

**ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
TARIM MAKİNALARI ANABİLİM DALI
2013-DR-007**

**LABORATUAR KOŞULLARINDA HAŞHAŞ KAPSÜL
TOPLAMA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ**

A. Fatih HACIYUSUFOĞLU

**Tez Danışmanı:
Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN**

AYDIN

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Tarım Makinaları Anabilim Dalı Doktora Programı öğrencisi A. Fatih HACİYUSUFOĞLU tarafından hazırlanan “Laboratuar Koşullarında Haşhaş Kapsül Toplama Sisteminin Geliştirilmesi” başlıklı tez, 27/06/2013 tarihinde yapılan savunma sonucunda aşağıda isimleri bulunan jüri üyelerince kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı Soyadı	Kurumu	İmzası
Başkan : Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN	ADÜ Ziraat F.
Üye : Prof. Dr. Adnan DEĞİRMENCİOĞLU	Ege Ü Ziraat F.
Üye : Prof. Dr. İbrahim YALÇIN	ADÜ Ziraat F.
Üye : Prof. Dr. Mustafa ÇETİN	ADÜ Ziraat F.
Üye : Yrd. Doç. Dr. Cihangir SAĞLAM	NKÜ Ziraat F.

Jüri üyeleri tarafından kabul edilen bu Doktora Tezi, Enstitü Yönetim Kurulunun Sayılı kararıyla .././2013 tarihinde onaylanmıştır.

Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN
Enstitü Müdürü

ADNAN MENDERES ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE
AYDIN

Bu tezde sunulan tüm bilgi ve sonuçların, bilimsel yöntemlerle yürütülen gerçek deney ve gözlemler çerçevesinde tarafımdan elde edildiğini, çalışmada bana ait olmayan tüm veri, düşünce, sonuç ve bilgilere bilimsel etik kuralların gereği olarak eksiksiz şekilde uygun atıf yaptığımı ve kaynak göstererek belirttiğimi beyan ederim.

...../...../2013

A. Fatih HACIYUSUFOĞLU

ÖZET

LABORATUAR KOŞULLARINDA HAŞHAŞ KAPSÜL TOPLAMA SİSTEMİNİN GELİŞTİRİLMESİ

A. Fatih HACIYUSUFOĞLU

Doktora Tezi, Tarım Makinaları Anabilim Dalı
Tez Danışmanı: Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN
2013, 120 sayfa

Bu çalışmada, laboratuvar koşullarında çalışan bir haşhaş kapsül toplama sisteminin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, sistemin tasarımı ve sonlu elemanlar yöntemine göre gerilme analizleri bilgisayar destekli tasarım programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Tasarım sonucunda imalatı gerçekleştirilen prototip sistemle, üç farklı ilerleme hızında (1, 1.5 ve 2 km/h), üç farklı tutucu tekerlek devir sayısında (70, 90 ve 110 min⁻¹) ve sabit yedirici helezonun devir sayısında (510 min⁻¹) laboratuvar denemeleri yapılmıştır. Denemeler sonucunda sağlam haşhaş kapsül oranları, sap uzunlukları ve depoya ulaşan haşhaş kapsül oranları gibi kriterlere göre prototip sistemin performansı belirlenmiştir. Elde edilen bulgulardan çalışma sınırları içerisinde 3 farklı çalışma kombinasyonu ortaya çıkmıştır. Bu kombinasyonlar içerisinde en iyi sonuçlar; 1 km/h ilerleme hızı ve 70 min⁻¹ tutucu tekerlek devrindeki depoya ulaşan haşhaş kapsül oranı (%98,08), 2 km/h ilerleme hızı ve 70 min⁻¹ tutucu tekerlek devrindeki sap uzunlukları (5.30 cm) ve 2 km/h ilerleme hızı ile 90 min⁻¹ tutucu tekerlek devrindeki sağlam haşhaş kapsül oranları (%99.35) optimum değerlerde elde edilmiş; kombinasyonlar uygulama maliyetleri ve iş başarısı yönünden karşılaştırılmıştır. Fire ve işçilik maliyetlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan analiz sonuçlarına göre; 2 km/h ilerleme hızı ile 90 min⁻¹ tutucu tekerlek devri koşullarında ve depoya ulaşmayan sağlam kapsüllerin toplanmasını içeren uygulama 25.09 TL/da ile en düşük değere sahip olmuştur. Laboratuvar deneme sonuçları, prototipi geliştirilen bu haşhaş kapsül toplama sisteminin tasarım, imalat ve performans açısından başarılı olduğunu göstermiştir. Tarla koşullarında çalışacak kapsül toplama makinası geliştirilmesine öncülük edecek olan prototip haşhaş toplama sisteminin haşhaş tarımına olumlu katkıları beklenmektedir.

