve afyon sakızı ülkemiz için önemli ihracat kalemlerinden biri olmuştur. Türkiye; en büyük yasal üretim alanlarına sahip, morfin üretim ve stoku bulunan, önemli tedarikçilerdendir. 1981 yılında Afyon Alkaloidleri Fabrikasının (AAF) temelleri atılmış, 1986 yılından itibaren çizilmemiş kapsüllerin işlenmesine olanak sağlayan alkaloit ekstraksiyonu üretim modeline geçilmiştir. Fabrika, dünyanın en büyük fabrikası olma özelliği yanında yıllık ortalama 20-25 bin ton kuru kapsül işleme kapasitesine sahiptir. Literatürde Türk afyon sakızının kaliteli ve morfin oranının yüksek olduğu ifade edilmektedir. Yeni geliştirilen çeşitlerde alkaloit oranı %0.4'ten %2'ye yükseltilmiş, morfin dışında noskapin ve tebain oranı yüksek genotipler geliştirilmiştir.

Bu çalışmayla yıllardır devam eden ve standardı oluşmuş kuru kapsül ekstraksiyon yöntemi dışında değişen iç ve dış alkaloit piyasası arz-talep dengesine konumlanmak ve gelişim sağlamak için afyon sakızı düzeyleri incelenmiştir. Haşhaştan morfin eldesi çizilmemiş kapsül ekstraksiyonundan yapılabildiği gibi kapsülün daha erken dönemde çiziminden de elde edilebileceği için sakız miktar, oran ve çizim şekli üzerine farklı çalışmalar yapılması gerekmektedir.

Denemede bitki başına kapsül ve tohum verimi çizilmemiş kapsülde çizilmiş kapsüle göre bulunan değerler istatistiki olarak önemli bulunmuş ve tohum veriminin ilk yılı hariç %10'lara varan oranlarda yüksek sonuçlar kaydedilmiştir. Dekara tohum veriminde ortalama sonuçlar hem kapsül hem de tohum veriminde ilk verimler %16-33 düzeyinde yüksek olduğu belirlenmiştir.

Kapsüldeki alkaloit oranları değişiminde morfin, noskapin ve tebain oranlarının çizilmemiş kapsülde çizilmiş kapsüle göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Çizim neticesinde afyon sakızıyla önemli düzeyde alkaloitlerin kapsülden alındığı tespit edilmiştir. Yıllar arasında fark tespit edilmiş ve ilk yıl bütün alkaloit oranları ilk yıla göre %66 ile %261 düzeyinde yüksek bulunmuştur. İkinci yılda mevsim yağışlarının çizim

zamanına denk gelmesi kapsüldeki alkaloitlerin yıkanmasına ve farkın artmasına sebep olduğu ifade edilebilir.

Genotiplerin afyon sakızı verimi yıllara göre 603-1456 g/da aralığında değişmiş olup en yüksek verime ikinci yılda Ofis 2 (1456 g) çeşidinde ulaşılmıştır. Afyon sakızında morfin oranı yıllara göre %7.51-20.26 arasında değişmiştir. Afyon sakızında en yüksek morfin birinci ve ikinci yıl ortalama değerlerine göre Ofis 1 (%19.25), Ofis 2 (%16.11) ve Ofis NM (%14.32) çeşitlerinden elde edilmiştir. Sakızda bulunan diğer önemli alkaloitlerden noskapin %0.08-7.32 ve tebain %0.21-5.81 arasında değişmiştir. Bu nedenle morfinin yanı sıra noskapin ve tebainli ürünlerin üretiminin değerlendirilmesi gerekmektedir.

Elde edilen bulgular sonucunda TMO tarafından geliştirilen çeşitlerin (birim miktardan fazla alkaloit miktarı) denemede kullanılan diğer genotiplere nazaran daha fazla morfin içerdiği tespit edilmiştir. En yüksek morfin oranı Ofis 1 çeşidinde (%20.26), noskapin oranı (%7.32) Ofis NP çeşidinde ve tebain oranı (%5.81) TMO T çeşidinde tespit edilmiştir.

