

**T.C.**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**TARIM MAKİNALARI YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

**LABORATUVAR KOŞULLARINDA HAŞHAŞ TOHUMU**  
**ELEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

**MUAMMER UÇKUN**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN**  
**Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN**

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi ZRF-18041 numaralı ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından 2150423 numaralı proje ile desteklenmiştir.

**AYDIN-2022**



## KABUL VE ONAY

T.C. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Programı öğrencisi Muammer Uçkun tarafından hazırlanan “LABORATUVAR KOŞULLARINDA HAŞHAŞ TOHUMU ELEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı tez, aşağıdaki jüri tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunması Tarihi: 23/06/2022

Üye (T.D.) : Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN Aydın Adnan Menderes Üniversitesi  
Üye : Prof.Dr. Fazilet N. ALAYUNT Ege Üniversitesi  
Üye : Doç.Dr. Türker SARAÇOĞLU Aydın Adnan Menderes Üniversitesi

### ONAY:

Bu tez Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Fen Bilimleri Enstitüsünü.....tarih ve.....sayılı oturumunda alınan.....numaralı Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Gönül Aydın  
Enstitü Müdürü

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam boyunca, bu tezin oluőum ve yönetim aőamalarında desteklerini benden esirgemeyen, değerli bilgilerini benimle paylaşarak yol gösteren, çalışmalarında tüm imkanlarını seferber eden saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN'a sonsuz saygı ve teőekkürlerimi sunarım.

alıőmalarında maddi manevi desteğini hissettiğim değerli hocam Doç. Dr. Türker SARAçOğLU'na teşekkür ederim.

Denemelerimde hem destekçim hem de yardımcıım olan arkadaőım Yüksek Ziraat Mühendisi İpek ÇEKİM'e ve bu yoğun süreçte bana güvenip, manevi desteklerini benden esirgemeyen ayrıca her zaman yanımda olan sevgili aileme sonsuz teőekkürler.

Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı (BAP) ve Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK), BAP ZRF-18041 ve TÜBİTAK 2150423 numaralı proje desteklerinden dolayı teőekkürlerimi sunarım.

Muammer UÇKUN

# İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY .....	i
TEŞEKKÜR .....	ii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ .....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
RESİMLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	x
ÖZET .....	xi
ABSTRACT .....	xii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Haşhaş Tarımında Kültürel İşlemler .....	8
1.2. Tohum Temizleme ve Sınıflandırmada Elekler .....	15
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	17
3. MATERYAL ve YÖNTEM .....	20
3.1. Materyal .....	20
3.1.1. Haşhaş Bitkisi .....	20
3.1.2. Haşhaş Hasat Makinesi Prototipi .....	20
3.1.3. Eleme Sistemi .....	22
3.1.4. Traktör .....	25
3.1.5. Ölçüm Setleri .....	25
3.1.5.1. Dijital Kumpas .....	25
3.1.5.2. Hassas Terazî .....	25
3.1.5.3. Mikrometre .....	26
3.1.5.4. Dijital Devir Ölçüm Cihazı .....	26

3.1.5.5. Etüv.....	27
3.1.5.6. Samsung Note Fan Edition Cep Telefonu .....	28
3.1.6. Deneme Yeri.....	28
3.2. Yöntem .....	29
3.2.1. Haşhaş Materyallerinin Fiziksel Özelliklerine Ait Ölçümler .....	29
3.2.2. Haşhaş Tohumlarının Başlangıçtaki Safiyetinin Belirlenmesi.....	31
3.2.3. Haşhaş Eleme Sistemi Çalışma Prensibi ve Sistemin Geliştirilmesi.....	31
3.2.4. Eleme Sisteminin Performansı .....	35
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	39
4.1. Haşhaş Kapsüllerinin Fiziksel Özellikleri Üzerine Bulgular .....	39
4.2. Haşhaş Tohumlarının Başlangıçtaki Safiyetine İlişkin Sonuçlar .....	39
4.3. Eleme Sisteminin Performansına İlişkin Bulgular .....	39
5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....	45
KAYNAKLAR.....	47
BİLİMSEL ETİK BEYANI .....	50
ÖZ GEÇMİŞ.....	51

## SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- bt*** : Besleme süresi (h)
- J*** : Elek ivmesi ( $m \cdot s^{-2}$ )
- Kk*** : Kapsül kapasitesi ( $kg \cdot h^{-1}$ )
- Kt*** : Tohum kapasitesi ( $kg \cdot h^{-1}$ )
- KThO*** : Kapsül haznesi temizleme kaybı (%)
- n*** : Eksantrik devir sayısı ( $min^{-1}$ )
- Q*** : Toplam tohum miktarı (kg)
- Qkk*** : Kapsül haznesi temiz kapsül miktarı (kg)
- Qmk*** : Kapsül haznesinden elde edilen toplam materyal miktarı (kg)
- Qmt*** : Tohum haznesinden elde edilen toplam materyal miktarı (kg)
- Qtk*** : Kapsül haznesinden elde edilen temiz tohum miktarı (kg)
- Qtt*** : Tohum haznesinden elde edilen temiz tohum miktarı (kg)
- Qtz*** : Toz haznesinden elde edilen tohum miktarı (kg)
- TzThO*** : Toz haznesi temizleme kaybı (kg)
- Te*** : Temizleme etkinliği (%)
- U*** : Toplam materyal (tane ve yabancı materyal) ağırlığı (g)
- Uh*** : Ayıklanan haşhaş tohumunun ağırlığı (g)
- W*** : Kuru ürün ağırlığı (g)
- Wo*** : Yaş ürün ağırlığı (g)
- $\eta_b$**  : Başlangıçtaki Safiyet (%)
- $\mu_k$**  : Kapsül safiyeti (%)
- $\mu_t$**  : Tohum safiyeti (%)
- $\omega$**  : Açısal hız ( $rad \cdot s^{-1}$ )

**AAF** : Afyon Alkoidleri Fabrikası  
**BM** : Birleşmiş Milletler  
**INCB** : International Narcotics Control Board  
**TMO** : Toprak Mahsulleri Ofisi  
**TUBİTAK** : Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu





## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Ülkemizde haşhaş tarımına izin verilen iller (TMO, 2020) .....	4
Şekil 1.2. Dünya yasal haşhaş ekim alanları (INCB, 2018) .....	6
Şekil 1.3. Ürünlerin Boyut Özellikleri (Kasap vd., 1998).....	16
Şekil 3.1. Elek kasası.....	23
Şekil 3.2. Askı kolu revizyonu .....	34
Şekil 3.3. Biyel kolu salınım hareketleri .....	34

## RESİMLER DİZİNİ

<b>Resim 1.1.</b> Çiçeklenmiş haşhaş bitkileri (Anonim, 2018a).....	1
<b>Resim 1.2.</b> Haşhaş tohumunun 5 farklı rengi (TMO, 2017) .....	2
<b>Resim 1.3.</b> Hitit dönemine ait bazı kabartma haşhaş bitkisi resimleri (Anonim, 2022a) .....	3
<b>Resim 1.4.</b> Afyon Alkaloidleri Fabrikası, Afyonkarahisar, Türkiye (Anonim, 2007).....	8
<b>Resim 1.5.</b> Serpme ekim yöntemiyle ekilmiş haşhaş tarlası (Hacıyusufoğlu, 2013).....	9
<b>Resim 1.6.</b> Mekanik tahıl mibzeri (Anonim, 2018c) .....	10
<b>Resim 1.7.</b> El ile çapalama (Anonim, 2018d).....	11
<b>Resim 1.8.</b> Ara çapalama makinası (Anonim, 2020) .....	11
<b>Resim 1.9.</b> Hasat olgunluğuna ulaşmamış (a) ve ulaşmış (b) haşhaş bitkisi .....	12
<b>Resim 1.10.</b> Hasat adaptörlü haşhaş toplama makinası (Hacıyusufoğlu, 2013).....	12
<b>Resim 1.11.</b> Kendi yürür haşhaş hasat makinası (Anonim, 2021b).....	13
<b>Resim 1.12.</b> Elle toplanan haşhaş kapsülleri (Anonim, 2018e) .....	14
<b>Resim 1.13.</b> Haşhaş kapsül kırma makinası (Anonim, 2021c).....	14
<b>Resim 3.1.</b> Ortadan kesilmiş haşhaş kapsülü ve tohumları (Anonim, 2017).....	20
<b>Resim 3.2.</b> Ofis-8 çeşidi haşhaş bitkisi .....	20
<b>Resim 3.3.</b> Prototip haşhaş hasat makinası .....	21
<b>Resim 3.4.</b> Dolap ve biçme ünitesi .....	21
<b>Resim 3.5.</b> Eleme sistemi.....	22
<b>Resim 3.6.</b> Çuvallama ünitesi .....	23
<b>Resim 3.7.</b> Üst elek yapısı.....	24
<b>Resim 3.8.</b> Elek ünitesi eksantrik mekanizması ve askı kolları .....	24
<b>Resim 3.9.</b> Denemelerde kullanılan traktör .....	25
<b>Resim 3.10.</b> Dijital kumpas.....	25
<b>Resim 3.11.</b> Hassas terazi .....	26

<b>Resim 3.12.</b> Dijital mikrometre.....	26
<b>Resim 3.13.</b> Dijital devir ölçüm cihazı .....	27
<b>Resim 3.14.</b> Etüv .....	27
<b>Resim 3.15.</b> Denemelerde kullanılan cep telefonu.....	28
<b>Resim 3.16.</b> Haşhaş eleme sistemi deneme düzeneği .....	29
<b>Resim 3.17.</b> Haşhaş örnekleri.....	29
<b>Resim 3.18.</b> Kapsül boyu ölçümü .....	30
<b>Resim 3.19.</b> Kapsül boğum çapı ölçümü .....	30
<b>Resim 3.20.</b> Sap, kapsül ve tohum olarak ayrılmış hazne numuneleri .....	33
<b>Resim 3.21.</b> Eksantrik mekanizması revizyonu .....	33
<b>Resim 3.22.</b> Toz haznesi numunesi.....	36
<b>Resim 3.23.</b> Ayrılmış kapsül haznesi numuneleri.....	37
<b>Resim 3.24.</b> Tohum haznesi numunesi .....	37

## ÇİZELGELER DİZİNİ

<b>Çizelge 1.1.</b> Haşhaş Tohumunun içerdiği Besin Değerleri (100 g için) (Anonim, 2018b).....	3
<b>Çizelge 1.2.</b> Dünya ana üretici ülkeler bazında hektar cinsinden yasal haşhaş hasat alanları (INCB, 2021).....	5
<b>Çizelge 3.1.</b> Dijital devir ölçüm cihazı teknik özellikleri.....	27
<b>Çizelge 3.2.</b> Denemede kullanılmış olan etüvün teknik bilgileri .....	28
<b>Çizelge 3.3.</b> Elek sisteminin çalışma parametreleri .....	32
<b>Çizelge 3.4.</b> Geliştirilen elek sisteminin çalışma parametreleri .....	35
<b>Çizelge 4.1.</b> Haşhaş materyallerinin ortalama nem değerleri.....	39
<b>Çizelge 4.2.</b> Haşhaş kapsül ölçüleri.....	39
<b>Çizelge 4.3.</b> Elek sisteminin çalışma performansı.....	40
<b>Çizelge 4.4.</b> Tohum ve kapsül kapasitesi.....	41
<b>Çizelge 4.5.</b> Geliştirilmiş eleğin çalışma performansı.....	42
<b>Çizelge 4.6.</b> Geliştirilmiş eleğin tohum ve kapsül kapasitesi.....	43

## ÖZET

### LABORATUVAR KOŞULLARINDA HAŞHAŞ TOHUMU ELEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

**Uçkun M. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tarım Makinaları Programı, Yüksek Lisans Tezi, Aydın, 2022.**

**Amaç:** Bu çalışmada, 2150423 numaralı TÜBİTAK projesinde yapılan haşhaş hasat makinasının elek sisteminin laboratuvar koşullarında geliştirilmesi ve performans değerlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

**Materyal ve Yöntem:** Deneme materyali olan haşhaş bitkisinin bazı fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Biçilmiş haşhaş bitkileri haşhaş hasat makinası parçalama ünitesi yardımıyla parçalanarak eleme sistemine iletilmektedir. Eleme düzeneğinde 50 mm genlikte 150, 200 ve 250 min<sup>-1</sup> eksantrik devir sayılarında denemeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen verilere göre geliştirilen eleme sisteminde 100, 175, 200 ve 250 min<sup>-1</sup> devirlerde denemelere devam edilmiştir. Elek sistemi için temizleme performans parametreleri belirlenmiştir. Elek performanslarını değerlendirmek adına temizleme etkinliği, tohum safiyeti, kapsül safiyeti, toz haznesi temizleme kaybı, kapsül haznesi temizleme kaybı ile tohum ve kapsül kapasiteleri değerleri incelenmiştir.

**Bulgular:** İlk sistem için 200 min<sup>-1</sup> ve geliştirilmiş sistem için 100 min<sup>-1</sup> en iyi sonuçlarının elde edildiği eksantrik devir sayıları olmuştur. Bu devirlere göre elde edilen sonuçlara göre geliştirme sonucunda temizleme etkinliği değerlerinde %88,90'dan %95,21'e artış görülmüştür. Tohum safiyeti değerlerinde %92,09'dan %90,54'e düşük bir oranda azalma gerçekleşmiştir. Kapsül safiyeti değerleri %85,39'dan %89,65'e yükselme göstermiştir. Toz haznesi temizleme kaybı değerlerinde %3,24'den %2,44'e, kapsül haznesi temizleme kaybı değerlerinde ise %7,86'dan %2,35'e azalma görülmüştür. Tohum ve kapsül kapasite değerlerinde ise sırasıyla 105,15 kg·h<sup>-1</sup>'den 97,06 kg·h<sup>-1</sup>'e ve 84,64 kg·h<sup>-1</sup>'den 79,80 kg·h<sup>-1</sup>'e azalma görülmüştür.

**Sonuç:** Bu çalışmada geliştirme sonrası elek sisteminin performans kriterlerinde iyileşme görülse de meydana gelen yığılmaların önüne geçilmesi gerekmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Haşhaş Tohumu, Eleme Sistemi, Eleme Sistemi Performans Parametreleri

## ABSTRACT

### DEVELOPMENT OF POPPY SEED CLEANING SYSTEM UNDER LABORATORY CONDITIONS

**Muammer U. Aydın Adnan Menderes University, Graduate School of Natural and Applied, Agricultural Machinery Program, Master Thesis, Aydın, 2022.**

**Objective:** In this study, it was aimed to develop the sieving system of the poppy harvester, which was produced within the scope of the TÜBİTAK project numbered 2150423, and to determine the performance parameters under laboratory conditions.

**Materials and Methods:** Some physical properties of poppy plant were determined. The harvested poppy plants are broken with the help of the poppy harvester threshing unit and transferred to the sieving system. Trials were carried out in the sieving unit at 50 mm amplitude, 150, 200 and 250 min<sup>-1</sup> eccentric speeds. In the sieving system developed according to the obtained data, trials were continued at 100, 175, 200 and 250 min<sup>-1</sup> cycles. Cleaning performance parameters have been determined for the sieve system. In order to evaluate the sieve performances, cleaning efficiency, seed purity, capsule purity, dust chamber cleaning loss, capsule chamber cleaning loss, and seed and capsule capacities values were examined. In addition, the existing screening system and the revised screening system trial results were compared.