Anahtar sözcükler: Haşhaş, Haşhaş Hasadı, Kapsül Toplama Sistemi

ABSTRACT**THE DEVELOPMENT OF A HARVEST SYSTEM FOR CAPSULES OF OPIUM UNDER LABORATUARY CONDITIONS**

A. Fatih HACIYUSUFOĞLU

Ph. D. Thesis, Department of Agricultural Machinery
Supervisor: Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN
2013, 120 sayfa

In this study, it is aimed to develop the system of harvesting opium capsule. For this aim, tension analyses have been done through the method of Finite Elements using the computer based design program. With the prototype system whose production was put into action at the end of the design, the laboratory experiments have been done on three different travel speed (1, 1.5 and 2 km/h), three different retainer wheel speed number (70, 90 and 110 min⁻¹) and single feeder helix speed (510

min⁻¹). According to the criteria of full opium capsule rates, the length of opium stalk and the rates of opium which have been put to depot the performance have been determined. Within the working limits, three different working combinations have turned out with the findings obtained. As a result, at the travel speed of 1 km/h, the rate of opium capsule reaching the depot in 70 min⁻¹ retainer wheel cycle (%98.08) and at the travel speed of 2 km/h, the length of opium stalk in 70 min⁻¹ retainer wheel cycle (5.30 cm) and also at the travel speed of 2 km/h and 90 min⁻¹ retainer wheel cycle, the rate of undamaged opium capsule (%99.35) have been obtained. Then combinations have been compared in terms of cost and machine performance. According to the results of experiment analysis which have done to determine worker cost and wastage rate; the practice with which 2 km/h travel speed and 90 min⁻¹ retainer wheel cycle and also contains picking up the full capsules that are fall down to out of depot, has the lowest cost with 25.09 TL/da in the name of total wastage and worker cost. It is expected that the prototype opium harvesting system, which will pioneer in the development of capsule picking machine designed to work in fields, will contribute greatly to opium agriculture.

Key words: Opium, Opium Harvesting, Capsule Harvesting System

ÖNSÖZ

Bu doktora çalışması, Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından ZRF-11020 kodu ile proje olarak desteklenmiştir.

Bu doktora çalışmasının, en başından sonuna kadar bilimsel ve manevi yardımlarını esirgemeyen tez danışmanı ve BAP proje yürütücüsü kıymetli hocam Sayın Prof. Dr. Cengiz ÖZARSLAN'a, makinanın imalatında bilgi birikimi ve kurum imkânlarını sunan Alpler Ziraat Aletleri A.Ş.'ye ve yönetim kurulu üyesi Sayın Mümtaz ÖZALP başta olmak üzere emeği geçen ustabaşı Hamit Salcı'ya ve tüm personeline, Polat Makine, Keskin Torna Atölyesi (Günday Keskin)'e, makinanın geliştirilmesinde yardımlarını ve desteğini gösteren Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanlığına, ADÜZF Araştırma ve Uygulama Çiftliği personeline, atölye kaynak ustası Mustafa Koç'a, elektrik teknikeri Güven Sığırcı'ya, Tarım Makinaları Bölümündeki Araş. Gör. arkadaşlarım Erkan Şimşek, Taner Akbaş, Necmiye Apaydın Üçer ve Türker Saraçoğlu'na, TMO Genel Müdürlüğü'ne, TMO Bolvadin Afyon Alkaloidleri Fabrikası'nda görev yapan Ziraat Mühendisi Fatih LEBLEBİCİ'ye ve Fabrika personeline, istatistiksel analizlerde yardım ve destekleri için Prof. Dr. Kadir KIZILKAYA ve Araş. Gör. Altuğ ÖZDEN'e, bilgisayarlı destekli tasarım ve analiz konularında bilgi birikimini paylaşan Koçarlı MYO'dan Öğr. Gör. Barış KAYHAN'a ve bugüne gelmemde sabırla, maddi ve manevi desteklerini doktora çalışmam boyunca esirgemeyen eşim, kızım, annem ve babama teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI.....	iii
BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI	v
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ix
ÖNSÖZ	xi
SİMGELER DİZİNİ.....	xvii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xxiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	28
3. MATERYAL VE YÖNTEM	33
3.1. Materyal	33
3.1.1. Haşhaş Bitkisi.....	33
3.1.2. Toplama Sistemi.....	34
3.1.2.1. Elektrik motoru	35
3.1.2.2. İnvörtör.....	36
3.1.3. Tarla Simülatörü.....	37
3.1.4. Kumanda Kontrol Ünitesi	38
3.1.5. Ölçüm Setleri	39
3.1.5.1. Devir ölçüm cihazı	39
3.1.5.2. Dijital kumpas	40
3.1.5.3. El dinamometresi.....	40
3.1.5.4. Hassas terazi.....	41
3.1.5.5. Mikrometre.....	42
3.1.5.6. Etüv	42