Ülkemizde ıslah çalışmalarında yüksek morfin, noskapin ve tebain içeriğine sahip çeşitlerin geliştirilerek uluslararası opiyat ham maddenin istenilen seviyeye ulaşması; Birleşmiş Milletler (BM) nezdinde geleneksel üretici ülkelerden biri olan ülkemizde geçimini haşhaş tarımından sağlayan çiftçilerin daha fazla gelir elde etmesini sağlayarak haşhaş tarımının sürdürülebildiğine katkı sağlayacaktır.

Ana alkaloidi noskapin olan Ofis NM ve Ofis NP çeşitleri, yüksek noskapin içeriğinin yanı sıra çizim döneminde sahip oldukları morfin oranı dikkate alındığında total alkaloit bakımından katma değerli ürünlerin elde edilmesi açısından önemli bir potansiyele sahiptir. Bu çeşitlerin yüksek alkaloit içeriği, araştırmacılar tarafından ıslah çalışmalarında değerlendirilerek daha verimli genotiplerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir. TMO tarafından ıslah edilen Ofis NM ve Ofis NP çeşitleri, kombine olarak değerlendirilebilme özellikleriyle (yüksek noskapin ve morfin içermesi) tescilli haşhaş çeşitleri arasında stratejik bir öneme sahiptir.

TMO tarafından ıslah edilen TMO T (Tebain), Ofis NM (Noskapin) ve Ofis NP (Noskapin) çeşitlerinin iklim koşulları göz önünde bulundurularak kış mevsiminin nispeten daha ılıman geçtiği bölgelerde tercih edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Ofis 2 tohum çeşidinin tohum renginin çiftçiler tarafından istenen beyaz renkte olması, yüksek alkaloit verimi, kapsül ağzının açılmaması ve tohum dökme bakımından oldukça önemli özelliklere sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Denemede yağ oranı, iki farklı yıla ait kontrol grubuna kıyasla çizim grubunda azalmıştır. Çizim esnasında kapsüllerin zarar görmesine rağmen kontrol ve çizim grupları arasındaki yağ oranı farkı istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur. Genotipler arasında en yüksek yağ oranı kontrol grubunda Ofis 2 (%54.24) çeşidinde, çizim grubunda ise TMO 2 (%52.06) çeşidinde elde edilmiştir. Ortalama tohum veriminin yüksek olması nedeniyle yağ veriminde genotipler arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

Çizim sonrası afyon sakızının toplanması esnasında mevsimsel faktörlerin (ani yağış ve dolu) çizim işlem ve süresi, toplanması, verim ve kalitesi üzerinde olumsuz etkileri gözlemlenmiştir. Çizim esnasında veya sonrasında meydana gelen yağışlar; toplama (alkaloit miktarı) etki edebilmekte, sakızın tamamen veya bir kısmının yıkanmasına neden olabilmektedir.