**Results:** 200 min<sup>-1</sup> for the first system and 100 min<sup>-1</sup> for the improved system were the eccentric revolutions where the best results were obtained. According to the results obtained according to these cycles, an increase was observed in the cleaning efficiency values from 88,90% to 95,21% as a result of the development. There was a slight decrease in seed purity values from 92,09% to 90,54%. Capsule purity values increased from 85,39% to 89,65%. There was a decrease in dust chamber cleaning loss values from 3,24% to 2,44%, and capsule chamber cleaning loss values from 7,86% to 2,35%. Seed and capsule capacity values decreased from 105,15 kg·h<sup>-1</sup> to 97,06 kg·h<sup>-1</sup> and from 84,64 kg·h<sup>-1</sup> to 79,80 kg·h<sup>-1</sup>, respectively.

**Conclusion:** Although the performance criteria of the sieving system improved after the revision in this study, it is necessary to prevent the accumulations.

**Key Words:** Poppy Seeds, Sieving System, Sieving System Performance Parameters

# 1. GİRİŞ

Ülkemiz topraklarında geleneksel hale gelmiş tarım faaliyetlerinde bulunan haşhaş, *Papaver somniferum* L. türü kültür bitkisi tek yıllık bir bitkidir. *Papaver somniferum* L. Rhodales takımının Papaveraceae familyasında bulunmaktadır. Ayrıca Papaver cinsi içerisinde bulunmaktadır (TMO, 2019).

Papaver Latince anlamı olarak gelincik, somniferum ise “uyku verici” veya “rüya görmek” anlamlarına da gelmektedir. Bu sınıflandırma çerçevesinde tarım faaliyetlerinde bulunan haşhaş; kırlarda ve tarlalarda kendiliğinden yetişen gelincikle akraba olduğu bilinmektedir. Anadolu’da dağlarda çok yıllık olarak kendiliğinden yetişen yabani haşhaşlarda kültür haşhaşı aynı cins içerisinde tutulmaktadır (TMO, 2019).

Gelincikgiller ailesinden bir bitki türü olan haşhaş çiçeği ılıman iklimlerde yetiştirilmektedir. Araştırmalara göre haşhaş çiçeğinin 500’den fazla türü olduğu bilinmektedir. Bu bitki türünün ülkemizde Doğu Akdeniz’de uzun yıllardır tarımı yapıldığı bilinmektedir. Çiçek açan tek yıllık haşhaş çiçeğinin yaprakları yeşil ve kırmızı, beyaz veya mor renkte açan uzun gövdesinin üstünde çiçekler yer almaktadır. Yuvarlak şeklindeki kapsüllerinin içerisinde yer alan beyaz sütü, olmamış kapsüllerin çizilmesi sonucunda içinden çıkarak akmakta ve hava ile temasında sertleşmektedir (Anonim, 2021).

Haşhaşa her ana sap ve yan dal bir çiçek tomurcuğu ile son bulduğu bilinmektedir. Çiçekleri beyaz, pembe, kırmızı veya viyole renklere olduğu gözlemlenmiştir (Resim 1.1). Çiçekleri açılmak üzereyken iki çanak yaprağı dökülmektedir. İçindeki dört taç yaprak ve döllenme tozları çiçekler açılmadan önce kendini göstermektedir. Çiçekte yer alan yumurtalığın döllenmesi ve gelişmesi ile küreyi andıran haşhaş kapsülü meydana geldiği gözlemlenmiştir. Kapsülün üst kısmında bulunan 5-10 adet stigma (tepecik) kanatları yer almaktadır. Stigma sayısı kadar göz taşımakta olan haşhaş kapsüllerinin ayrıca gözlerinin içerisinde de tohumları bulunmaktadır (Eripek, 2002; Küçük, 1996).



Resim 1.1. Çiçeklenmiş haşhaş bitkileri (Anonim, 2018a)

Haşhaşta ekonomik anlamda değere sahip kapsül ve tohum olarak iki ürün hasadı yapılmaktadır. Haşhaş kapsülünün tebain, noskapin, morfin, kodein, ve papaverin gibi tıbben önemli olan ana alkaloidlerle beraber yaklaşık 30 değişik alkaloid'e sahip olduğu bilinmektedir. Bu alkaloidlerden kodein, morfin, ve tebain uyuşturucu özelliğine sahipken papaverin ve noskapin uyuşturucu özelliğine sahip değildirler. Tıppî açıdan; anestezik (uyuşturucu), analjezik (ağrı kesici), ve antitüssif (öksürük kesici) gibi maddelerden faydalanılmaktadır. Haşhaş tohumları beyaz, sarı, çığ kahve, pembe ve gri-mavi renklere olabilmektedir (Resim 1.2) (TMO, 2017).



Resim 1.2. Haşhaş tohumunun 5 farklı rengi (TMO, 2017)

Mavi, beyaz ve sarı tohumlu haşhaş çeşitlerinin Türkiye’de en fazla yetiştirilen haşhaş çeşitleri olduğu bilinmektedir. Üretilen haşhaş tohumlarının bir kısmı çiftçi ihtiyaçlarına ayrılmakta diğer kalan kısmı ise piyasada serbest işlem görmektedir. Haşhaş tohumları geleneksel anlamda gıda tüketimi amacıyla ekmek yapımında ve ezme işlemi sonrası hamur işi yapımında kullanılmaktadır. Tohumun baskılanması ile elde edilen yağ; gıda ve boya sanayinde de kullanılmaktadır (TMO, 2017).

Cilt ve saç sağlığını iyileştirme, bağışıklık sistemini artırma, kadın doğurganlığını artırma, sindirimi düzenleme vb. gibi özellikler haşhaşın tohumlarının en önemli sağlık yararları arasında yer almaktadır. Bunun yanı sıra bazı çalışmalar haşhaş tohumlarının beyin işlevlerini güçlendirdiği ve kansızlığı önlemeye yardımcı olabileceğini düşündürmektedir. Haşhaş tohumu, kalp sağlığı açısından gerekli olan yağ asidi omega-6 diğer adıyla linoleik asit içerdiği bilinmektedir. Bu sayede haşhaş tohumlarının yararları arasında kalp hastalığını önlediği de bilinmektedir.

Morfinin bilinen en eski, güçlü ve ucuz opiyat madde olduğu bilinmektedir. Bu yüzden bağımlılık etkisi ve uyuşturucu özellikli olmasından kaynaklı ciddi endişeler teşkil etmekte, alternatif alkaloid olarak, kimyasal yollarla morfinin türevlendirilmesiyle noskapin elde



edilebilme imkânı bulunmaktadır. Noskapin de morfin gibi ilaç sanayi yönünden hammadde olarak kullanılabilmekte, uyuşturucu etkisi olmadığı için ve bağımlılık yapmadığından önemini giderek artırmaktadır (Özgen, 2019).

Tohumun içinde bulundurduğu su, karbonhidrat, protein, yağ ve vitamin değerleri Çizelge 1.1’de verilmiştir.

Çizelge 1.1. Haşhaş Tohumunun içerdiği Besin Değerleri (100 g için) (Anonim, 2018b)

İçerik	Miktarı	Günlük Değer (%)
Kalori	553 kcal	27,6
Potasyum	1200 mg	34,3
Karbonhidrat	8,7 g	2,9
Kalsiyum	70 mg	7,0
Lif	4 g	16,0
Demir	8 mg	44,2
Protein	31,6 g	63,1
Kolesterol	0 mg	0,0
Yağ	48,8 g	75,0
Vitamin A	11 IU	0,2
Vitamin C	0,5 mg	0,8

Haşhaş bitkisinin ülkemizde ve dünyada uzun zamandır yetiştirildiği bilinmektedir. Milattan önce 3000 yıllarında Mezopotamya bölgesinde yaşadığı bilinen Sümerlerin dilinde afyona dair bazı kelimeler ve Asurlara ait olduğu düşünülen kabartmalarda haşhaş görsellerine rastlanıldığı gözlemlenmiştir. Hititler döneminden beri Anadolu’da haşhaş tarımının yapıldığına dair incelemeler birçok yazar tarafından belirtilmektedir (Resim 1.3) (TMO, 2017).



Resim 1.3. Hitit dönemine ait bazı kabartma haşhaş bitkisi resimleri (Anonim, 2022a)

Türkiye'de haşhaş ekimi 1933 yılına kadar afyon üretim ve ticaret faaliyetleri serbest olarak yapılırken, 1933 yılında çıkarılan 2253 sayılı kanunla Uyuşturucu Maddeleri İnhisar İdaresi kurularak haşhaş ekim alanlarına gelen kota ile 17 ilde sınırlandırılarak kontrolü sağlanmıştır. 1938 yılında TMO'nun kurulmasıyla, uyuşturucu maddeleri tek elde TMO'da toplanmıştır. 1959 yılında haşhaş ekimi kontrolü için 7368 sayılı kanun çıkarılmış ve bu kapsama göre üretilen afyonun tamamen ihraç edilmesi ve yasal yönden taleplerin karşılanamaması sebebiyle 1960 yılında haşhaş ekimi kotası 42 ile çıkarılmış fakat daha sonra giderek azaltılarak 1970 yılında 7 ille sınırlandırılmıştır. Türkiye'de 1971'e kadar haşhaş hasadı ile afyon üretimi yapılmıştır. 1971 yılı sonrası Türkiye'nin, yasadışı uyuşturucu kaynağı olarak suçlanması sebebi ile bu suçlamaları bertaraf etmek amacıyla Türkiye Hükümeti ülkede haşhaş ekimine 26/06/1971 tarihinde toplanan Bakanlar Kurulu kararı neticesinde tam bir yasak getirilmiştir. 1974 yılına kadar süren bu yasağa rağmen, Avrupa ve Amerika'ya yasadışı yollarla uyuşturucu girişi devam etmiş, ayrıca diğer afyon üretimi yapan ülkelerin üretimlerinde artış gözlenmiş ve yeni haşhaş üreten ülkelerle beraber haşhaş üretimi yapan ülkelerin sayısının artmasına neden olmuştur. Ayrıca bu yasakla beraber, büyük derecede bir gelir kaynağı olan haşhaştan mahrum kalan üreticilerimiz üzerinde ekonomik ve sosyal olumsuzluklar ortaya çıkmıştır. 2 milyona yakın insan bu yasaktan olumsuz etkilenmiştir. Haşhaş ekimi kontrolü ham afyon, haşhaş kapsülü ve tıbbi afyon üretimi, ayrıca satın alınması, uyuşturucu madde imalatında kullanılması, yurt içi ve dışında satışı konularında TMO görevlendirilmiştir (Anonim, 2012).

Türkiye'de haşhaş tarımı bakanlar kurulu kararı sonucunda belirli illerde ve bazı bölgelerle sınırlandırılmıştır. Haşhaş tarımına izin verilen bu iller Eskişehir, Afyonkarahisar, Burdur, Çorum, Balıkesir, Amasya, Denizli, Isparta, Kütahya, Konya, Manisa, Tokat ve Uşak olarak belirlenmiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. Ülkemizde haşhaş tarımına izin verilen iller (TMO, 2020)

Dünya haşhaş ekimi, kontrollü olarak Birleşmiş Milletler Teşkilatı'nın denetiminde yapılmaktadır. Birleşmiş Milletler (BM) Teşkilatı Türkiye, Hindistan, Avustralya, Fransa, İspanya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti ve Çin'i yasal ana üretici ülkeler olarak kabul etmektedir. Türkiye ve Hindistan BM Teşkilatınca geleneksel haşhaş üreticisi ülkeler olarak kabul edilmektedir. Ülkemiz bu kapsam içerisinde Birleşmiş Milletler Teşkilatınca 70.000 hektarlık ekim alanı limitiyle sınırlandırılmıştır. Bu limite göre 13 ilde yaklaşık 100.000 üreticiye haşhaş ekimi ve çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimi yaptırılmaktadır (Çizelge 1.2).

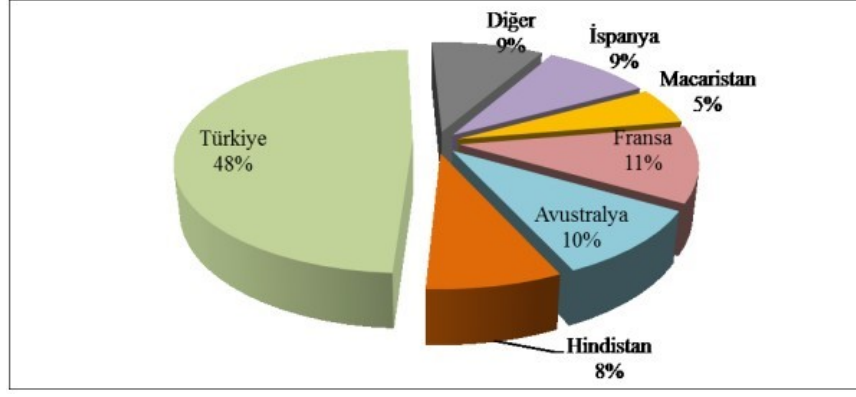
Çizelge 1.2. Dünya ana üretici ülkeler bazında hektar cinsinden yasal haşhaş hasat alanları (INCB, 2021).

Yıllar	Türkiye	Hindistan	Avustralya	Fransa	İspanya	Macaristan	Diğer	Toplam
2014	26,62	5,32	7,21	9,06	8,52	5,56	5,67	67,98
2015	61,59	5,42	6,94	8,45	2,86	5,30	7,11	97,69
2016	29,99	5,57	7,29	6,78	5,69	3,52	7,21	61,05
2017	23,73	8,72	3,44	4,89	3,23	2,00	8,29	54,31
2018	45,13	5,16	2,56	5,76	3,22	8,76	5,78	68,51
2019	56,51	6,10	1,75	7,48	8,52	3,11	n/a	n/a
2020	35,24	4,30	2,58	7,34	4,17	1,36	n/a	n/a

n/a: Mevcut değil

Almanya, Avusturya, Çekya, Polonya, Hollanda ve Ukrayna'da süs bitkisi ve gıda amaçlı; ayrıca Çin, Hindistan ve Kuzey Kore'de afyon üretimi amaçlı haşhaş üretimi yapılmaktadır.

Haşhaş üretimi belirlenen alanlarda ve sınırlı miktarlarda yapılmasına izin veriliyor olsa da yasadışı üretiminde bir artış olduğu gözlemlenmiştir. Dünya'da yasadışı şekilde haşhaş üretimi yapan ülkeleri konu olarak yazılan raporlarda Hindistan, Afganistan, Tayland, Myanmar, Yunanistan ve Laos ve Meksika ülkelerinin adı sık sık geçmektedir (Demir, 2017). Şekil 1.2'de Dünya yasal haşhaş ekim alanları gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Dünya yasal haşhaş ekim alanları (INCB, 2018)

3298 sayılı Yönetmelik ve Kanun gereğince, TMO tarafından yasal olarak ekimi yapılan alanlarda haşhaş ekimi ve çizilmemiş kapsül imalatı için izin belgeleri verilmekte ve organize olarak kontrol edilmektedir (TMO, 2020).