3.1.5.7. Kamera	43
3.1.6. Deneme Yeri.....	44
3.2. Yöntem	45
3.2.1. Haşhaş Kapsüllerinin Fizikomekanik Değerlerine Ait Ölçümler.....	45
3.2.2. Prototip Haşhaş Kapsül Toplama Sisteminin Tasarım Ve İmalatı	46
3.2.2.1. Tasarım I.....	49
3.2.2.2. Tasarım II	53
3.2.2.3. Tasarım III	56
3.2.2.4. Tasarım IV.....	58
3.2.2.5. Tasarım V	61
3.2.2.6. Tasarım VI.....	64
3.2.2.7. Tasarım VII	68
3.2.3. Toplama Sisteminin Mekanik ve Mukavemet Hesapları.....	72
3.2.4. Laboratuar Denemeleri.....	77
3.2.4.1. Sağlam ve kırılan haşhaş kapsüllerinin sayımı	79
3.2.4.2. Sap uzunluklarının ölçülmesi	80
3.2.4.3. Depoya yönlendirilen haşhaş kapsüllerinin sayımı	80
3.2.4.4. Sap uzunluklarının morfin değerlerine ve kalitesine etkisi	81
3.2.5. Başarı Kriterleri.....	81
3.2.6. İstatiksel Analizler.....	82
4. BULGULAR	84
4.1. Haşhaş Kapsüllerine Ait Fizikomekanik Özellikleri Üzerine Bulgular	84
4.2. Prototip Haşhaş Kapsül Toplama Sistemine İlişkin Bulgular	85
4.2.1. Prototip Sistemin Mekanik İlişkin Bulgular	85
4.2.2. Toplama Sisteminin Mukavemetine İlişkin Bulgular.....	89
4.3. Laboratuar Denemelerine İlişkin Bulgular	93

4.3.1. Tasarım VI'nin Laboratuvar Deneme Sonuçları	93
4.3.1.1. Sağlam Haşhaş Kapsülleri Oranı (Başarı 1).....	93
4.3.1.2. Sap Uzunlukları (Başarı 2).....	95
4.3.1.3. Depoya Ulaşan Haşhaş Kapsül Oranı (Başarı 3).....	97
4.3.2. Tasarım VII'nin Laboratuvar Deneme Sonuçları.....	99
4.3.2.1. Sağlam Haşhaş Kapsülleri Oranı (Başarı 1).....	101
4.3.2.2. Sap Uzunlukları (Başarı 2).....	103
4.3.2.3. Depoya Ulaşan Haşhaş Kapsül Oranı (Başarı 3).....	105
4.4. Sap Uzunlukları ve Morfin Değerleri Arasındaki İlişki	107
4.5. İstatistiksel Bulgular.....	107
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	110
6. KAYNAKLAR	116
ÖZGEÇMİŞ	120

SİMGELER DİZİNİ

D	: Mil çapı
D_Y	: Yedirici helezon mil çapı
d_{kg}	: Kamalı mil göbek çapı
d_{km}	: Kamalı mil çapı
d_{tb}	: Tutucu merdane büyük çapı
d_{tk}	: Tutucu merdane küçük çapı
E_k	: Emniyet katsayısı
i	: Transmisyon oranı
L_k	: Kama uzunluğu
L_m	: Milin uzunluğu
L_t	: Tutucu merdane uzunluğu
M_d	: Eğilme momenti
m_k	: Saplı boş kapsül kütlesi
m_{sk}	: Sapsız boş kapsül kütlesi
N	: Kullanılan güce ait en küçük dönme devri
N_h	: Mile iletilecek güç
n	: Dişli devir sayıları
n_{ct}	: Dönme kritik hızı
W	: Kuru ürün ağırlığı
W_o	: Yaş ürün ağırlığı
X_K	: Koniklik katsayısı
X_E	: Eğim katsayısı
Z	: Dişli sayıları