Bu çalışma ülkemizde 1974 yılından bu yıla kadar afyon sakızı ile ilgili çalışma bulunmaması, yabancı kaynaklı çalışmaların ise yeterli olmaması nedeniyle bir ilk değerindedir. Akademik/bilimsel çalışmalar için öncü ve yol açan bir kaynak olacak araştırmada elde edilen bulguların sonraki çalışmalara temel oluşturacağı düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alaca, F. 2015. Farklı Haşhaş Tiplerinde Alkaloidler Yönünden Morfolojik Ve Ontogenetik Varyabilite. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı
- Altıntaş, H., & Kara, N. (2021). Haşhaşın (*Papaver somniferum* L.) Sabit Yağ ve Alkaloid İçeriklerine Azotlu Gübre Formları ve Hüyük Asit Uygulamalarının Etkisi. *Turkish Journal of Science and Engineering*, 3(2), 103-107.
- Amir, R. 2015. Tescilli haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin tarımsal değerlerinin karşılaştırılması Doktora tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2022a. Uluslararası Uyuşturucu Maddeler Raporu 2022 (INCB 2022 Raporu). Web sitesi: www.incb.org. Erişim Tarihi:01.06.2023
- Anonim, 2022b. Haşhaş Sektör Raporu (Toprak Mahsulleri Ofisi)
- Anonim, 2023a. Uluslararası Uyuşturucu Maddeler Raporu 2023 (INCB 2023 Raporu). Web sitesi: www.incb.org. Erişim Tarihi:01.06.2024
- Anonim, 2023b. 2023 Haşhaş Sektör Raporu (Toprak Mahsulleri Ofisi). Web sitesi: www.tmo.gov.tr. Erişim Tarihi:01.07.2024
- Arslan, N., Er, C., Camcı, H. 1986. Haşhaş ekim yasağının kaldırılmasından bu yana haşhaş tarımı ve problemleri. VI. Bitkisel ilaç hammaddeleri toplantısı, 10-16 Mayıs, Ankara.
- Arslan, N., Büyükgöçmen, R., Gümüşçü, A. 2000. Türk haşhaş popülasyonlarının yağ ve morfin muhtevaları. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi* (9), 1-2.
- Arslan, Y., Katar, D., Kayaçetin, F., Subaşı, İ. 2008. Afyon (Opium) Alkaloidleri ve Önemi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 17 (1-2).
- Arslan, N., İpek, A., Rahimi, A., İpek, G., 2011. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Genetik kaynaklarının Morfin ve Bazı Özellikler Yönünden Değerlendirilmesi, Bursa, Tarım Kongresi, II. Cilt: 1185 – 1190.
- Arslan, N., Özgen, Y., Valizadeh, N. 2016. Kışlık ve yazlık yetiştirilen F2 kademesindeki bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) melezlerinin morfin ve diğer alkaloidler yönünden karşılaştırılması. III. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Kongresi, Antalya.
- Arslan, N., Yılmaz, G., Özgen, Y., Yazıcı, L. 2016. Ankara ve Tokat koşullarında yetiştirilen tescilli bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin morfin ve diğer alkaloidler yönünden karşılaştırılması. III. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu, Antalya.
- Atakişi, I., Esendal E., Kaba, S. ve Şatana, A., 1999. Tekirdağ Sahil Koşullarında Kışlık Haşhaşta Ekim Sıklığının Verim ve Verim Unsurlarına Etkisi Üzerine Bir Araştırma. *Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi 1999*. Adana. Cilt II, Endüstri Bitkileri: s. 372-376.

- Bajpai, S., Gupta, A.P., Prajapati, S., Sharma, S., Rajesh L, Naqvi, A, Kumar, S. 1999. Variation in the seed and oil yields and oil quality in the Indian germplasm of opium poppy *Papaver somniferum*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 46: 435–439.
- Bajpai, S., Gupta, A.P., Gupta, M.M., Sharma, S., Govil, C.M., Kumar, S. 2000. Interrelation between descriptors and morphine yield in asian germplasm of opium poppy *Papaver somniferum*. *Genetic Resources and Crop Evolution* 47: 315–322.
- Bernath, J., Nemeth, E. 1998. Physiological – ecological aspects. *Poppy The Genus Papaver*. Harwood Academic Publishers, pp.65-91, Hungary.
- Boydak, E., Kavurmacı, Z. 2015. Doğu geçit bölgesinde bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin adaptasyonu. *Tr. Doğa ve Fen Dergisi* Vol. 4 No. 1.
- Büyükgöçmen, R. 1993. Farklı yörelerden temin edilen yerli ve yabancı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) popülasyonlarının bazı bitkisel özellikleri. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Ceylan, O, (2022), The Opium History Of Eastern Thrace (1927-1933): Internal And External Dynamics, *Belgi Dergisi*, S.23, Pamukkale Üniversitesi Atatürk İlkeleri ve İnkılâp Tarihi Araştırma ve Uygulama Merkezi Yayını, Kış 2022/I, ss. 141-167.
- Chauhan, S. P., Patra, N. K., & Srivastava, H. K. (1987). Dwarf mutant of *Papaver somniferum* with high morphine content. IAEA.
- Chatterjee, A., Shukla, S., Mishra, B.K., Rastogi, A., Singh, S.P. 2012. Induction of variability through mutagenesis in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Turk. J. Agric. For.* 36;1-11.
- Desgagne–Penix, J., Hagel, M., Facchini, P.J. 2009. Mutagenesis as a Functional Genomics Platform for Pharmaceutical Alkaloid Biosynthetic Gene Discovery in Opium Poppy. *Applied Life Sciences*, 40; 407-411.
- Desgagne-Penix, I. and Facchini, P.J. 2012. Systematic silencing of benzylisoquinoline alkaloid biosynthetic genes reveals the major route to papaverine in opium poppy. *The Plant Journal* 72, 331-344.
- Dittbrenner, A, Mock, H.P., Börner, A., Lohwasser, U. 2009. Variability of alkaloid content in *Papaver somniferum* L. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 82;103–107.
- Doğramacı, S. 2013. Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin melezlerinde verim ve verim öğeleri üzerine heterosis etkisinin araştırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Duru, 1993. Amasya ekolojisinde azot dozlarının bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin bitkisel özelliklerine ve verime etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Samsun.
- Eken, H. 2004. Haşhaş. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. S: 7, N: 7.
- Eklund, and Agren, G. 1975. Nutritive Value of Poppy Seed Protein. *Journal of the American Oil Chemists’ Society*, Vol. 52 (6): pp. 188-190.