Haşhaş ekimi yapılabilen ve yasal olan yerlerde kontrolü aşağıdaki şekilde yapılmaktadır.

- Haşhaş ekim izni için çiftçiler TMO iş yerine 1 Temmuz ile 30 Ekim tarihleri aralığında müracaat etmektedirler.
- Çiftçiler müracaatları sonrası TMO işyerleri tarafınca incelenerek yasal sakıncası olmayanlara haşhaş ekim izni verilmekte ve ekilişleri gerçekleştirilmektedir.
- TMO işyerlerince üçer kişiden oluşan kontrol heyetleri tarafından gerçek haşhaş ekim alanları için izin belgelerinde gösterilen sınırlara ve mevkilere uygunlukları saptanması amacıyla haşhaş ekili tarlalar sıra ile tek tek ölçülmekte ve kontrol edilmektedir.
- İzin belgesi alarak veya almayarak belirtilen alanın üzerine çıkmak veya izin belgesi dışında başka alanda haşhaş ekimi yapmak kaçak ekim olarak kabul edilmektedir. Bu durum sonucunda tarla ölçüm ve kontrol çalışmaları sırasında bu çeşit kaçak ekim tespitleri çiftçiler hakkında kanuni işlem yapılmak üzere yetkili birimlere ulaştırılmaktadır.
- Haşhaş ekim yerlerinde kapsüllerin afyon üretimine yönelik çizilip çizilmediği TMO ekipleri tarafından kontrol edilmektedir. Çizilen kapsül tespiti durumunda yasal işlem yapılmak üzere yetkili birimlere ulaştırılmaktadır.
- Üretilen haşhaş kapsüllerinde kaçak üretimin önlenmesi amacıyla TMO ekipleri tarafından haşhaş ekim yerlerinde üretim tahminleri yürütülerek çiftçilerin kapsül ürünlerinin tamamının TMO'ya teslim edilmesi sağlanmaktadır. Ayrıca haşhaş kapsüllerinin hasat

olgunluğuna ulaşması sonrası TMO kontrol ekipleri tarafından köy genelinde hasat belgesi teslim edilmekte ve daha sonra hasada başlanmaktadır.

Uyuşturucu madde içermesi sebebiyle haşhaş kapsülünün tek ve zorunlu alıcısı TMO Genel Müdürlüğü'dür. Çiftçiler, üretilen haşhaş kapsülünü izin belgelerinde belirtilenin üstünde üretimi de dahil olarak en geç o yılın içerisindeki Eylül ayının sonuna kadar belirlenen bedel karşılığında TMO işyerlerine teslimini yapmakla yükümlüdürler (TMO, 2020).

Aşağıdaki prosedür çerçevesinde haşhaş kapsülü alımı yapılmaktadır.

- Hazine Müsteşarlığının görüşü alınarak ve TMO Genel Müdürlüğünce belirlenerek tespit edilen haşhaş kapsülü alım fiyatları, morfin oranları, diğer kalite kıstasları ve satın alınabilme şartları bir Genel Yazı ile işyerlerine bildirilmektedir.

- İşyerleri tarafından verilen üretim tahminlerine göre köy genelinde hazırlanan alım programı ile muhtarlara bildirilmektedir.

- Çiftçilerin teslim etmiş olduğu kapsüllerin çizim kontrolleri sonrası fiyat tespiti için numune alınır ve analizi yapılmaktadır.

- Analizin sonuçlarına göre fiyatlar belirlenir, ürün analiz fişi düzenlenerek kapsüller TMO çuvallarına doldurularak tartılmaktadır.

- Tartım sonrası depoya götürülerek stoka alınır.

- Çiftçilerin varsa borçları teslim ettiği kapsül bedelinden düşülerek kalan bakiye çiftçiye nakit şeklinde ödenmektedir.

- Satın alınmış olan kapsüller prosedürler sonrası işlenmek üzere Afyon Alkaloidleri Fabrikasına gönderilmektedir.

Piyasanın yasal alkaloid gereksinimini ve haşhaş ürününü değerlendirmek adına 1976 yılında Afyonkarahisar iline bağlı Bolvadin ilçesinde inşaata başlanan Afyon Alkaloidleri Fabrikası (AAF) 1981 yılında ilk üretimine başlamış ve 1986 yılından sonra kesin kabulle beraber esas üretime başlamıştır (Resim 1.4) (TMO, 2020).

Türkiye, işlendiği fabrikanın kapasitesiyle ve haşhaş üretim alanının büyüklüğüyle dünya genelinde ilk sırada bulunmaktadır. Haşhaşın ülkemiz genelinde 100 ile 120 milyon dolar arası katkı sağladığı bilinmektedir. Türkiye, dünya genelindeki morfin talebinin yüzde 25'ini karşılamaktadır (TMO, 2020).



Resim 1.4. Afyon Alkaloidleri Fabrikası, Afyonkarahisar, Türkiye (Anonim, 2007)

### 1.1. Haşhaş Tarımında Kültürel İşlemler

Toprak istekleri göz önüne alındığında haşhaş bitkisi seçici olmamakla beraber neredeyse tüm toprak tiplerinde yetişmektedir. Ancak kumlu ve tınlı topraklar daha çok tercih edilmektedir. Zira kumlu ve tınlı topraklar homojen çıkış göstermekte ve nemi muhafaza ederek bitkiyi iyi geliştirebilmektedir (Anonim, 2022b).

Toprak işlemede tohum yatağı hazırlamak için pulluktan sonra kazayağı kullanılmaktadır. Diğer bitkilerde de olduğu gibi haşhaş ekiminde de toprak işleme sonrası toprağın un ufak edilmemesi çok büyük önem arz etmektedir. Toprak, hafif şekilde parça parça kabartılarak yağış sonundaki kaymak tabakası oluşumu önlenir ve kışlık haşhaşlarda bitkinin soğuğa karşı daha dayanıklı olması sağlanır (Erdurmuş, 1990).

Toprak işlemenin amacı; toprak verimliliğini korumak, erozyonu azaltmak, toprak sıkışıklığını önlemek, topraktaki flora ve faunanın korunması ile çeşitliliğin korunmasını sağlamaktır (Önal, 1995).

Ekim için kullanılacak olan haşhaş tohumunun hastalıklı olmamasına dikkat edilmesi gerekmektedir. Dikkat edilmediği takdirde hastalık tohumla beraber ertesi yıllara intikal edebilmekte ve yayılmaktadır. En iyi gelişmişim göstermiş ve iri, dolgun tohumlar haşhaş bitkisi üzerindeki ana kapsülde bulunmaktadır. Bu sebeple bir sonraki ekim için en iyi tohumlar ana kapsüllerden ayrılmaktadır (Hacıyusufoğlu, 2003).

Ülkemizde genel anlamda haşhaş güzlük ekilmektedir. Ama kıştan zarar görülmesi durumunda veya kış ayının çok sert geçtiği bölgelerde yazlık şeklinde de ekilebilmektedir. Güzlük ekim işlemi, bazı bölgelerde farklılık göstermekle birlikte Ekim ayının ilk haftası olarak uygulanmaktadır. Mart ayı sonu Nisan ayı başı zamanlarında da yazlık ekim işlemi yapılmaktadır (Erdurmuş, 1990).

Haşhaşın genel olarak üç türlü ekimi yapılmaktadır;

1. Serpme ekim yöntemi
2. Şişe usulü ekim
3. Sıraya ekim yöntemi

Serpme ekimde, 2-3 katı kum ile harmanlanmış tohumlar, el ile tarlaya serpilmekte ve üzeri kapatılarak düzeltilmektedir (Resim 1.5). Tohum küçük olduğundan topraktaki nemi bulması şarttır. Dekara 1-2 kg tohum harcanmaktadır. Bu ekim şeklinde bitkilerin eşit şekilde çıkışının sağlanmadığı ve bakım işlerinin güç şekilde yaptığı saptanmıştır (Hacıyusufoğlu, 2003).



Resim 1.5. Serpme ekim yöntemiyle ekilmiş haşhaş tarlası (Hacıyusufoğlu, 2013)

Şişe usulü ekimde tohumlar 2 veya 3 katı ince kumla karıştırılmaktadır. Tohum bir şişeye doldurularak, şişe mantarına ince bir şekilde delik açılır. Önce açılmış olan çizgilere şişenin mantarında bulunan delikten tohumlar dökülerek markör yardımıyla sıraya ekim işlemi yapılmaktadır. Tohumlar çalı veya sürgü yardımıyla sürüklenerek kapatılmaktadır (İlisulu, 1973).

Sıraya ekim yönteminde sıra arası 40 ve 60 arası sıra üzeri ise 15 ve 30 cm arasında bırakılmaktadır. Verimi az topraklarda sıra arası 30 ve 40 cm arası, sıra üzeri 10 ve 20 cm arasına kadar düşürülmektedir. Yazlık ekimde ise ekim aralıkları daraltılmaktadır. Makine yardımı ile sıraya ekim yöntemiyle 0,5 ve 1 kg arası tohum harcanmaktadır. Ekim derinliği ise 1 ve 1,5 cm arasında tutulmaktadır (Hacıyusufoğlu, 2003).

Çeşitli makineler sıraya ekim yönteminde kullanılmaktadır. Bazı bölgelerde özel yapılmış haşhaş ekim makinası kullanılmakta, bazı bölgelerde ise çeşitli mekanik tahıl ekim makineleri haşhaş ekiminde kullanılmaktadır. Üreticiler tarafından son zamanlarda sıraya ekim yöntemine daha fazla ilgi gösterilmeye başlansa da bu ekim yöntemi için henüz standartlaşma yakalanamamıştır. Genellikle dört farklı tipte ekim makinesi ile ekim

yapılabilmektedir. Bahsi geçen makinalar; kanola mibzeri, mekanik tahıl mibzeri (Resim 1.6), küçük taneli mekanik ekim makinası ve özel olarak tasarlanmış tek dane pnömatik ekim makinasıdır (Hacıyusufoğlu, 2013).



Resim 1.6. Mekanik tahıl mibzeri (Anonim, 2018c)

Makinelik ekimin, ilk güzlük ekimlerde veya ilkbahar ekimlerinde daha uygun bir ekim yöntemi olduğu belirtilmiştir. Özel mibzer almanın, haşhaş tarlalarının genellikle küçük olması sebebi ile mümkün olmadığı belirtilmiştir. Çapa yapmayı kolaylaştıracak şekilde gözleri bulunan klasik buğday mibzerinin gözleri bir dolu, bir boş veya bir dolu iki boş veya bir dolu üç boş olacak şekilde ayarlanabilmektedir. Tohum miktarını 300-400 g-da<sup>-1</sup> yakalayabilmek için tarla tavı ve çimlendirme sulamaları titizlikle yapılmalıdır. Tohum ve gübre karışımlarıyla yapılan bu tip ekimlerde ekim öncesi çıkışlarda bir problem görülmemiştir. Toprağın nem durumuna göre ekimden önce veya ekimden 3-5 gün sonra merdane geçirilerek tohum yatağı sıkıştırılmakta ve ekilen tarlanın hemen kurumaması, tavının kaçmaması ve iyi bir çimlenme sağlanmaktadır. İşlenmemiş topraklar hemen kurumakta ve düzgün bir çimlenme gözlemlenmemektedir (TMO, 2021).

Bakım işleri haşhaş tarımında verim açısından önemlidir. Zamanında ve yeterli bir bakımla haşhaşta verim almak mümkün olabilmektedir (İlisulu, 1973).

Ekilen tohumlar 7-10 gün içinde normal olarak toprak yüzeyine çıkmaktadırlar. Çıkmayan tohumların toprağı yarma gücü az olması sebebiyle toprağın kaymağı kırılarak çıkmasına yardım edilmektedir. Toprağın iyi hazırlanmamış olması veya tavsız olması toprak yüzüne çıkışı 15-20 güne kadar uzatabilmektedir (İncekara, 1964).



Kıştan çıkışta 7-10 yaprağa ulaşan haşhaş bitkilerine seyreltme ve ilk çapa yapılmaktadır. Seyreltme işlemi ve birinci çapadan 15-20 gün sonra ikinci çapa ve boğaz doldurma işlemleri yapılır. Haşhaş bitkisinin kazık kök olması sebebiyle gelişemeyen yan kökleri ve büyük ebatta toprak üstü kısma sahip olması sebebiyle, özellikle yağmurla birlikte gelen sert rüzgârlarda dayanamayıp devrildiği gözlemlenmiştir. Bu sebeple önemli bir önlem olarak boğaz doldurma işlemi ortaya çıkmaktadır. İkinci çapa sonrası haşhaş bitkisinin çok hızlı bir gelişme göstermesi sebebiyle bitkilerin toprağı gölgelemesi yabancı otların gelişmesine imkân vermemektedir. Sonuç olarak haşhaşta üçüncü çapa işlemine gerek kalmamaktadır (Anonim, 2022b). Resim 1.7’de haşhaş bitkisinin el ile çapalama işlemi, Resim 1.8’de haşhaş bitkisinin ara çapalama işlemi görülmektedir.



Resim 1.7. El ile çapalama (Anonim, 2018d)



Resim 1.8. Ara çapalama makinası (Anonim, 2020)

Haşhaş kapsüllerinin kuruması sonrası zarlar üzerinde dizilen tohumlar kapsül diplerine dökülmektedir. Bunun sonucunda olgunlaşması tamamlanan kapsüller elle sallandığı zaman ses vermektedir. Bitki üzerinde bulunan kapsüllerin tamamı ve bir tarladaki ayrı bitkilerde bulunan tüm kapsüller aynı zamanda olgunlaşma göstermemektedir. Geç oluşan kapsüller en son olgunlaşma gösterdiği için hasat kararı verebilmek için en altta bulunan kapsüllere

bakmak gerekmektedir. Kapsüllerin açık veya kapalı oluşu bir çeşit özelliği olmakla birlikte, olgunlaşma sonrası hasat edilmeyen ve bitki üzerinde güneşe maruz kalan kapsüllerde de açılma görülebilmektedir. Bu da hasat sırasında tohum dökülmelerine ve kayıpların artmasına neden olduğundan hasat zamanının kesinlikle geciktirilmemesi gerekmektedir. Resim 1.9a’da hasat olgunluğuna ulaşmamış haşhaş bitkisi, Resim 1.9b’de hasat olgunluğuna ulaşmış haşhaş bitkisi görülmektedir.



a.

b.

Resim 1.9. Hasat olgunluğuna ulaşmamış (a) ve ulaşmış (b) haşhaş bitkisi

Dünya’da farklı şekillerde hasat işlemi yapılabilmektedir. Hindistan, Afganistan, Pakistan gibi birkaç ülkede haşhaş kapsülleri çizilerek (afyonu ayrılarak) yapılmakta iken; Tazmanya, Avustralya, Avusturya, Macaristan ve Romanya gibi bazı ülkelerde haşhaş hasadı hasat makineleri yardımıyla yapılmaktadır.

Haşhaş hasadında 2 farklı mekanizasyon yöntemi ile hasat gerçekleştirilebilmektedir.