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Yıllara göre ülkemizde haşhaş ekim ve üretim alanları	6
Şekil 1.2. Türkiye’de haşhaş tarımına izin verilen iller	7
Şekil 1.3. Serpme ekim yöntemiyle ekilmiş haşhaş tarlası	14
Şekil 1.4. Mekanik tahıl mibzeri	15
Şekil 1.5. Kanola mibzeri	15
Şekil 1.6. Küçük taneli mekanik ekim makinesi	16
Şekil 1.7. Pnömatik tekdane ekim makinası	16
Şekil 1.8. Sıraya ekim yapılmış bir haşhaş tarlası	17
Şekil 1.9. Haşhaş bitkilerinin sıra aralarını kapatması	19
Şekil 1.10. Çiçeklenmiş haşhaş bitkileri	20
Şekil 1.11. Olgunlaşmamış haşhaş kapsülleri	21
Şekil 1.12. Hasat olgunluğuna ulaşmış haşhaş kapsülleri	22
Şekil 1.13. Hasat adaptörlü haşhaş toplama makinası	23
Şekil 1.14. Modifiye edilmiş haşhaş biçerdöveri	24
Şekil 1.15. Türkiye’de haşhaş hasadı	25
Şekil 1.16. Hindistan, Çin ve Afganistan’da hasat	25
Şekil 1.17. Afganistan’da kullanılan hasat aletleri	25
Şekil 1.18. Haşhaş kapsül kırma makinası	27
Şekil 3.1. Haşhaş bitkisinin kapsül, boğum ve sap kısmı	33
Şekil 3.2. Haşhaş kapsülünün iç kısmı ve haşhaş tohumu	34
Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan toplama sistemi	35
Şekil 3.4. Denemede kullanılan invertör	36
Şekil 3.5. Tarla simülatörünün konumu ve tahrik motoru	37
Şekil 3.6. Tarla simülatörü, bitkiler ve toplama sistemi	38
Şekil 3.7. Kapsül kesici testere ve sap kesici bıçağın kontrolü	38

Şekil 3.8. Lutron takometre cihazı ve temaslı ölçüm uçları	39
Şekil 3.9. Dijital kumpas	40
Şekil 3.10. Denemede kullanılan mekanik el dinamometresi	40
Şekil 3.11. Denemede kullanılan hassas terazi.....	41
Şekil 3.12. Denemede kullanılan dijital mikrometre	42
Şekil 3.13. Denemede kullanılan etüv	42
Şekil 3.14. Denemede kullanılan kamera	43
Şekil 3.15. Deneme yeri ve deneme düzeneği.....	44
Şekil 3.16. Tasarım I görünüşü.....	49
Şekil 3.17. Tutucu konik merdanelerin tahriki	50
Şekil 3.18. Kardan mili.....	50
Şekil 3.19. Tutucu ve koparıcı merdanelerin konumları	51
Şekil 3.20. Tasarım II Autocad çizimi.....	53
Şekil 3.21. Tutucu konik merdane.....	54
Şekil 3.22. Merdanelerin elektrik motoruna bağlantısı	54
Şekil 3.23. Toplama sistemi (Tasarım II) ve tarla simülatörü	55
Şekil 3.24. Kesici testerenin ve merdanelerin konumları	55
Şekil 3.25. Toplama sistemi (Tasarım II).....	56
Şekil 3.26. Tasarım III'e göre toplama düzeni	57
Şekil 3.27. Koparıcı sistem elemanının konumu	58
Şekil 3.28. Tutucu tekerleklerin konumu ve tahriki	59
Şekil 3.29. 180 mm çapındaki testere ve konumu	60
Şekil 3.30. Tasarım V'teki destek mili, yöneltici merdane ve yöneltici plakalar.....	61
Şekil 3.31. Tutucu tekerlekler	62
Şekil 3.32. Toplama sisteminin genel görünüşü.....	63
Şekil 3.33. Genel görünüşü ve parçaları (Tasarım VI).....	65