- Emiroğlu, Ş.H. 1978. Haşhaşta Bitki ve Tohum Özellikleri ile Kapsüldeki Alkaloidler Üzerine Araştırmalar. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 370. İzmir.
- Erdurmuş, A. 1989. Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarında fenolojik ve morfolojik karakterlerin morfin ve tohum verimiyle ilişkileri, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Erdurmuş A. Öneş, Y. 1990 Haşhaş TMO-ALKASAN Yayınları. Ankara.
- Fairbairn, J.W. and Kapoor, L.D., 1960. The laticiferous vessels of *Papaver somniferum* L. *Planta Med.* 13:1133-1139.
- Gümüşçü, 1996. Seçilmiş bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve hatlarının verim öğelerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Gümüşçü, A., Arslan, N. 1999. Seçilmiş bazı haşhaş hatlarının verim ve bazı verim öğelerinin karşılaştırılması. *Tr. J. of Agriculture and Forestry* 23, 991-997.
- Gümüşçü, A., Arslan, N., Sarıhan, E.O. 2008. Evulation of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) lines by their morphine and other alkaloids contents. *Eur. Food Res. Technol.* 226:1213-1220.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. Babaç, M.T. (edlr.). 2012. Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler). Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Günlü, H., Öztürk, Ö. 2008. Bor uygulamasının bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşitlerinin verim ve kalitesi üzerine etkisi. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 22 (44): 56-63.
- Gürkök, T., Parmaksız İ., Boztepe G., ve Kaymak E., 2010. Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Bitkisinde Alkaloid Biyosentez Mekanizması *BiyoTeknoloji Elektronik Dergisi*. 1(2) 31-45.
- Işıkan, M. 1957. Anadolu haşhaşlarının tohum renkleri üzerinde genetik araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Numara 128. Ankara.
- İlisulu, K. 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. S:231-264. Çağlayan Kitabevi, Beyoğlu-İSTANBUL.
- İnan, Ş. 2013. Haşhaşta (*Papaver somniferum* L.) bazı tarımsal özellikler ile yağ ve morfin miktarının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarla Bitkileri Anabilim Dalı, S: 38-42.
- İnan, Ş., Kaynak, M.A., Küçüktaban, F. 2016. Haşhaşta (*Papaver somniferum* L.) bazı fizyolojik ve morfolojik özellikler ile yağ ve morfin miktarının belirlenmesi. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2):296-300.
- İncekara, F 1949. Türkiye Haşhaş Çeşitleri 270-281 TMO Yayınları, Çankaya-ANKARA
- İncekara, F. 1954. Türkiye haşhaşlarının tohum ve afyon üzerinde bazı araştırmalar. Ankara İstiklal Matbası, Sayı:48.