1-) Haşhaş bitkisini sapından 10–20 cm uzunlukta kesebilen ve biçme makinelerine montajı yapılabilen özel bir hasat adaptörü yardımıyla özellikle Macaristan’da haşhaş hasadı gerçekleştirilmektedir (Resim 1.10). Kapsül ve tohum ayırma işlemi hasat sonrasında gerçekleştirilmektedir.



Resim 1.10. Hasat adaptörlü haşhaş toplama makinası (Hacıyusufoğlu, 2013)

2-) Kendi yürür haşhaş hasat makinası ile haşhaş kapsülleri mahsül boyuna göre ayarlanabilir bir mekanizma sayesinde maksimum kapasiteyi sağlayacak biçme yüksekliğinden kesilmektedir (Resim 1.11). Bu yöntemle kapçiksız ve temiz kesilmiş haşhaş elde edilebilmektedir. Kapsül ve tohum ayırma işlemi hasat makinesi kombine yapısı içerisinde gerçekleştirilebilmektedir.

Mekanize hasadın, işgücü ve maliyet kazancı gibi avantajları olmasıyla birlikte hasat işlemi esnasındaki kapsül-tohum kayıplarının fazla olması ve tohuma yüksek oranda zarar vermesi sebebiyle dezavantajlarının olduğunu da ifade etmek gerekmektedir (Németh, 1998).



Resim 1.11. Kendi yürür haşhaş hasat makinası (Anonim, 2021b)

Bu tip makinalar için Avustralya gibi günlük güneş ışığından faydalanma süresi yüksek olan ülkelerde bitki boylarının homojen olması sebebiyle avantaj sağlamaktadır. Ayrıca güneş ışığından faydalanma süresi fazla olan kapsüldeki alkaloid oranının daha yüksek olması hasat mekanizasyonunu daha elverişli hale getirmiştir.

Haşhaş hasadının doğrudan kapsüllerin elle kırılması ile yapılmakta olduğu Türkiye ve bazı ülkelerde kapsüller sapa birleşme noktasından kırılarak toplanmaktadır (Resim 1.12). Ana kapsüllerin yeterli kadarı, başka renkteki kapsüllerin karışmaması için bıçak yardımıyla kesilerek tohumları alınmakta ve tohumluk olarak ayrılmaktadır. Geriye kalan ürünler kapsül kırma makinesinde veya tahta tokaçlarla kırılmaktadır.



Resim 1.12. Elle toplanan haşhaş kapsülleri (Anonim, 2018e)

Ülkemizde kapsül kırma makinelerinin besleme haznesine el ile aktarılan haşhaş kapsülleri, yedircilerden geçerek parçalama bölmesine aktarılır ve bu şekilde kapsüller parçalanmaktadır (Resim 1.13). Parçalanarak düşen kapsül parçaları ve haşhaş tohumları elekler yardımıyla ayrılmaktadır. Ayrılan haşhaş tohumları ve kapsül parçaları ayrı ayrı çuvallanabilmektedir. (Hacıyusufoğlu, 2013).



Resim 1.13. Haşhaş kapsül kırma makinası (Anonim, 2021c)

Hasat işlemi için çeşitli makinalar üretilmiş olsa da ülkemiz şartlarına uygun makinenin geliştirilmiş olması haşhaş tarımını popüler hale getirecektir. Hasat edilen ürünün morfin değerinin yüksek olması için hasat makinalarının haşhaş kapsülleri ile haşhaş saplarının karışmadan ayırması gerekmektedir. Geçmiş yıllarda diğer ülkelerde kullanılan hasat makinalarının kapsül morfin değerlerinin düşük olması sebebiyle ülkemizde çeşitli haşhaş hasat makinesi tasarımlarının geliştirilmesi ve üreticiye ulaştırılması için çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ayrıca üreticilerin ekim alanlarının artırılması için çalışmalar yapılmaktadır. Neticede ülkemiz çiftçilerinin haşhaş hasadını uygun makineler ile yapması haşhaş tarımına profesyonel bir bakış açısı kazandıracaktır.

Özellikle dünyanın yasal alkaloid ürünleri pazarında yerinin en üstlerde tutulabilmesi yüzde yüze yakın temizlik ve kaliteli haşhaş üretimi ile mümkündür. Bu da modern üretim koşulları ve son teknoloji makinalarla mümkün olacaktır.

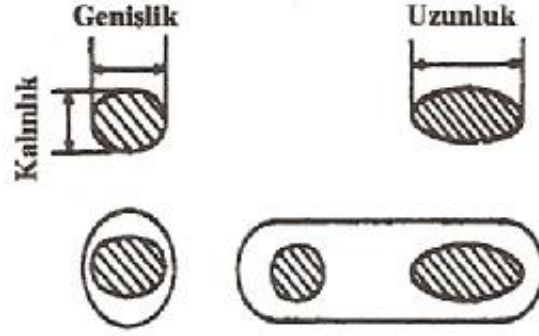
Toprak Mahsulleri Ofisi'nin haşhaş alımları için oluşturduğu genelgeye göre "Alımı yapılan haşhaş kapsüllerinin boğum yerinden koparılması gerekmektedir. Boğumdan sonraki sap kısmının alkaloid oranının düşük olması sebebiyle sap parçacıkları da yabancı madde içerisinde kabul edilmektedir. Haşhaş kapsülü alımlarında yabancı madde oranı %8 ile sınırlandırılmaktadır." Buna göre, koparılmış olan farklı haşhaş kapsül sap uzunluklarının %8'lik alan içerisinde bulunması gerekmektedir (Erdurmuş, 1990).

## 1.2. Tohum Temizleme ve Sınıflandırmada Elekler

Tohum temizleme ve sınıflandırma makinalarının en önemli organlarından birisi eleklerin olduğu bilinmektedir. Çeşitli özelliklere sahip farklı tipte ve nitelikte olan eleklerin çalışma performanslarına etki eden faktörleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Evcim, 1991; Mutaf, 1961; Kasap vd., 1998; Yağcıoğlu, 1996).

- Ürün tanelerinin boyut özellikleri, şekilleri ve sürtünme katsayıları
- Deliklerin şekil ve ölçüleri
- Deliklerin diziliş şekli
- Eleğin eğimi
- Eleğin uzunluk ve genişliği
- Eleğin frekansı
- Eleğin genliği
- Besleme miktarı
- Kapasite
- Temizleme

Eleklerin boyut özelliklerini ayırma işlemi için, uygulamada en çok kullanılan yöntem olduğu bilinmektedir (Şekil 1.3). Uzunluk, genişlik ve kalınlık faktörlerinden herhangi birinin farklılık göstermesi tane ve yabancı maddelerin bu özelliklerine göre birbirlerinden mekanik olarak kolayca ayrılabilmesini sağlamaktadır (Akyol, 2010; Kasap vd., 1998).



Şekil 1.3. Ürünlerin Boyut Özellikleri (Kasap vd., 1998)

Eleme işlemi sadece taneciklerin boyut özelliklerine dayanarak uygulanan bir ayırma yöntemidir. Endüstriyel uygulamalarda harmanlanan tanecikler uygun bir elek üzerine konularak elenmekte ve tek bir elek yardımıyla elek altı ve elek üstü olarak iki fraksiyon (sınıf) elde edilmektedir.

Tarla koşullarında çalışacak haşhaş hasat makinası haşhaş eleme sisteminin performans denemelerinin haşhaş tarımına olumlu katkıları beklenmektedir.

Bu çalışmada Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) destekli proje kapsamında üretilmiş prototip haşhaş hasat makinasının eleme sisteminin laboratuvar koşullarında, iki farklı elek salınım sistemi ile farklı elek eksantrik devir sayıları ve ivme değerleri için performans parametrelerinin (temizleme etkinliği, tohum ve kapsül kapasiteleri, haşhaş tohum ve kapsül safiyeti ve tohum kayıpları) belirlenmesi amaçlanmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Özgen (2019) haşhaş hasadının ekim alanına göre verimini incelemiştir. İncelemeler sonrasında Türkiye’de morfin üretimiyle ilgili araştırmalar yapmıştır. İncelemeler sonrası her bir bitki için kapsül veriminin ortalama 2,4-4,6 g, her bir bitki için tohum veriminin ortalama 2,7-4,3 g, kapsül veriminin ortalama 80-146 kg·da<sup>-1</sup>, tohum veriminin ortalama 80-148 kg·da<sup>-1</sup>, morfin veriminin ortalama 0,66-1,54 kg·da<sup>-1</sup>, noskapin veriminin ortalama 0,11-0,65 kg·da<sup>-1</sup> olduğunun sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca bin tohum ağırlığının ortalama 0,24-0,64 g arasında olduğu sonucunu ortaya koymuştur.

İşler vd. (2005) haşhaş tarımı yapılan alanlardaki kapsül verimi hakkında incelemelerde bulunmuştur. Türkiye’de yıllara göre hasat ortalaması düşünüldüğünde dekarda yaklaşık 50-60 kg kapsül üretimi gerçekleştirildiğini gözlemlemiştir. Fakat modern tarım teknikleriyle uygulamalar sonrası ve sulu şartlarda 150 kg·da<sup>-1</sup>’a kadar haşhaş kapsülü alınabildiğini gözlemlenmiştir.

Kadıoğlu (2011) haşhaş tohum renginin ekim ve hasada etkilerini inceleyebilmek için araştırmalarda bulunmuştur. Yaptığı araştırmalar sonucunda el ile ekim yapılmasının tohumda renk karışımına ayrıca çimlenmede ve olgunluğa ulaşmada farklılığa gösterdiğini vurgulamıştır. Farklı renkteki ekimler sonucunda aynı arazideki haşhaş bitkilerinin farklı zamanlarda olgunlaşabildiğini gözlemlemiştir. Makineli ekimin ve tek renkli tohumun, çimlenmedeki ve olgunlaşmadaki başarıyı arttıracaklarını; ayrıca makine kullanımının, işçi tasarrufu sonucunda maliyetleri düşürdüğünü ortaya koymuştur. Araştırmacı ayrıca hasat gelirinin artırılması için haşhaş tohumlarına özel modern bir yağ imalathanesinin kurulması gerektiğini söylemiştir.

Koç vd. (2006) çalışmalarında Türkiye’deki alkaloid üretim hacminin büyük bir kısmının ihracata yönelik olduğunu belirtirken, diğer ülkelerle rekabet edebilmek için kaliteli fakat ucuz ürün elde etmenin gerekli olduğunu vurgulamışlardır. Bu amaç doğrultusunda haşhaş kapsülünün morfin değerlerine ilişkin çalışmalar yapmışlardır. Haşhaş renklerine ve türlerine göre ürün hatları kurarak morfin değerlerini kıyaslamışlardır. Yaptıkları çalışma sonrasında haşhaş türlerine göre verdikleri tavsiyelerde, 35 no’lu sarı haşhaş hattı ile 23 no’lu beyaz haşhaş hattının ümit var genotiplerde olduğunu gözlemlemiştir. Farklı tohum renginde alternatifler sunmak, haşhaşın tohumunu da değerlendirmek açısından çiftçiye

kolaylık sağlayacağıın üzerinde durmuşlardır. Ayrıca haşhaş kapsülü morfin değerleri tespiti için yaptıkları çalışmalarda morfin için en yüksek oranı %0,84 ile 23 numaralı beyaz tohumlu hattın elde etmiş ve beyaz tohumlu Ankara-94 çeşidinden %0,53 morfin elde etmişlerdir. Yine 35 no'lu sarı tohumlu hattın %0,77 oranında morfin elde etmiş ve sarı tohumlu Afyon Kalesi-95'den %0,61, Ofis-96'dan %0,60 morfin elde etmişlerdir. Mavi tohum geçen hatlardan elde edilen en yüksek morfin oranı %0,68 ile 139 no'lu mavi hattın elde etmişlerdir. Mavi tohumlu Şuhut-94 çeşidinden ise %0,56 morfin elde etmişlerdir. Ayrıca morfin oranının yüksek olduğu çeşitlerin yetiştirilmesi gerektiği, modern yetiştirme tekniklerinin uygulanması gerektiği, üretim giderlerinde tasarruf, üretimdeki ürün kayıplarının en düşük değerlere indirilmesi ve üreticilere eğitimler verilmesi gerektiği konusunda vurgulamalar yapmıştır.

İnan vd. (2016) tohum ve kapsül verimi bakımından, yerel çeşide ek olarak TMO 3, Afyon 95 ve Ofis 3 çeşitlerinin yüksek morfin değerleri sebebiyle kışlık haşhaş ekimlerinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Ayrıca incelemeleri sonrası bu çeşitlerin Denizli ilinde ekiminin yapılabileceği konusunda tavsiyelerde bulunmuşlardır. Haşhaş kapsülünün morfin değerlerinin kullanılan genotipler, iklim şartları ve uygulanan kültürel işlemlere göre farklılıklar gösterebileceğini de çalışmalarında belirtmişlerdir.

Abudak (2014) haşhaş yağ oranı ile morfin değerleri üzerine çalışmalar yapmıştır. Haşhaş çeşitlerinin benzerlik göstermeyen yağ oranı ile morfin değerlerine göre yaptığı araştırmalarda yağ oranı ve morfin oranı kalitesi bakımından farklılık gösteren bir haşhaş çeşidinin bulunmadığı yağ oranıyla morfin oranının ters orantılı olarak değişim gösterdiği sonucuna varmıştır.

Yönak vd. (1962) eleklerin elek mekaniği ile danelerin çeşitli özelliklerine göre ayırma işlemlerini incelemişlerdir. Çalışan eleme sistemlerini inceleyerek, bu sistemlerin eleme işlemi için sahip olmaları gereken belirli değerleri ortaya koymuşlardır.

Erdurmuş (1990) hasat olgunluğuna gelmiş kapsüllerin sap ile birleşme noktasından kırılarak toplanması gerektiğini, tohumluk için kapsüllerden bıçakla kesilerek tohumlarının alındığını, ürünün geriye kalanının kapsül kırma makinasından geçirilerek veya tahta tokaçlar yardımı ile kırılarak alındığını belirtmiştir. Bu işlemler sırasında tozlanmaya meydan verilmemesi gerektiğini vurgulamıştır.

Atakişi (1991) haşhaş hasadının yapılma yöntemlerini incelediğinde hasat edilen mahsullerin temiz bir bez veya yer üzerinde kırılarak tohumların alındığını daha sonra tohumların kabuk kısımlarından kalbur kullanılarak temizlendiğini belirtmiştir. Kapsülleri



kıran ve tohumları ayıran karşılıklı döner valsli harman makinalarının da yapıldığını belirtmiştir.

Karaca (1996) Afyon yöresinde imalatı yapılan haşhaş kapsülü kırma ve ayırma makinasının yapısal ve işletme özelliklerinin belirlenmesine ve geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapmıştır. Bu amaçla kurduğu sistemde elek stroğu, ünite devri ve besleme ağzı kesit alanının özgül enerji tüketimi, temizleme etkinliği ve iş kapasitesi üzerine etkilerini gözlemlemiştir. Sonuç olarak  $270 \text{ min}^{-1}$  ünite devrinde ve 58 mm elek genliğinde 361 mm genişlikteki besleme ağzı kesit alanının uygunluğunu saptamıştır.