Şekil 3.34. Kapsül kesici testere ve helezonun konumu	65
Şekil 3.35. Haşhaş sap kesici bıçak ve kapsül kesici testere	66
Şekil 3.36. Haşhaş sap kesici bıçağın tutucu tekerleğe göre konumu	66
Şekil 3.37. Tutucu tekerleklerdeki yöneltici çubuklar	67
Şekil 3.38. Yedirici helezon	68
Şekil 3.39. Yedirici helezonun makinadaki konumu	68
Şekil 3.40. Üst yöneltici çubuklar	69
Şekil 3.41. Üst yöneltici çubukların makinadaki konumu	69
Şekil 3.42. Sistemin üstten görünüşü	70
Şekil 3.43. Sistemin perspektif görünüşü.....	70
Şekil 3.44. Tarla simülatörü ve toplama sisteminin konumu	71
Şekil 3.45. Ana çatı ağ (mesh) görüntüsü	74
Şekil 3.46. Bitkilerin tarla simülatörüne yerleştirilmesi.....	77
Şekil 3.47. Sağlam ve kırık olan haşhaş kapsüllerin sayılması	78
Şekil 3.48. Haşhaş saplarının uzunlukları	79
Şekil 3.49. Depoya yönlendirilen haşhaş kapsülleri.....	79
Şekil 4.1. Tutucu tekerlek ve yedirici helezona hareket iletimi	87
Şekil 4.2. Sap kesici bıçak ve kapsül kesici testereye hareket iletimi	87
Şekil 4.3. Sistem çatısında oluşan kuvvetler ve momentler	90
Şekil 4.4. Sistem çatısında oluşan maksimum gerilme ($S_{max} = S_{axial} + S_{bending}$)	91
Şekil 4.5. Sistem çatısında oluşan aksel gerilme (S_{axial})	91
Şekil 4.6. Sistem çatısında y eksenindeki eğilme gerilmesi ($S_{bending}$)	92
Şekil 4.7. Sistem çatısında x eksenindeki eğilme gerilmesi ($S_{bending}$)	92
Şekil 4.8. Denemede kullanılan bitkilerin boy dağılımı.....	99
Şekil 4.9. Denemede kullanılan bitkilerin kapsül çapları (mm).....	100
Şekil 4.10. Denemede kullanılan bitkilerin sap çapları (mm)	100

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1.1. Ana üretici ülkeler bazında yasal haşhaş üretim alanları.....	3
Çizelge 1.2. Yıllar itibariyle ülkemizde haşhaş ekim ve üretim alanları (Anonim, 2012 a)	6
Çizelge 1.3. Türkiye’de haşhaş bitkisinin yıllara göre ekiliş alanları, tohum üretimi ve tohum verimleri	8
Çizelge 1.4. Yıllara göre haşhaş kapsülü alım ve stok miktarı	10
Çizelge 1.5. Yıllara göre haşhaş kapsülü baş alım fiyatı ve artış oranı	11
Çizelge 3.1. Denemede kullanılan elektrik motorlarının bazı özellikleri	35
Çizelge 3.2. İnvertörlerin özellikleri	36
Çizelge 3.3. Takometre cihazı teknik özellikleri.....	39
Çizelge 3.4. El dinamometresi teknik özellikleri	41
Çizelge 3.5. Denemede kullanılan etüvün teknik özellikleri.....	43
Çizelge 3.6. Denemede kullanılan kameranın teknik özellikleri.....	44
Çizelge 3.7. Genel imalat çelikleri için mukavemet değerleri	47
Çizelge 3.8. Değişken mukavemet gerilmesi değerleri... ..	48
Çizelge 3.9. Sağlam kapsül toplama oranları (%)... ..	64
Çizelge 4.1. Haşhaş bitkisinin ve kapsüllerin ortalama fizikomekanik özellikleri	83
Çizelge 4.2 Kapsül sap uzunluklarına göre yabancı madde oranları.....	84
Çizelge 4.3. Sistemin mekaniğine ilişkin parametreler	85
Çizelge 4.4. Sistemde kullanılan dişli çarklar ve özellikleri	84
Çizelge 4.5. Sistemde kullanılan bazı önemli elemanlara ait değerler.....	86
Çizelge 4.6. 1 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1).....	94
Çizelge 4.7. 1.5 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1).....	94
Çizelge 4.8. 2 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1).....	95
Çizelge 4.9. 1 km/h ilerleme hızında ortalama sap uzunlukları (Başarı 2)	96
Çizelge 4.10. 1.5 km/h ilerleme hızında ortalama sap uzunlukları (Başarı 2).....	96