- 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, S: 33-35.
- İpek, G. 2016. Noskapin ve morfin oranları yüksek melez haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarının bazı tarımsal ve bitkisel özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara, S: 25-27.
- Kara, N. ve Baydar, N. 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, 24; 286-295.
- Karabük, B. 2012. Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) genotiplerinde ekim sıklığı ile azotlu gübrelemenin tarımsal ve kalite üzerine etkileri. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Samsun.
- Karadavut, U., Arslan, N. 2006. Yabancı kökenli haşhaş (*Papaver somniferum* L.) çeşit ve populasyonlarının bazı bitkisel özellikleri. Bitkisel Araştırma Dergisi, 1: 1-5.
- Kayıhan, S. (1946), Afyon ve Diğer Uyuşturucu Maddeler, İstanbul: Ahmet Sait Matbaası
- Koç, H. 2000. Bazı Haşhaş Çeşitlerinde Farklı Gölgeleme ve Sıra Üzeri Uygulamalarının Verim ve Verim Unsurları Üzerine Etkisi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, Konya.
- Koç, H., Camcı, H., Kadiroğlu, A. ve Gür, K. 2006. Seçilmiş Bazı Haşhaş Hatlarının Morfin Oranları Yönünden Değerlendirilmesi Üzerine Bir Araştırma. Bitkisel Araştırma Dergisi 1:31-35
- Koşar, F. Ç., Camcı, H., Köse, A. 2012. Farklı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarının Eskişehir ekolojik koşullarında verim, verim unsurları ve morfin verimlerinin belirlenmesi. Tıbbi ve Aromatik Bitkiler Sempozyumu 13-15 Eylül 2012, Tokat.
- Kumar, B. and Patra, N.K. 2010. Inheritance pattern and genetics of yield and component traits in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Industrial Crops and Products 36; 445–448.
- Lal, R. K. (2022). The opium poppy (*Papaver somniferum* L.): Historical perspectives recapitulate and induced mutation towards latex less, low alkaloids in capsule husk mutant: A review. J. Med. Plant Stud, 10(3), 19-29.
- Mammadov, R. 2014. Tohumlu Bitkilerde Sekonder Metabolitler. Nobel Yayınları, No:841.
- Mazoyer, M. and Roudart, L. 2010. Dünya tarım tarihi. (Çeviri: Şule ÜNSALDI). Epos Yayınları. Birinci Baskı.
- Morton, J.F. 1977. Opium poppy .Major Medicinal Plants Botany Culture and Uses Florida , USA .111-120.
- Özcan, M.M. ve Atalay, Ç. 2006. Determination of seed and oil properties of some poppy (*Papaver somniferum* L.) varieties. Grasas Y. Aceites, 57;169-174.
- Özgen, Y., Arslan, N., Bayraktar, N. 2017. Türkiye Açısından Önemli Bitki Haşhaşın Önemi ve Tarımı. Ziraat Mühendisliği Dergisi. Sayı: 364.