Büker (1987) haşhaş hasadının insan gücü ve tarım makinası ile yapılması arasındaki farkı zaman etüdü yaparak incelemiştir. Burada yaptığı çalışmada haşhaşın oldukça yüksek insan gücü isteyen bir tarım ürünü olduğunu gözlemlemiştir. Haşhaş tarımında bir dekar alan için 90,4 saat insan işgücüne ve 1,38 saat makine iş gücüne ihtiyaç olduğu ifade edilmiştir. Haşhaş bitkisinin ekim, çapa, hasat ve harmanında kullanılan makine kullanımının insan işgücü ve zamandan büyük ölçüde tasarruf sağlanabileceğini ortaya koymuştur.

İncekara (1964) haşhaşta kapsül materyal ağırlıklarına ilişkin yaptığı çalışmasında bin dane ağırlığının 0,28 ve 0,61 g arasında değişiklik gösterdiğini, kapsül genişliği ile her bir kapsül için sahip olduğu tohum miktarı değerlendirildiğinde aralarında önemli bir oran olduğu sonucuna varmıştır.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Haşhaş Bitkisi

Üretim alanlarından toplanan yaklaşık bin adet Ofis-8 çeşidi haşhaş bitkisi topraktan sökülerek denemelerde kullanılmıştır (Resim 3.1).



Resim 3.1. Ortadan kesilmiş haşhaş kapsülü ve tohumları (Anonim, 2017)

Ofis 8 çeşidi haşhaş bitkisi; ortalama bitki uzunluğu 1150 mm, kapsül uzunluğu 38 mm, kapsül genişliği 41 mm, kapsül, püssüz, çiçek ve tohumların rengi beyaz, kışlık, kapsül verimliliği 121,2 kg·da<sup>-1</sup>, tohum verimliliği 128,0 kg·da<sup>-1</sup> ve morfin oranı %0,94 olan bir haşhaş çeşididir (Resim 3.2) (İnan, 2013).



Resim 3.2. Ofis-8 çeşidi haşhaş bitkisi

##### 3.1.2. Haşhaş Hasat Makinesi Prototipi

Laboratuvar denemelerinin gerçekleştirildiği haşhaş hasat makinası; tekerlek, bağlantı elemanları, biçme ünitesi, harmanlama ünitesi, iletim ünitesi (konveyör), eleme ünitesi ve güç aktarabilmek için çeşitli organlardan oluşan bir yapıya sahiptir (Resim 3.3).



Resim 3.3. Prototip haşhaş hasat makinası

Makine taşınması ana şasesi üzerinde bulunan 4 adet tekerlekle sağlanmaktadır. Dolap, biçilecek sapların bıçak ağzına yatırılmasını sağlamaktadır. Yatırılan haşhaş bitkisinin sapları parmaklı yaprak bıçaklı biçme düzeniyle biçilmektedir (Resim 3.4). Biçilen ürün iki kademeli (yatay ve eğimli) konveyör yardımıyla harmanlama ünitesine aktarılmaktadır. Harmanlama ünitesinde haşhaş kapsüllerinin tamamen parçalanmasını sağlamak için 300 mm çapında ve 900 mm uzunluğunda bir çift yivli merdaneli bulunmaktadır. Merdaneler üzerinde, kapsüllerin tutulmasını kolaylaştırmak için 45° eğimli 2,5 mm derinliğinde yivler bulunmaktadır. Harmanlama ünitesindeki kırıcı merdaneler arasında parçalanan ürünler eleme ünitesine aktarılmakta ve eleme sonucunda materyal; sap, kapsül, tohum ve toz olarak birbirinden ayrılmaktadır.



Resim 3.4. Dolap ve biçme ünitesi

### 3.1.3. Eleme Sistemi

Eleme sistemi sapından kesilmiş haşhaş bitkisinin harmanlama ünitesinde parçalanmasından sonra tohum, kapsül parçaları, sap ve toz olarak ayırmak için tasarlanmıştır. Sistem harmanlanmış haşhaş bitkisinin kapsül parçalarını kapsül haznesine, tohumları tohum haznesine iletmektedir. Tohum ve kapsül parçalarından ayrılan saplar sistemden dışarı atılmaktadır. Sistemin haşhaş hasat makinasına montajlanmış olarak genel görünüşü Resim 3.5'de verilmiştir.



Resim 3.5. Eleme sistemi

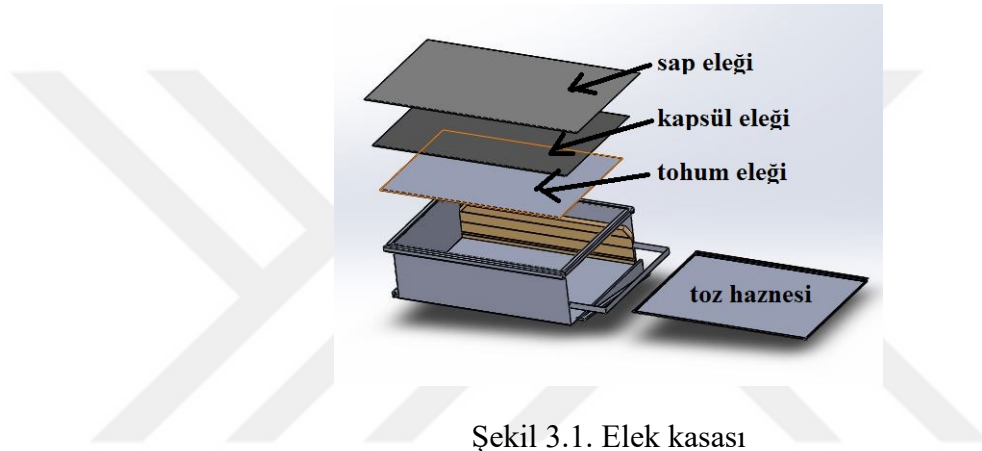
Karaca (1996) çalışmasında kullandığı haşhaş kapsülü kırma-ayırma makinasında yer alan ayırma sisteminde elek eğimini  $0^\circ$  ile  $3^\circ$  arasında, üst elek numarasını  $\phi 5$ , alt elek numarasını  $\phi 2$ , elek alanlarını  $0,54 \text{ m}^2$  olarak vermiştir. Geliştirilen prototip sistemde bu ölçülerden destek alınarak, ayrıca prototip haşhaş hasat makinası harmanlama ünitesinden gelecek materyal dağılımları da göz önünde bulundurularak ölçülendirme yapılmıştır.

Elek eğimindeki azalma temizleme performansının artmasına, eğimin artması ise eleme kapasitesinin yükselmesine neden olacaktır. Haşhaş hasat makinası prototipi ile yapılan ön denemelerde elek eğimi  $9^\circ$  olarak belirlenmiş ve denemelerde sabit tutulmuştur.

Eleme sistemi, alt alta yerleştirilmiş 3 farklı açıklığa sahip elekten oluşmaktadır. Sistem  $1200 \text{ mm}$  uzunluk,  $850 \text{ mm}$  genişlik ve  $400 \text{ mm}$  yüksekliğe sahip kasa şeklinde tasarlanmıştır. Sabit haşhaş harman makinalarında sadece boğumdan kırılmış kapsüller işlenirken, prototip makinada tarladan saplı ürün alınarak işlenmekte, dolayısıyla makinadaki ürün miktarı artmaktadır. Bu nedenle elek kasası yüzey alanı sabit makinalarinkine göre artırılmıştır.

Temizlik işlemi ve olası değişikliklere karşı demontajı kolaylaştırmak için elekler, elek kasasına kızaklar yardımıyla içerisine geçirmek suretiyle cıvatasız olarak bağlanmıştır.

Elek kasasındaki üst eleğin harmanlama ünitesinin hemen altındaki bölümü 5 mm çaplı deliklere sahip olup, daha sonraki bölümde delik çapları 27 mm'dir. Bu bölümde kapsül parçaları ve tohum 2 mm delik çapına sahip orta eleğe geçerken saplar elek üzerinde ilerleyerek tarlaya sevk edilmektedir. Kapsül parçaları orta eleğin üzerinde hareket ederek elek sonundaki çuvallama ünitesine, tohumlar ise 0,4 mm delik çapındaki alt elek üzerinden çuvallama yapılmaktadır. Karışımın içindeki parçalanma sırasında ortaya çıkan toz ise tohum eleğinin altında toz haznesinde toplanmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Elek kasası

Çuvallama işlemi için çuvallama ünitesi eklenmiştir. Bu işlem çuval ağzının bağlanabileceği dairesel olarak bükülmüş sac, ayrıca akışın fire vermeden sağlanacağı oluk şeklinde ve eğik olarak üretilmiş yolluklar ile sağlanmıştır (Resim 3.6).



Resim 3.6. Çuvallama ünitesi

Çuvallama ünitesinde tıkanmalara engel olmak için üst elek 3 kademeli olarak  $\phi 5$ ,  $\phi 27$  mm elek ve sonrası boşaltma sacıyla desteklenmiştir (Resim 3.7). Elekler genişlikleri 82 cm olarak  $\phi 27$  elek 148 cm uzunluk,  $\phi 5$  elek 135 cm uzunluk ve boşaltma sacı 125 cm uzunluk olarak tasarlanmıştır.



Resim 3.7. Üst elek yapısı

Elek ünitesi dört adet askı koluyla şase üzerine bağlanmıştır (Resim 3.8). Kuyruk milinden eksantrik mile aktarılan hareket merkezden merkeze uzaklığı 10 cm olan biyel koluyla mafsallı olarak elek ünitesine bağlanmıştır.



Resim 3.8. Elek ünitesi eksantrik mekanizması ve askı kolları

Sistemin tarla koşullarında çalışabilmesi için tahrik, traktör kuyruk miliyle verilmektedir. Kuyruk milinden alınan hareket kayış-kasnak düzeni yardımıyla elek kasasına bağlanmış eksantrik mekanizmasına iletilmektedir. Eleme sisteminde 50 mm salınım genliği sağlamak üzere eksantrik yarıçapı 25 mm olarak belirlenmiştir. Elek sistemi yatay salınım hareketi yapmaktadır. Eksantrik devir sayısı ve elek ivmesi kuyruk mili devir sayısı değiştirilerek ayarlanmıştır.

### 3.1.4. Traktör

Denemeler sırasında Türk-Fiat 80-66 traktör kullanılmıştır (Resim 3.9). Denemelerde kullanılan haşhaş hasat makinası organlarına ve elek eksantrik miline tahrik traktör kuyruk miliyle verilmiştir.



Resim 3.9. Denemelerde kullanılan traktör

### 3.1.5. Ölçüm Setleri

Denemelerde el dinamometresi, dijital kumpas, hassas terazi, mikrometre, devir ölçüm cihazı ve etüv kullanılarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

#### 3.1.5.1. Dijital Kumpas

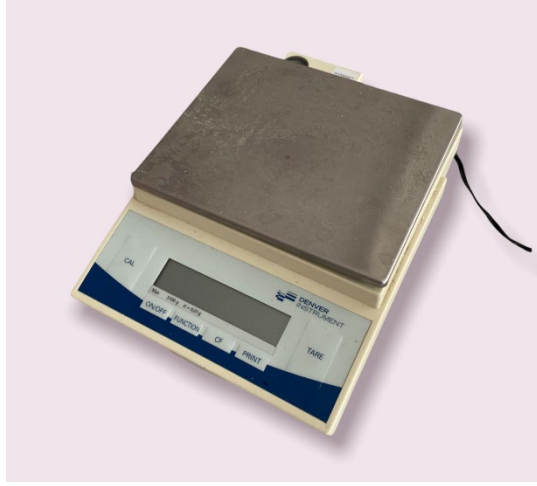
Haşhaş kapsül, sap ve boğum çapı gibi çaplarının ölçülmesi için 0,01 mm hassasiyetli ve 200 mm özellikli MITUTOYO marka dijital kumpas kullanılmıştır (Resim 3.10).



Resim 3.10. Dijital kumpas

#### 3.1.5.2. Hassas Terazi

Çalışmada haşhaş tohum, kapsül ve saplarının nem tayinini yapabilmek için ve tohum, kapsül kütlesi ölçümleri için 0,01 g hassasiyetinde ve 3100 g ölçüm kapasiteli Denver Instrument marka elektronik hassas teraziden yararlanılmıştır (Resim 3.11).



Resim 3.11. Hassas terazi

### 3.1.5.3. Mikrometre

Denemede haşaş kapsül kabuğunun kalınlıklarının ve tohum çaplarının ölülmesinde 0,001 mm hassasiyetli ve 0 ile 25 mm arası ölüm aralığı bulunan MITUTOYO 293-240 marka dijital mikrometre kullanılmıştır (Resim 3.12).



Resim 3.12. Dijital mikrometre

### 3.1.5.4. Dijital Devir ölüm Cihazı

Haşaş eleme makinasında bulunan elek eksantrik devir sayısının ölülmesinde LUTRON marka dijital devir ölüm cihazı kullanılmıştır (Resim 3.13, izelge 3.1).





Resim 3.13. Dijital devir ölçüm cihazı

Çizelge 3.1. Dijital devir ölçüm cihazı teknik özellikleri

<b>Kullanım yeri</b>	Devir ölçümleri, yüzey hızı ölçümleri
<b>Ölçüm aralığı (temassız)</b>	5 ile 100000 min <sup>-1</sup>
<b>Ölçüm aralığı (temaslı)</b>	0,5 ile 19999 min <sup>-1</sup>
<b>Ölçüm hassasiyet</b>	%0,05
<b>Yüzey hızı</b>	m·min <sup>-1</sup>

### 3.1.5.5. Etüv

Denemelerde kullanılan haşhaş bitkilerinin tohum, kapsül ve sap kısımlarındaki nem oranının tayini için Memmert-UNB500 marka etüv kullanılmıştır (Resim 3.14). Etüvün teknik bilgileri Çizelge 3.2’de verilmektedir.



Resim 3.14. Etüv

Çizelge 3.2. Denemede kullanılmış olan etüvün teknik bilgileri

<b>İç Hacim</b>	108 L
<b>Çalışma Sıcaklık Değerleri</b>	20-220 °C
<b>Göstergeler</b>	Dijital ve Mekanik Kontrollü
<b>İç, Dış Aksam Materyali</b>	Paslanmaz Çelik

### 3.1.5.6. Samsung Note Fan Edition Cep Telefonu

Deneme sırasında işlemlerin takibi, deneme sonuçlarına göre olumlu olumsuz değerlendirmeler ortaya koyabilmek ve tedbirlerini alabilmek adına tüm denemelerde cep telefonu kamerası (Samsung Note Fan Edition) kullanılmıştır (Resim 3.15). Kamera 30 fps ve 12 MP çözünürlüğe sahiptir.



Resim 3.15. Denemelerde kullanılan cep telefonu

### 3.1.6. Deneme Yeri

Denemeler, Alpler Ziraat Aletleri San. ve Tic. A.Ş. fabrikasında yürütülmüştür. Deneme yeri ve düzenek Resim 3.16’de gösterilmektedir.