Çizelge 4.11. 2 km/h ilerleme hızında ortalama sap uzunlukları (Başarı 2).....	97
Çizelge 4.12 1 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3).....	97
Çizelge 4.13. 1.5 km/h ilerleme hızında depoya yönlendirilen kapsül oranları (Başarı 3)	98
Çizelge 4.14. 2 km/h ilerleme hızında depoya yönlendirilen kapsül oranları (Başarı 3).....	98
Çizelge 4.15. Denemede kullanılan haşhaş bitkilerine ait veriler	99
Çizelge 4.16. 1 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1).....	101
Çizelge 4.17. 1.5 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1).....	102
Çizelge 4.18. 2 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1).....	102
Çizelge 4.19. 1 km/h ilerleme hızında kalan sap uzunluğu ortalaması (Başarı 2).....	103
Çizelge 4.20. 1.5 km/h ilerleme hızında kalan sap uzunluğu ortalaması (Başarı 2).....	104
Çizelge 4.21. 2 km/h ilerleme hızında kalan sap uzunluğu ortalaması (Başarı 2).....	104
Çizelge 4.22. 1 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3).....	105
Çizelge 4.23. 1.5 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3).....	106
Çizelge 4.24. 2 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3).....	106
Çizelge 4.25. Kapsül boyutu ve sap uzunluğuna göre morfin oranları	107
Çizelge 4.26. Başarı 1 kriterinin farklı değişkenlere göre lojistik regresyon analizi. .	108
Çizelge 4.27. Başarı 2 kriterinin farklı değişkenlere göre çoklu regresyon analizi.	108
Çizelge 4.28. Başarı 3 kriterinin farklı değişkenlere göre lojistik regresyon analizi. .	109
Çizelge 5.1. Optimum başarı kriterlerine göre çalışma parametreleri.....	110
Çizelge 5.2. Alternatif 1 için fire ve işçilik maliyet analizi.....	111
Çizelge 5.3. Alternatif 2 için fire ve işçilik maliyet analizi.....	112
Çizelge 5.4. Alternatif 3A (firenin tarlada bırakılması) için fire ve işçilik maliyet analizi.....	113

Çizelge 5.5. Alternatif 3B (firenin tarladan toplanması) için fire ve işçilik maliyet analizi.....	114
--	-----

GİRİŞ

Ülkemizde geleneksel olarak tarımı yapılan haşhaş, *Papaver somniferum* L. türü olan tek yıllık bir kültür bitkisidir. Bilimsel sınıflandırmaya göre *Papaver somniferum* L., *Rhoedales* takımının *Papaveraceae* familyasındandır. Bu familya da *Papaver* cinsi içerisinde yer almaktadır.

Papaver Latince’de gelincik, *somniferum* ise “rüya görmek” veya “uyku verici” anlamına gelmektedir. Bu sınıflandırmaya göre tarımı yapılan haşhaş; tarlalarda, kırlarda kendiliğinden yetişen gelincikle akrabadır. Anadolu dağlarında kendiliğinden yetişen fakat çok yıllık olan yabancı haşhaşlar ise kültür haşhaşı ile aynı cins içinde mütalaa edilmektedir. Türkiye’de haşhaşın daha çok *Papaver somniferum ssp. anatolicum*’un beyaz ve mor çiçekli çeşitleri ekilmektedir (Anonim, 2012a).

Haşhaş bitkisi 700–1200 metre yükseklikte, organik maddece zengin topraklarda en iyi şekilde yetişmektedir. Toprak yorgunluğu olmaması, hastalık ve zararlılardan olumsuz etkilenmemesi için haşhaş tarımında münavebe uygulanmaktadır (Anonim, 2010).

Haşhaşın tohumundan, yağından, küspesinden, afyonundan, saplarından ve çiçeklerinden yararlanılmaktadır. Özellikle yağ bitkileri arasında önemli bir yere sahiptir. Tohumları %44-54 yağ içeriği ile bir besin maddesi olarak kullanılmaktadır. Değişik ve cazip renkli tohumları ekmek ve pastalar üzerine süs ve besin maddesi olarak konulmaktadır. Yağı çıkarıldıktan sonra geriye kalan küspesi hayvan yemi olarak değerlendirilmektedir. Sütteki yağ oranını yükseltmektedir. Tıp alanında ilaçların yapımında kullanılmaktadır. Kapsüllerin teknik olgunluğunda çizilmesi suretiyle elde edilen afyon, içeriğindeki 20 çeşit alkaloidden dolayı tıpta birçok ilacın hazırlanmasında kullanılmaktadır. Dekardan ortalama 350 kg artık sap elde edilmektedir (Erdurmuş, 1990). Haşhaş tohumları gri-mavi, sarı, beyaz, çığ kahve ve pembe renklerde olabilmektedir. Türkiye’de en fazla yetiştirilen haşhaşlar sırasıyla mavi, beyaz ve sarı tohumlu çeşitlerdir. Üretilen haşhaş tohumlarından bir kısmı üretici ihtiyaçları için ayrılmakta, geri kalan kısmı ise serbest piyasada işlem görmektedir. Tohumları ayrıca, kozmetik ve boya sanayinde de kullanıldığı bilinmektedir.