- Özgen, Y. 2019. Morfin ve noskapin tipi haşhaş (*Papaver somniferum* L.) melezlerinin F4 ve F5 kademelerinde verim ve bazı agronomik özelliklerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- Rahimi A, Kırılan M, Arslan N, Bayrak A, Doğramacı S., 2011. Variation in Fatty Acid Composition of Registered Poppy (*Papaver somniferum* L.) Seed in Turkey. Acad. Food J. ;9:22-25
- Rahimi, A. 2013. Düşük morfinli haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarının Bazı bitkisel ve tarımsal özellikleri üzerine araştırmalar. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Rezaei Osalou, A. 2015. Tescilli Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Çeşitlerinin Tarımsal Değerlerinin Karşılaştırılması. Doktora Tezi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Tarla Bitkileri Anabilim Dalı.
- Sethi, K.L., Sarpa, R.L., Gupta, R., Dhindsa, K.S. and Sangwan, N.K. 1990. Performance of poppy cultivars in relation to seed, oil and latex yields under different environments. Journal of the Science of Food and Agriculture. Vol. 52: 309-313.
- Sharma, JR, Lal RK, Gupta MM, Verma RK, Misra HO. 2002. A novel non-narcotic seed variety Sujata of opium poppy (*Papaver somniferum*). J Med. Arom. Plant Sci. 2002, 24:481-485.
- Shukla, S. and Singh, S. P. 2001. Alkaloid profile in relation to different developmental stages of *Papaver somniferum* L. Phyton (Horn, Austria) Vol. 4;1, 87-96.
- Singh, S. P. ; Khanna,K.R ; Dixit, B.S ; Srivastana, S.N. 1990, Fatty acid composition of opium poppy (*Papaver somniferum*) seed oil. Indian Journal of Agricultural Science 60.5: 358-359.
- Skalicky, M., Hejnak, V., Novak, J., Hejtmankova, A., Stranska, I. 2014. Evaluation of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars: industrial aspect. Turkish Journal of Field Crops, 19(2), 189-196.
- Snedecor, G. W., and W. G. Cochran, 1967. Statistical Methods, The Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Soyalp, 1996. Morfin oranı yüksek haşhaş (*Papaver somniferum* L.) hatlarının kapsül ve tohum verimi üzerine bir araştırma. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Stranska, I., Skalicky, M., Novak, J., Matyasova, E., Hejnak, V. 2013. Analysis of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) cultivars: Pharmaceutically important alkaloids. Industrial Crops and Products, 41:120-126.
- Şener, B., Küsmenoğlu, S. and Küçükarakçı, Z. 1999. Türkiye’de Yetişen bazı Bitkilerde Bulunan Yağ Asitlerinin Gaz Kromatografisi ile Analizi. The Report of Project in The Scientific and Technical Research Council of Turkey. Project No: 197 S 235.
- Tanker, N., Koyuncu, M. ve Coşkun, M., 2007. Farmasötik Botanik II (III. Baskı). Ankara Üniv. Ecz. Fak. Yay. Yay. No:93, 397s, Ankara.

- Üstün, C. 1998. Santral Sinir Sistemine Etkili Tıbbi Bitkilerin Tarihsel Süreç İçinde ve Günümüz Tedavisindeki Yeri. Basılmamış Doktora Tezi. Ege Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Valizadeh, N., Arslan, N. 2013. Haşhaş Islahı. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi 6 (2): 86-92.
- Valizadeh, N. Arslan, N. 2017. Heterosis and heterobeltiosis studies on yield and yield components of some Turkish poppy hybrids (*Papaver somniferum* L.). Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants 41-51
- Weid, M., Ziegler, J., Kutchan, T. 2004. The roles of latex and the vascular bundle in morphine biosynthesis in the opium poppy, *Papaver somniferum* Proc. Natl. Acad. Sci. USA
- Yadav, H.K., Shukla, S., Singh, S.P. 2006 Genetic variability and interrelationship among opium and its alkaloids in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Euphytica 150: 207-214
- Yadav, H.K., Shukla, S., Singh, S.P. 2008. Discriminant function analysis for opium and seed yield in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). Genetika, Vol. 40, No. 2, 109 -120.
- Yazıcı, L. ve 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, Vol. 4: 3 pp. 359-362.
- Yazıcı, L. 2018. Bazı haşhaş (*Papaver somniferum* L.) diallel melezlerinde verim ve kalite özellikleri ile heterosis etkisinin incelenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarla Bitkileri Anabilim Dalı Doktora Tezi, Tokat.
- Yılmaz, G. 1997. Tokat koşullarında haşhaşın (*Papaver somniferum* L.) ekim zamanı üzerinde araştırmalar. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, (14/1), 105-122.
- Zhukovsky P. 1951. (Çev; Kıpçak C. Nouruzhan H.Türkistanlı S.). Türkiye'nin Zirai Bünyesi-Türkiye Şeker Fabrikası Yayınları, 1951.