Resim 3.16. Haşhaş eleme sistemi deneme düzeneği

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Haşhaş Materyallerinin Fiziksel Özelliklerine Ait Ölçümler

Her bir parametrenin belirlenebilmesi için ölçümlerde kullanılmak üzere, rastgele seçilen 100 adet bitki kullanılmıştır (Resim 3.17).



Resim 3.17. Haşhaş örnekleri

Bitki boyu, sap çapı, tohum çapı, kapsül ölçüleri (çap ve boy), kapsül miktarı (g), kabuk kalınlığı, kapsül, tohum ve sap nem içeriği ve kapsül indeksi değerleri belirlenmiştir.

Öncelikle seçilen yüz bitki için bitki boyları ölçülerek ortalamaları hesaplanmıştır (Resim 3.18).



Resim 3.18. Kapsül boyu ölçümü

Ayrıca kapsül çapı, boğum çapı ve kapsül boyu ile kapsül kütlesi ölçümleri gerçekleştirilmiş ve ortalamaları alınmıştır (Resim 3.19).



Resim 3.19. Kapsül boğum çapı ölçümü

Haşhaş materyallerinin nem içeriğinin belirlenmesi için temiz haşhaş tohum, kapsül ve sap numunelerinden bir ölçek yardımıyla tohum için ortalama 7 g, kapsül için ortalama 13 g ve sap için ortalama 21 g olarak alınan üçer örnek 105 °C sıcaklığa sahip etüv içerisinde 24 saat tutulmuştur. Daha sonra tekrar tartım işlemi yapılan örneklerin kuru ağırlıkları belirlenerek ve aşağıdaki nem eşitliği yardımıyla kuru baza göre nem içerikleri belirlenmiştir. Kapsül, tohum ve saptaki nem içeriğinin oransal olarak belirlenebilmesi için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Alayunt, 2000).

$$Nem(\%) = \frac{W_0 - W}{W} \cdot 100$$

$W_0$  : Yaş ürün ağırlığı (g),

$W$  : Kuru ürün ağırlığı (g).

Kapsül indeksinin belirlenmesinde ise aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Alayunt, 2000).

$$\text{Kapsül İndeksi} = \frac{\text{Kapsül Boyu (mm)}}{\text{Kapsül Çapı (mm)}}$$

### 3.2.2. Haşhaş Tohumlarının Başlangıçtaki Safiyetinin Belirlenmesi

Yaklaşık 20 cm sapından biçilmiş ve ortalama 65 g ağırlığında olan dokuz numune alınmış, haşhaş tohumu ile yabancı materyaller (sap, kapsül) elle ayrılarak başlangıçtaki safiyet aşağıdaki eşitlik yardımıyla belirlenmiştir.

$$\eta_b = \frac{U_h}{U} \cdot 100$$

$\eta_b$  : Başlangıçtaki safiyet (%),

$U_h$  : Ayıklanan haşhaş tohumunun ağırlığı (g),

$U$  : Toplam materyal (tane ve yabancı materyal) ağırlığı (g).

### 3.2.3. Haşhaş Eleme Sistemi Çalışma Prensibi ve Sistemin Geliştirilmesi

Haşhaş tohumunun ve kapsüllerin yabancı materyallerden ayırma işlemleri için öncelikle elek sisteminin devir ve genlik ayarlamaları yapılmıştır. Ayarlamalar sonrası traktör kuyruk milinden alınan tahrikle haşhaş hasat makinası harmanlama ünitesi ve elek kasasına hareket verilmiştir.

İri ve orta ölçüdeki tohumlar (baklagiller, tahıl vb.) için ivme 16-18 m·s<sup>-2</sup>, küçük tohumlar için ivme 10-13 m·s<sup>-2</sup> olarak bazı tohumların elekler yardımıyla ayırma işlemi için gereken en yüksek değerler olduğu belirtilmiştir. Krankın devir sayısına bağlı olarak hesaplanabilecek en büyük ivme değerinin hesaplanmasında aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır (Yağcıoğlu, 1996).

$$J = \omega^2 \cdot r = \left(\frac{\pi \cdot n}{30}\right)^2 \cdot r$$

$J$  : Elek ivmesi (m·s<sup>-2</sup>),

$\omega$ : Açısal hız ( $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ),

$r$ : Eksantrik yarıçapı (m),

$n$ : Eksantrik devir sayısı ( $\text{min}^{-1}$ ).

Bu bilgiler ışığında bu çalışmada eleme sistemi ivmesi için en büyük değer  $17,14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$  olarak kabul edilmiştir. 50 mm genlikle 150, 200, 250  $\text{min}^{-1}$  devirlerinde tohum eleme işlemi üç tekerrürlü olarak yapılmıştır (Çizelge 3.3). Denemelerde yaklaşık 20 cm uzunluğunda sapından biçilmiş ortalama 20 adet haşhaş bitkisi harmanlama ünitesine eşit sürelerde manuel olarak verilmiştir.

Çizelge 3.3. Elek sisteminin çalışma parametreleri

İşlem No	Eksantrik Devir Sayısı ( $\text{min}^{-1}$ )	İvme ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$ )
1	150	6,17
2	200	10,97
3	250	17,14

Karışım halindeki ürünlerin eleme işlemi için karışımdaki materyallerin elek üzerinde hareket edebiliyor olması gerekmektedir. Elek üzerindeki tane hareketleri elek eğimi, yerçekimi kuvveti, elek titreşimi ve dane sürtünme kuvvetine bağlıdır. Eleklerde ayırma işlemi en uygun kinematik rejimde çalışıldığı takdirde maksimum düzeye ulaştırabilmektedir. Bu sebeple elek titreşim hareketinin ivmesi büyük önem taşır. Çeşitli tohumları ayırma ve temizleme işlemlerinde en iyi sonucu veren en büyük ivme değeri için bazı eşitlikler yardımıyla krank devir sayısı veya krank yarıçapı belirlenebilmektedir.

Kanafojski ve Karwowski (1976) bazı biçerdöverlerde bulunan alt ve üst eleklerin farklı genliklerde çalışabildiğini belirtmişlerdir. Üst eleğe gelen materyalin alt elekten daha fazla olması sebebiyle üst eleğin genliğinin alt eleğin genliğinden fazla olması gerektiğini, neticede temizleme etkinliğinin bu şekilde artırabileceğini belirtmişlerdir. Genellemek gerekirse üst elek genliğinin 60 mm, alt elek genliğinin 30-40 mm ve eksantrik devrinin ise 200-300  $\text{min}^{-1}$  arasında olması gerektiğini vurgulamışlardır.

Elek sisteminin performansının (temizleme etkinliği, temizleme kaybı ve tohum safiyeti) belirlenmesi amacıyla kapsül eleği altına inen materyal içerisinde bulunan haşhaş tohumu yabancı maddeler elle ayıklanarak tartılmıştır. Aynı işlemler kapsül eleği üstünde kalan materyal için de gerçekleştirilmiştir. Bu işlemler sap eleği ve tohum eleği içinde

tekrarlanmış, çuvallama ünitesindeki tüm ürünler için ayırmalar gerçekleştirilmiştir. Ayırma işlemi öncesi çuvallama numuneleri aşağıda gösterilmiştir (Resim 3.20).



Resim 3.20. Sap, kapsül ve tohum olarak ayrılmış hazne numuneleri

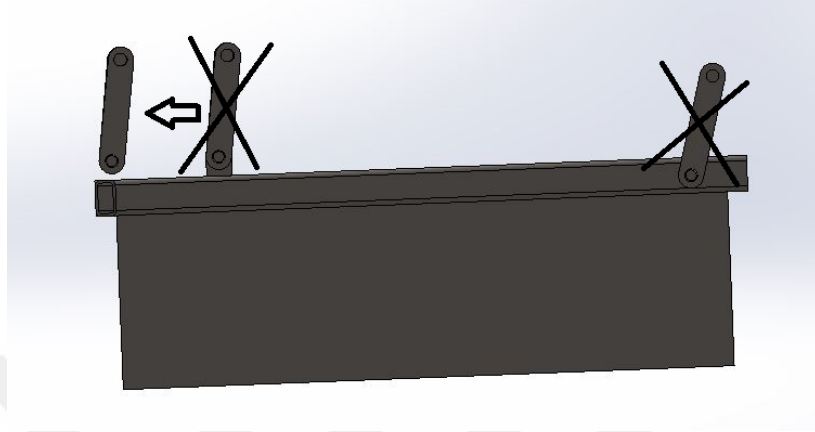
Haşhaş eleme sisteminin ana hatlarının profil işçiliği ve montajı Alpler Ziraat Aletleri San. ve Tic. A.Ş. fabrikasında gerçekleştirilmiştir. Revizyon tasarım ve imalat aşaması TÜBİTAK tarafından 2150423 numaralı "Kombine Haşhaş Hasat Makinası Prototipinin Geliştirilmesi" isimli proje ile birlikte yürütülmüştür.

Mevcut elek sistemi ile yapılan ön denemeler sonucunda elek üzerindeki materyallerin hareketindeki sürekliliğin düzgün olmadığı ve elek üzerinde yığılmaların meydana geldiği gözlenmiştir. Bu sorunun giderilmesine yönelik olarak elek sisteminde revizyon yapılması söz konusu olmuştur. Bu aşamada dört adet olan elek askı kollarının sayısı, eksantrik düzenin bulunduğu taraftaki iki adet askı kolu iptal edilerek ikiye düşürülmüştür. Ayrıca eksantrik düzenden elek kasasına hareketin aktarılması amacıyla 30 cm uzunluğunda profilden üretilmiş bir biyel kolu elek kasasına sabit olarak bağlanmıştır (Resim 3.21).



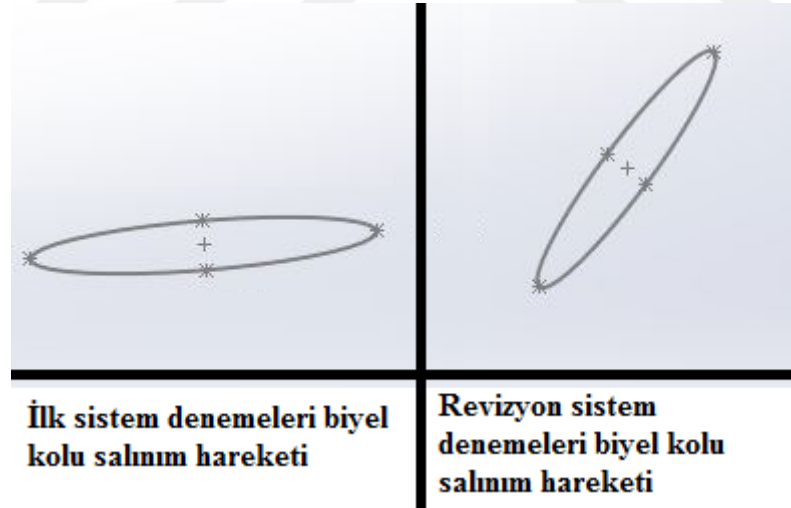
Resim 3.21. Eksantrik mekanizması revizyonu

Ayrıca üst elek boşaltma sacı kısmında sap yığılmalarını engellemek amacıyla elek eğimi değiştirilmeden ön askı kolları elek uç kısmına alınmış ve kasa hareketi eksantrik hareket merkezinin içerisinde kalarak sap atılma alanındaki yığılmalar engellenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Askı kolu revizyonu

Yapılan geliştirme çalışmaları sonucunda eksantrik düzen biyel kolunun hareket yörüngesinde değişiklik oluşmuştur (Şekil 3.3). İlk sistemde yatay salınım gösteren elek sistemi geliştirilmiş sistemde dikey salınım hareketi göstermiştir.



Şekil 3.3. Biyel kolu salınım hareketleri

Revizyon sonrası yine kuyruk milinden alınan tahrikle haşhaş hasat makinası besleme ünitesi ve elek kasasına hareket verilmiştir. 50 mm genlikle ve 100, 175, 200 ve 250 min<sup>-1</sup> devirlerinde tohum eleme işlemi üç tekerrürlü olarak yapılmıştır (Çizelge 3.4). Bu denemelerde de yaklaşık 20 cm uzunluğunda sapından biçilmiş ortalama 20 adet haşhaş bitkisinin harmanlama ünitesine eşit sürelerde manuel olarak verilmiştir.



Çizelge 3.4. Geliştirilen elek sisteminin çalışma parametreleri

İşlem No	Eksantrik Devir Sayısı (min <sup>-1</sup> )	İvme (m·s <sup>-2</sup> )
1	100	2,74
2	175	8,4
3	200	10,97
4	250	17,14

### 3.2.4. Eleme Sisteminin Performansı

Haşhaş eleme sisteminin denemeleri iki aşamalı olarak gerçekleştirilerek yenileme öncesi ve sonrası performanslar değerlendirilmiştir.

Çalışmada eleme sistemi için performans değerleri aşağıdaki gibidir.

- Temizleme etkinliği,
- Tohum ve kapsül kapasitesinin belirlenmesi,
- Haşhaş tohum ve kapsül safiyetinin belirlenmesi,
- Toz haznesi temizlik oranı,
- Kapsül haznesi temizlik oranı,

Denemelerde eleme sisteminin temizleme etkinliği (%), kapsül parçaları içindeki tohum oranı ile tohum fire parametreleri belirlenmiştir. Bu işlemler için denemeler sonrası çuvallama ünitesinden alınan yaklaşık 200'er g tohum, kapsül, sap numunesi ve yaklaşık 10 g toz numunesi el ile ayırma işlemi ile ayrılarak tartılmıştır.

Sistemin temizleme etkinliği aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Karaca, 1996).

$$T_e = \frac{Q_{tt}}{Q_{tt} + Q_{tk} + Q_{tz}} \cdot 100$$

$T_e$  : Temizleme etkinliği (%)

$Q_{tt}$  : Tohum haznesinden elde edilen temiz tohum miktarı (kg)

$Q_{tk}$  : Kapsül haznesinden elde edilen tohum miktarıdır (kg)

$Q_{tz}$  : Toz haznesinden elde edilen tohum miktarı (kg)

Eleme sisteminden elde edilen tohumun safiyeti aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\mu_t = \frac{Q_{tt}}{Q_{mt}} \cdot 100$$

$\mu_t$  : Tohum safiyeti (%)

$Q_{mt}$  : Tohum haznesinden elde edilen toplam materyal miktarı (kg)

Eleme sisteminden elde edilen kapsülün safiyeti aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır. Kapsül safiyetindeki kayıp, sap haznesindeki kapsül materyali, toz ve tohum haznesindeki ufalanmış kapsül parçacıklarından görsel olarak incelenmiştir.

$$\mu_k = \frac{Q_{kk}}{Q_{mk}} \cdot 100$$

$\mu_k$  : Kapsül safiyeti (%)

$Q_{kk}$  : Kapsül haznesi temiz kapsül miktarı (kg)

$Q_{mk}$  : Kapsül haznesinden elde edilen toplam materyal miktarı (kg)

Denemelerde oluşan toz içerisindeki tohumu tespit için toz haznesinden alınan numuneden tohum ayrılarak tartılmış ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla tozdaki tohum oranı hesaplanmıştır (Karaca, 1996). Ayırma öncesi toz haznesi numune görseli aşağıda verilmiştir (Resim 3.22).