Haşhaştan ekonomik değeri olan tohum ve kapsül kabuğu olmak üzere iki önemli ürün elde edilmektedir. Bunların dışında henüz alkaloid oluşmamış bitkiler; yeşil salata, bitki artığı sapsarı ise yakacak olarak ülkemizde değerlendirilmektedir. (Anonim, 2012a).

Haşhaşta her ana sap ve yan dal bir çiçek tomurcuğu ile son bulmaktadır. Çiçekleri beyaz, pembe, kırmızı veya viyole renklerde olabilmektedir. Çiçek açılır açılmaz iki çanak yaprağı dökülmektedir. Çiçek açılmadan önce de içinde dört taç yaprak ve döllenme tozları bulunmaktadır. Çiçekte bulunan yumurtalığın döllenip gelişmesi ile küre şeklindeki haşhaş kapsülü meydana gelmektedir. Kapsülün üst kısmında 4-10 adet stigma (tepecik) kanatları bulunmaktadır. Haşhaş kapsülleri stigma sayısı kadar göz taşımaktadır. Bu gözlerin içerisinde tohumlar oluşmaktadır (Eripek, 2002; Küçük, 1996).

Haşhaşın önemi, ihtiva ettiği morfin ve diğer alkaloidlerden kaynaklanan tıbbi özelliğidir. Haşhaş kapsülünün morfin, kodein, tebain, noskapin ve papaverin gibi tıbbi öneme sahip olan ana alkaloidlerin yanı sıra yaklaşık 30 değişik alkaloid ihtiva ettiği bilinmektedir. Bunlardan türevleri olan katma değerleri yüksek, yarı sentetik ilaç aktif hammaddeleri üretilmektedir. Bu alkaloidlerden morfin, kodein ve tebainin uyuşturucu özelliği olmasına rağmen noskapin ve papaverin uyuşturucu özelliğe sahip değildir. Tıpta, analjezik (ağrı kesici), anestezi (uyuşturucu) ve antitüssif (öksürük kesici) olarak bu maddelerden yararlanılmaktadır (Anonim, 2012a).

Dünyada uyuşturucu maddelerin ekimi, üretimi, ithali ve ihracını, ülkemizin de imza koyduğu Birleşmiş Milletler (BM) Uyuşturucu Maddelere Dair 1961 TEK Sözleşmesi (Single Convention on Narcotic Drugs) ve tadiline ilişkin 1972 protokolüne göre düzenlenmektedir. 1961 TEK Sözleşmesi dünyadaki uyuşturucu madde işlerinin ülkelere tek elden yürütülmesi hükmünü getirmekte ve BM Teşkilatının uyuşturucu maddelerin kontrolü hususundaki yetkisini kabul etmektedir (Anonim, 2010).

Birleşmiş Milletler Teşkilatı denetiminde yasal ana üretici olan devletler; Türkiye, Hindistan, Avustralya, Fransa, İspanya, Macaristan, Çek Cumhuriyeti ve Çin'dir Türkiye ve Hindistan BM Teşkilatınca geleneksel haşhaş üreticisi ülkeler olarak kabul edilmektedir (Anonim, 2012a).

Çizelge 1.1’de sunulan son 5 yıllık verilere göre, Dünya yasal haşhaş ekim alanları içerisinde büyük pay sahibi olan Türkiye yaklaşık olarak %50’lik bir orana sahiptir.

Çizelge 1.1. Ana üretici ülkeler bazında yasal haşhaş üretim alanları (ha) (Anonim, 2012a)

Yıllar	Türkiye	Hindistan	Avustralya	Fransa	İspanya	Macaristan	Toplam
2000	27.554	32.085	15.166	5.914	5.698	2.789	89.206
2001	45.836	18.087	8.925	5.402	5.536	6.961	90.747
2002	50.741	18.447	11.701	6.451	7.912	9.924	105.176
2003	99.430	12.320	9.811	7.919	5.732	2.937	138.149
2004	30.343	18.591	6.644	8.312	5.986	7.084	76.960
2005	25.635	7.833	6.599	8.841	4.802	5.106	58.516
2006	42.023	6.976	3.457	6.632	2.146	4.322	65.556
2007	24.603	5.913	4.661	3.198	5.606	3.269	47.250
2008	20.043	2.653	3.336	3.705	5.507	2.262	37.506
2009	48.893	11.262	10.506	7.500	8.830	15.500	102.491
2010	51.897	12.237	9.127	9.400	6.439	7.308	96.408
2011	54.911	16.518	12.157	8.600	9.488	6.200	107.874