Resim 3.22. Toz haznesi numunesi

$$TzThO = \frac{Q_{tz}}{Q} \cdot 100$$

$TzThO$  : Toz haznesi temizleme kaybı (%)

$Q$  : Toplam tohum miktarı (kg) ( $Q=Q_{tt}+Q_{tk}+Q_{tz}$ )

Kapsül haznesinden belirli sürelerde alınan analiz örnekleri içindeki tohum ayrılarak tartılmış ve aşağıdaki eşitlik yardımıyla kapsül haznesindeki tohum oranı hesaplanmıştır. Ayırma öncesi kapsül haznesi numune görseli aşağıda verilmiştir (Resim 3.23).



Resim 3.23. Ayırılmış kapsül haznesi numuneleri

$$KThO = \frac{Qtk}{Q} \cdot 100$$

$KThO$  : Kapsül haznesi temizleme kaybı (%)

Eleme sisteminin tohum kapasitesinin belirlenebilmesi için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır. Ayırma öncesi tohum haznesi numunesi aşağıda gösterilmiştir (Resim 3.24).



Resim 3.24. Tohum haznesi numunesi

$$Kt = \frac{Qtt}{bt}$$

$Kt$  : Tohum kapasitesi ( $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ )

$bt$  : Besleme süresi (h)

Eleme sisteminin kapsül kapasitesinin belirlenebilmesi için aşağıdaki eşitlikten yararlanılmıştır.

$$Kk = \frac{Qkk}{bt}$$

$Kk$  : Kapsül kapasitesi ( $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ )



## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1. Haşhaş Kapsüllerinin Fiziksel Özellikleri Üzerine Bulgular

Haşhaş tohumlarının, kapsüllerinin, sapların ve tüm bitkinin kuru baza göre ortalama nem içeriği Çizelge 4.1’de sunulmuştur.

Çizelge 4.1. Haşhaş materyallerinin ortalama nem değerleri

	Kapsül Nem Oranı (%)	Tohum Nem Oranı (%)	Sap Nem Oranı (%)
<b>Ortalama</b>	12,3	6,7	11,4
<b>S. Sapma</b>	0,5774	0,57735	0,57735

Farklı boy uzunluklarına sahip 100 adet haşhaş bitkisinin; boğum çapı, kapsül çapı ve kapsül boyu daha öncesinde ölçülmüştür (Çizelge 4.2). Kullanılan haşhaş bitki ve kapsüllerimiz için ölçülen 4 unsura göre kapsül indeksleri hesaplanmıştır. Bu veriler ışığında haşhaş kapsül şeklinin oval olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2. Haşhaş kapsül ölçüleri

	Bitki Boyu (mm)	Boğum Çapı (mm)	Kapsül Çapı (mm)	Kapsül Boyu (mm)	Kapsül İndeksi (mm)
<b>Ortalama</b>	1010	9	300	41	14,1
<b>S. Sapma</b>	143,8	1,59	51,6	5,08	394,0

### 4.2. Haşhaş Tohumlarının Başlangıçtaki Safiyetine İlişkin Sonuçlar

Haşhaş tohumlarının başlangıç safiyeti %44,72±1,41 olarak belirlenmiştir.

### 4.3. Eleme Sisteminin Performansına İlişkin Bulgular

Elek sisteminin 50 mm genlikte 150, 200 ve 250 min<sup>-1</sup> devirlerde çalışma performansına ait veriler Çizelge 4.3’te yer almaktadır.

Temizleme etkinliği sonuçları incelendiğinde en yüksek değere %88,90 ile 200 min<sup>-1</sup> devirde ulaşılmıştır. Devir sayısının 250 min<sup>-1</sup> devire artırılması ile temizleme etkinliği değeri %59,75’e düşmüştür.

Tohum safiyetinin en yüksek değerini %95,21 ile 150 min<sup>-1</sup> devirde elde edilmiştir. Tohum safiyeti değerleri devir sayısı arttıkça azalmıştır.

Kapsül safiyetinde en yüksek değere %85,39 ile 200 min<sup>-1</sup> devirde ulaşılmıştır. Devir sayısının 250 min<sup>-1</sup> devire artırılması ile kapsül safiyeti değeri %61,04'e düşmüştür. Kapsül safiyetindeki azalma neticesinde sap haznesinde yoğun kapsül parçaları gözlemlenmiştir.

Toz haznesi temizleme kaybı sonuçları en yüksek %5,77 ile 150 min<sup>-1</sup> devirde, en düşük ise %3,24 ile 200 min<sup>-1</sup> devirde elde edilmiştir.

Kapsül haznesi temizleme kaybı sonuçları en yüksek %36,27 ile 250 min<sup>-1</sup> devirde, en düşük ise %7,86 ile 200 min<sup>-1</sup> devirde saptanmıştır.

Çizelge 4.3. Elek sisteminin çalışma performansı

Eksantrik Devir Sayısı		Temizleme Etkinliği (Te) (%)	Tohum Safiyeti ( $\mu$ t) (%)	Kapsül Safiyeti ( $\mu$ k) (%)	Toz Haznesi Temizleme Kaybı (TzThO) (%)	Kapsül Haznesi Temizleme Kaybı (KThO) (%)
150	Ortalama	83,40	95,21	77,47	5,77	10,83
	S. Sapma	0,872	1,205	1,694	4,225	1,141
200	Ortalama	88,90	92,09	85,39	3,24	7,86
	S. Sapma	5,01	2,353	4,92	3,652	4,898
250	Ortalama	59,75	87,97	61,04	3,98	36,27
	S. Sapma	27,1	4,687	21,33	2,147	22,296

Denemeler sonucunda 200 min<sup>-1</sup> devirde en ideal başarı elde edilmiştir. 250 min<sup>-1</sup> devir sonuçları değerlendirildiğinde temizleme etkinliği, tohum safiyeti ve kapsül safiyetinde büyük azalma ve kapsül haznesi temizleme kaybının ise aşırı derecede yükseldiği görülmüştür. Bunun sebebi olarak tohum haznesine iletilemeyen tohumların olduğu düşünülmektedir. Bu durum değerlendirildiğinde iki olasılık üzerinde durulmuştur. İlk olarak devrin yüksekliğiyle beraber kırılmış kapsül parçalarının içerisinde bulunan tohumların kapsül içerisinde kalarak elek sistemini ayırlamadan terk ettiği düşünülmektedir. İkinci olasılık olarak da eleme sistemine düşen haşhaş materyallerinin uygun parçalanmayı sergilememiş olmasıdır. Bu devir sayısında gerçekleştirilen denemelerde kapsül haznesindeki kapsül numunelerinin incelenmesinde yeterli oranda parçalanmamış kapsüllerin olduğu gözlemlenmiştir. Bu sorunun kırıcı ünitenin çalışma performansındaki olumsuzluklardan kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ayrıca eleme ünitesi ve harmanlama ünitesinin aynı kayış kasnak

sisteminden beslenmesi sebebiyle elek devrindeki değişimlerde harmanlama ünitesi kırıcı merdane devirleri de değişim göstermiştir.

Deneme sonuçlarına göre tohum ve kapsül kapasitesi sonuçların incelendiğinde en yüksek tohum kapasitesine 200 min<sup>-1</sup> devirde 105 kg·h<sup>-1</sup> olarak ulaşılmıştır (Çizelge 4.4). Ayrıca en yüksek kapsül kapasitesi de 250 min<sup>-1</sup> devirde 88,25 kg·h<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. 200 min<sup>-1</sup> devirde ulaşılan kapsül kapasitesi değeri de bu değer yakın (84,64 kg·h<sup>-1</sup>) bulunmuştur.

Kapasite performansı değerlendirildiğinde en iyi sonucun 200 min<sup>-1</sup> devirde elde edildiği söylenebilmektedir.

Çizelge 4.4. Tohum ve kapsül kapasitesi

Eksantrik Devir Sayısı		Tohum Kapasitesi (kg·h <sup>-1</sup> )	Kapsül Kapasitesi (kg·h <sup>-1</sup> )
150	Ortalama	92,73	69,05
	S. Sapma	12,159	9,160
200	Ortalama	<b>105,15</b>	84,64
	S. Sapma	13,745	14,41
250	Ortalama	93,65	<b>88,25</b>
	S. Sapma	33,78	10,955

Geliştirme çalışmaları sonrasında yapılan denemelerde elde edilen performans parametreleri Çizelge 4.5'te gösterilmiştir.

Temizleme etkinliği sonuçları incelendiğinde en yüksek değere %95,21 ile 100 min<sup>-1</sup> devirde, en düşük ise %68,16 ile 200 min<sup>-1</sup> devirde ulaşılmıştır.

Tohum safiyetinin en yüksek değeri %94,52 ile 250 min<sup>-1</sup> devirde elde edilmiştir. Tohum safiyetinin devir sayısının artışına bağlı olarak arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Kapsül safiyeti sonuçlarına en yüksek %89,65 ile 100 min<sup>-1</sup> devirde, en düşük ise %58,15 ile 200 min<sup>-1</sup> devirde ulaşılmıştır. Kapsül safiyetindeki azalma neticesinde sap haznesinde yoğun kapsül parçaları gözlemlenmiştir.

Toz haznesi temizleme kaybı ve kapsül haznesi temizleme kaybı sonuçları incelendiğinde en düşük değerler 100 min<sup>-1</sup> devirde sırasıyla %2,44 ve %2,35 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.5. Geliştirilmiş eleğin çalışma performansı

Eksantrik Devir Sayısı		Temizleme Etkinliği (Te) (%)	Tohum Safiyeti ( $\mu$ t) (%)	Kapsül Safiyeti ( $\mu$ k) (%)	Toz Haznesi Temizleme Kaybı (TzThO) (%)	Kapsül Haznesi Temizleme Kaybı (KThO) (%)
100	<b>Ortalama</b>	<b>95,21</b>	90,54	<b>89,65</b>	<b>2,44</b>	<b>2,35</b>
	<b>S. Sapma</b>	0,27	1,319	1,681	0,297	0,165
175	<b>Ortalama</b>	82,98	89,86	78,78	3,86	13,16
	<b>S. Sapma</b>	3,76	1,344	5,888	0,336	6,152
200	<b>Ortalama</b>	68,16	92,17	58,15	2,56	29,28
	<b>S. Sapma</b>	1,68	1,812	1,302	0,221	1,642
250	<b>Ortalama</b>	82,06	<b>94,52</b>	82,04	3,05	14,89
	<b>S. Sapma</b>	3,48	1,982	3,321	0,741	5,173

Geliştirme çalışmaları sonucunda gerçekleştirilen denemelerde temizleme etkinliği, kapsül safiyeti ve temizleme kaybı değerlerine göre en iyi sonuçlar 100 min<sup>-1</sup> devirde elde edilmiştir. Ancak denemeler sırasında 100 min<sup>-1</sup> devirde çalışmada üst elek üzerinde sap yığılmaları gözlemlenmiştir. Bu sebeple sap haznesine gönderilecek materyaller elek üzerinden atılamamıştır. 200 min<sup>-1</sup> devire ulaşıldığında yığılmalar tam anlamıyla engellenmiş fakat temizleme etkinliğinin çok düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun sebebi olarak yine tohum haznesine iletilmeyen tohumların olduğu düşünülmektedir. Geliştirme öncesi ve sonrası deneme sonuçlarının birlikte değerlendirilmesiyle oluşan olumsuzlukların kırıncı ünitenin çalışma performansındaki değişkenlikten kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ayrıca denemelerde besleme işleminin manuel olarak yapılmasının da sonuçları etkilediği düşünülmektedir.

Geliştirme çalışmaları sonrası gerçekleştirilen deneme sonuçlarına göre en yüksek tohum kapasitesi 200 min<sup>-1</sup> devirde 98,34 kg·h<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir (Çizelge 4.6). Ayrıca en yüksek kapsül kapasitesi de 100 min<sup>-1</sup> devirde 79,80 kg·h<sup>-1</sup> olarak elde edilmiştir. Kapsül kapasitesi değerleri devir sayısı arttıkça azalmıştır.

100 min<sup>-1</sup> devirdeki sap yığılmaları göz önüne alındığında tohum ve kapsül kapasite için 200 min<sup>-1</sup> devir tercihi yapılabileceği sonucuna varılmıştır.



Çizelge 4.6. Geliştirilmiş eleğin tohum ve kapsül kapasitesi

Eksantrik Devir Sayısı		Tohum Kapasitesi (kg·h <sup>-1</sup> )	Kapsül Kapasitesi (kg·h <sup>-1</sup> )
100	Ortalama	97,06	<b>79,80</b>
	S. Sapma	17,87	11,46
175	Ortalama	80,61	69,93
	S. Sapma	11,48	6,187
200	Ortalama	<b>98,34</b>	68,44
	S. Sapma	15,20	7,88
250	Ortalama	82,96	64,68
	S. Sapma	7,398	8,60

100 min<sup>-1</sup> devrindeki sap yığılmaları göz önüne alındığında tohum ve kapsül kapasite için 200 min<sup>-1</sup> devir tercihi yapılabileceği sonucuna varılmıştır.

Karaca (1996) besleme ağzı kesit alanının temizleme etkinliğine yönelik etkilerini incelemek üzerine çalışmalar yapmıştır. Çalışmada 270 min<sup>-1</sup> kırıcı ünite devri, 58 mm elek strokuna karşılık 361 mm'lik besleme ağzı kesit alanının en uygun çalışma durumu olduğunu belirlemiştir fakat çalışmanın sonucunda besleme ağzı kesit alanının temizleme etkinliği üzerine etkisinin önemsiz olduğunu ayrıca elek stroku artışının temizleme etkinliğini azalttığını vurgulamıştır.

Pasikatan vd. (1996) tasarladıkları çeltik temizleme ünitesinin kapasite, tohum safiyeti, tohum kaybı ve özgül enerji gibi parametrelerini incelemişler ve bu parametreler üzerinde besleme açıklığının (10, 15, 20 ve 25 mm), elek eğiminin (0-8<sup>0</sup>) ve eksantrik dönü hızının (360, 485, 606, 716 min<sup>-1</sup>) eleme performansına etkilerini değerlendirmişlerdir. Denemelerin sonucuna göre 25 mm besleme açıklığı ve 485, 606 min<sup>-1</sup> devirlerde en yüksek kapasite için 2,0-2,7 t·h<sup>-1</sup> ve en düşük tohum kaybı olan %0,1-%0,3 değerlerine ulaştıklarını belirtmişlerdir. Tohum safiyetini ise %97-98 olarak bildirmişlerdir. Eksantrik devir sayısının, performans kriterlerine önemli derecede etki ettiğini belirtmişlerdir. Bu çalışmamızda da eksantrik devir sayısının temizleme etkinliği ve ürün safiyetlerini önemli derecede etkilediği sonucuna varılmıştır.

Hacıyusufoğlu (2013) başarı kriterlerini ve basit maliyet unsurlarını dikkate alarak yaptığı haşhaş kapsülü kırma makinası üzerine değerlendirmelerinde, laboratuvar koşullarında geliştirilen ve denemeleri gerçekleştirilen haşhaş kapsül kırma sisteminin genel olarak başarıya ulaştığını belirtmiştir. Sistemin en önemli sakıncasının, haşhaş kapsüllerinin elle hasatta olduğu gibi boğum noktasından koparılmayıp, 5-6 cm'lik sap uzunluklarına sahip

olarak toplanması olduğunun üzerinde durmuştur. Kapsülde kalan sap uzunluklarının artmasıyla morfin oranlarının azalması, ayrıca sap uzunluğunun değişimine bağlı olarak alım fiyatının da değiştii Toprak Mahsulleri Ofisi'nin kapsül alım genelgesinde belirtilmiştir. Bu çalışmada da kırıcı üniteden eleme sistemine gelen haşhaş sap uzunluklarının fazla olması üst elekte tıkanmalara neden olmuştur. Denemelerin gerçekleştirildiği haşhaş hasat makinası eleme sisteminde bu tıkanmaların önlenmesi için ek bir düzeneğin kurulmasının faydalı olacağı düşünölmektedir.



## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, hasat ve harman işleminden sonra elde edilen haşhaş tohumu ve kapsülünün haşhaş hasat makinası eleme sistemi ile yabancı materyallerden ayrılmasının değerlendirmeleri üzerine çalışılmıştır. Bunun için mevcut eleme sistemi ve bu eleme sistemi üzerinde yapılan yapısal geliştirme çalışmaları sonucunda oluşturulan eleme sistemi ile denemeler gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerle temizleme etkinliği, tohum ve kapsül safiyeti, tohum ve kapsül kayıpları ile tohum ve kapsül kapasitesi parametreleri ortaya konulmuştur. Denemeler, elek sisteminin temizleme performans parametrelerinin belirlenebilmesi için farklı devir sayılarında gerçekleştirilmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır:

Genel olarak iki sistem en iyi performans parametrelerinin elde edildiği sonuçlara göre (ilk sistem için  $200 \text{ min}^{-1}$  devir ve geliştirilmiş sistem için  $100 \text{ min}^{-1}$  devire ilişkin) yorumlar aşağıda verilmektedir.

Geliştirme çalışmaları sonucunda temizleme etkinliği değerlerinde %88,90'dan %95,21'e artış görülmüştür. Ancak geliştirilmiş sistem için  $100 \text{ min}^{-1}$  devirde yürütülen denemelerde üst elek üzerinde sap yığılmaları görülmüştür.

Tohum safiyeti değerlerinde %92,09'dan %90,54'e düşük bir oranda azalma gerçekleşerek yakın sonuçlar elde edilmiştir.

Kapsül safiyeti değerleri %85,39'dan %89,65'e bir miktar yükselme göstermiştir. Geliştirilmiş sistem ile  $100 \text{ min}^{-1}$  devirde yürütülen çalışmada materyalin elek üzerinde kalış süresinin uzamasının bu değer artışına neden olduğu söylenebilir.

Toz haznesi temizleme kaybı değerlerinde %3,24'den %2,44'e, kapsül haznesi temizleme kaybı değerlerinde ise %7,86'dan %2,35'e azalma görülmüştür. Bu azalmanın gerekçesi olarak düşük devirde tohumun kapsülden ayrılması için daha uzun eleme süresinin olduğu ifade edilebilir.

Tohum ve kapsül kapasite değerlerinde ise sırasıyla  $105,15 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 'den  $97,06 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 'e ve  $84,64 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 'den  $79,80 \text{ kg}\cdot\text{h}^{-1}$ 'e azalma görülmüştür. Bu azalma üzerinde elek eksantrik devir sayısının etkili olduğu söylenebilir.

Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre aşağıdaki önerilerde bulunulabilir:

Tohum temizleme işlemlerinde eksantrik devir sayısı, genlik, besleme miktarı, besleme süresi, elek eğimi, sürtünme katsayısı harmanlama ve kırma başarısı gibi birçok faktör etkili olmaktadır. Özellikle kırıcı ünite çalışmadan bağımsız olarak gerçekleşen muhtemel değişimler deneme sonuçlarını büyük ölçekte etkilemiştir. Eleme ünitesi ve kırma ünitesinin aynı tahrik mekanizmasından beslenmesi sebebiyle eksantrik devir sayısı değişiklikleri, kırıcı ünite devrini de etkilemiştir. Bu çalışmada sadece eksantrik devir sayısı ve sistemde uygulanan tasarımsal değişiklikler ele alınmıştır. Performans sonuçları özellikle elek üzerine kırıcı ünitesi tarafından gelen materyallere göre şekilleneceği için yeni çalışmalarda kırıcı ünite ve elek ünitesi parametrelerinin beraber incelenmesinin faydalı olacağı düşünülmektedir. Ayrıca kırıcı ünite ve elek ünitesinin tahrik mekanizmaları ayrılarak iki sistem için de farklı devirlerde çalışmalar yapılmalıdır.

İlk denemelerde tohum safiyetinin devir sayısı arttıkça azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Fakat revizyon çalışması sonrası gerçekleştirilen deneme sonuçlarına göre devir sayısı arttıkça tohum safiyeti artmıştır. Bu durumun geliştirilen sistemde biyel kolu ve bağlantı değişikliklerinin bir sonucu olduğu görülmektedir. Sistem salınım hareketinin yatay hareketten dikey harekete çevrilmesiyle sürtünme katsayısı azalmış ve iki sistem için farklı değerlendirmeler yapılabilmiştir. İleride yapılacak çalışmalarda biyel kolu salınım hareketinin teorik hesaplamalarla bölgesel bir çalışma yapılarak elekler üzerindeki etkisinin incelenmesi önerilebilir.

Geliştirme sonrası  $100 \text{ min}^{-1}$  eksantrik devrinde meydana gelen yığılmaların önüne geçmek için yeni iyileştirmelerle veya ek bir düzenele çalışmalar desteklenebilir. Çünkü düşük elek eksantrik devirleri ile çalışma oluşacak titreşimleri de azaltacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abudak, M. (2014) *Farklı Renklerde Haşhaş (Papaver somniferum L.) Yağ Asidi Dağılımının ve Bazı Biyoaktif Bileşenlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma* Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Afyonkarahisar.
- Ajav, E. A., Adejumo, B. A. (2005). *Performance Evaluation of an Okra Thresher. Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*, 7: 1-8.
- Akyol, A. (2010) *Buğday ve Adi Fiğ Tohumlarının Karışımının Ayrılabilirliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alayunt, F. N. (2000) *Biyolojik Malzeme Bilgisi*. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Anonim, (2007). <https://www.vona-int.com/en/commitments/afyon-alkaloidleri-fabrikasi-temiz-ve-kontrollu-alanlar-afyonkarahisar-2007>, Afyonkarahisar [Erişim: 01/05/2018]
- Anonim, (2012). [https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/tutanak\\_g\\_sd.birlesim\\_baslangic?P4=21231&P5=H&PAGE1=1&PAGE2=28](https://www5.tbmm.gov.tr/develop/owa/tutanak_g_sd.birlesim_baslangic?P4=21231&P5=H&PAGE1=1&PAGE2=28) [Erişim: 17/10/2021]
- Anonim, (2017). <https://www.tarimdanhaber.com/endustri-ve-yem-bitkileri/hasas-uretiminde-siralama-degisti-h8365.html> [Erişim: 19/10/2017]
- Anonim, (2018a). <https://www.cnnturk.com/yasam/hasas-tarlalarinin-manzarasi-cok-begenildi?page=1> [Erişim: 17/10/2021]
- Anonim, (2018b). <https://www.fitekran.com/besin-degeri/hasas-tohumu/> [Erişim: 17/10/2021]
- Anonim, (2018c). <https://www.irtem.com.tr/irtem-universal/>, Tekirdağ [Erişim: 17/10/2021]
- Anonim, (2018d). <https://www.garahisarliyini.com/2018/06/04/iste-afyonun-meshur-hashasinin-hikayesi/> [Erişim: 17/10/2021]
- Anonim, (2018e). <https://www.aa.com.tr/tr/turkiye/hasas-kirimi-yapan-kadinlarin-zorlu-mesaisi/1207333>, Konya [Erişim: 17/10/2021]
- Anonim, (2020). <https://www.farmow.com/agriculture/hasas-bitkisi-ve-yetistiriciligi> [Erişim: 01.04.2021]
- Anonim, (2021a). <https://www.hashas.gen.tr/hashas-cicegi.html> [Erişim: 01/05/2018]
- Anonim, (2021b). [https://www.youtube.com/watch?v=ISPnN9fNYRU&ab\\_channel=TRACTORWEB.T](https://www.youtube.com/watch?v=ISPnN9fNYRU&ab_channel=TRACTORWEB.T) [Erişim: 01/05/2018]

- Anonim, (2021c). <https://firma.balikesir.com/urunaltarim/afyon-hashas-kirma-ve-ayiklama-makinasi-u3108.html>, Balıkesir/Kepsut [Erişim: 01/05/2018]
- Anonim, (2022a). <https://antiksikkelernumizmatik.com/konu/synnada-antik-kentisikkeleri.344/> [Erişim: 01/06/2022]
- Anonim, (2022b). <https://www.tmo.gov.tr/Upload/Document/hashastarimi.pdf> [Erişim: 01/06/2022]
- Atakişi, İ. K. (1991). *Yağ Bitkileri Yetiştirme ve Islahı*. Tekirdağ: Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları.
- Büker, M. (1987). *Afyon Yöresinde Haşhaşın Üretim Girdileri ve Maliyeti*. Eskişehir: T.C. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Eskişehir Araştırma Enstitüsü Yayınları.
- Çekim, İ. (2021) *Marul Tohumun Geometrik Ve Aerodinamik Özelliklerine Göre Ayrılabilirliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma* Yüksek Lisans Tezi Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Demir, S. (2017) *Haşhaş (Papaver somniferum L.) Tarım Alanlarının Yüksek Çözünürlüklü Uydu Verileri İle Belirlenebilirliği Üzerine Bir Araştırma* Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Erdurmuş, A. (1990). *Haşhaş*. Ankara: TMO Alkasan Yayınları.
- Eripek, S. (2002). *Tarla Bitkileri*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Evcim, H. Ü. (1991). *Ürün Temizleme ve Sınıflandırma Tekniği*. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Hacıyusufoğlu, A.F. (2003) *Haşhaş Ekim Yöntemlerinin İyileştirilme Olanaklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma* Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Hacıyusufoğlu, A.F. (2013) *Laboratuvar Koşullarından Haşhaş Kapsül Toplama Sisteminin Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma* Doktora Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- İlisulu, K. (1973). *Yağ Bitkileri ve Islahı*. İstanbul: Çağlayan Kitabevi.
- 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, Aydın.
- İnan, Ş., Kaynak, M. A., Küçükbatan, F. (2016). Tarla Bitkileri. *Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 25 (Özel sayı-2):296-300.
- İncekara, F. (1964). *Endüstri Bitkileri ve Islahı*. İzmir: E. Ü. Matbaası.
- İşler, N., Kolsarıcı, Ö., Gür, A., Başalma, D., Kaya, M. D. (2005). *Yağlı Tohumlu Bitkiler Üretimi*. Bursa.

- Kadioğlu, Y. (2011). Uşak'ta Haşhaş Tarımın Coğrafi Özellikleri. *Doğu Coğrafya Dergisi*. 18:166-186.
- Kanafojski, C., Karwowski, T. (1976). Crop-harvesting machines. *Agricultural Machines: Theory and Construction*. 2. cilt. Washington, D. C.
- Karaca, H. (1996) *Afyon Yöresinde Kullanılan Haşhaş Kapsülü Kırma-Ayırma Makinasının Bazı Yapısal Vev İşletme Özelliklerinin Belirlenmesi ve Geliştirilmesi Üzerine Bir Araştırma* Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kasap, E., Engürülü, B., Çiftçi, Ö., Kılınç, K. S., Gölbaşı, M. ve Akkurt, M. (1998). *Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makineleri*. Ankara: T.H.K. Basımevi işletmeciliği.
- Koç, H., Camcı, H., Kadioğlu, A., Gür, K. (2006). Seçilmiş bazı haşhaş hatlarının morfin oranları yönünden değerlendirilmesi üzerine bir araştırma. *Journal of Crop Research Bitkisel Araştırma Dergisi*. 1:31-35.
- Küçük, Y. (1996) *Türkiye'nin Çeşitli Yörelerinde Yetiştirilen Haşhaş Bitkilerinde Alkaloidlerin Ekstraksiyonu ve Ekstraksiyonların Susuz Ortamlarda Özelliklerinin İncelenmesi* Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Mutaf, E. (1961). *Tohum Temizleme ve Sınıflandırma Makinası*. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Matbaası.
- Németh, É. (1998). Raw Material Production: Cultivation of Poppy in The Temperate Zone. In: Bernáth J (ed.). *Poppy: The Genus Papaver*. Harwood Academic, Amsterdam, pp. 219-255.
- Önal, İ. (1995). *Ekim Bakım ve Gübreleme Makinaları*. No: 490, s.52-65. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Özgen, Y. (2019) *Morfin ve Noskapin Tipi Haşhaş (Papaver somniferum L.) Melerzlerinin F4 Ve F5 Kademelerinde Verim ve Bazı Argonomik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma* Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Pasikatan, M. C., Quick, G.R. (1996). A Review of Oscillating ScreenBlower Cleaners for Grains. *Philippine Engineering Journal* 16 (2):77-97.
- TMO, (2017). *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı*. Ankara: TMO Genel Müdürlüğü.
- TMO, (2019). *2018 Yılı Haşhaş Sektör Raporu*. Ankara: TMO Genel Müdürlüğü.
- TMO, (2020). *Haşhaş Raporu 2019*. Ankara: TMO Genel Müdürlüğü.
- Yağcıoğlu, A. (1996). Ürün İşleme Tekniği. *Tarım Makinaları Bölümü Ders Kitabı*. İzmir: Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Yönak, Y. (1962). *Taneli Ürünler Temizleme Cihazları*. Ankara: Resimli Posta Matbaası.

**T.C**  
**AYDIN ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**BİLİMSEL ETİK BEYANI**

“LABORATUVAR KOŞULLARINDA HAŞHAŞ TOHUMU ELEME SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ” başlıklı Yüksek Lisans tezimdaki bütün bilgileri etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiz atıf yaptığımı bildiririm. İfade ettiklerimin aksi ortaya çıktığında ise her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Muammer UÇKUN

... / ... / ...



## ÖZ GEÇMİŞ

**Soyadı, Adı** : Uçkun, Muammer

**Yabancı Dil** : İngilizce

### EĞİTİM

Derece	Kurum	Mezuniyet tarihi(Yıl)
<b>Y. Lisans</b>	Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü	
	Tarım Makinaları Anabilim Dalı	2022
<b>Lisans</b>	Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İmalat Mühendisliği	2015

### BURSLAR ve ÖDÜLLER:

2150423 Numaralı TÜBİTAK Projesi Bursiyeri

### İŞ DENEYİMİ

Yıl	Yer/Kurum	Unvan
2014-2015	HAUS	Kalite Personeli
2016-2017	TÜBİTAK	Bursiyer
2017-2018	ALPLER A.Ş.	Makine Mühendisi
2018-2019	OKT Trailer	Arge Mühendisi
2019-	Peksa Profil A.Ş.	Mekanik Bakım Şefi