Haşhaş bitkisinin ülkemizde ve dünyanın birçok bölgesinde çağlar boyu yetiştirildiği bilinmektedir. Milattan önce 3000 yıllarında Mezopotamya’da yaşamış olan Sümerlerin kullandıkları dilde afyona ait bazı kelimelere ve Asurlara ait bazı kabartmalarda haşhaş resimlerine rastlanıldığı belirtilmektedir. Birçok kültür bitkisinin gen kaynağı olan Türkiye’de haşhaşın da özel bir yeri vardır. Anadolu’da Hititler döneminden beri, haşhaş tarımının yapıldığı birçok yazar tarafından belirtilmektedir (Anonim, 2012a).

Ülkemizde ilk defa 1933’de bitkinin tarımı kontrol altına alınmış ve zaman zaman çıkartılan kanun ve yönetmeliklerle üretime devam edilmiştir. Afyon kaçakçılığının uluslararası seviyede kontrol altına alınmasına ilişkin çalışmalara Türkiye de katılmış, 1959 yılında haşhaş üretiminin denetim altına alınması için yeni bir kanun çıkarılmıştır. 1961 yılından itibaren sınırlı bir üretime geçilmiştir. Türkiye de Birleşmiş Milletler’e verdiği taahhütlere uyarak haşhaş tarımına ayrılan coğrafi alanları daraltmaya başlamış ve 1962–1963 üretim yılında 42 ilde ekim ve üretime izin verilmiştir (Arslan vd., 1986).

Türkiye’de 1971 yılına kadar haşhaştan afyon üretimi yapılırken Türkiye’nin, yasadışı uyuşturucunun kaynaklarından biri olarak suçlanması nedeni ile Türk Hükümeti bu suçlamaların doğru olmadığını kanıtlamak amacıyla ülkede haşhaş ekimine 26.06.1971 tarih ve 7/2654 sayılı Bakanlar Kurulu kararı ile tam bir yasak getirmiştir (Anonim, 2012a).

1971’den 1974’e kadar süren bu yasak sırasında, Avrupa ve Amerika’ya yasadışı uyuşturucu girişi devam etmiş, üstelik diğer afyon üreten ülkelerin üretimlerinde artış gözlenmiş ve yeni haşhaş üreticisi ülkelerin ortaya çıkmasına neden olmuştur. Diğer taraftan bu yasak, önemli bir gelir kaynağından mahrum olan üreticilerimiz üzerinde sosyal ve ekonomik olumsuzluklara yol açmıştır. Dünyada yaklaşık 1,5 milyon insan bu yasaktan olumsuz etkilenmiştir (Anonim, 2012a).

Bütün bu faktörler göz önüne alındığında ve uluslararası sorumluluklar hatırlandığında, 01.07.1974 tarih ve 7/8522 sayılı Bakanlar Kurulu Kararı ile 1974 sonbaharından itibaren ilaç hammaddesi ihtiyacının sağlanması ve geçimi büyük ölçüde haşhaş üretimine bağlı olan çiftçilerin yaşam koşullarının düzeltilmesi amaçlanmıştır. Haşhaş ekimi ve ham afyon üretimi 7 ilde (Afyon, Burdur, Isparta, Denizli, Kütahya ve Uşak illerinin tamamı ile Konya ilinin Akşehir, Beyşehir, Doğanhisar ve Ilgın ilçelerinde) serbest bırakılmış, daha sonra 06.12.1974 tarih ve 7/9204 sayılı kararname ile kaçağa kayma riski yüksek olan ve haşhaş kapsülünün çizilmesi ile elde edilen afyon üretimi yasaklanarak, daha güvenli bir yöntem olan çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimine geçilmiştir (Erdurmuş, 1990).

Bu amaçla TMO (Toprak Mahsulleri Ofisi) denetiminde kurulan Bolvadin Afyon Alkoloidleri Fabrikası’nda kapsülden morfin elde edilmesi yönüne gidilmiştir. Bolvadin Alkaloid Fabrikası yıllık 20.000 ton kuru haşhaş kapsülü işleme

kapasitesine sahiptir. Bu fabrika dünyanın yıllık ihtiyacının %35'ini karşılayacak seviyededir (Erdurmuş 1989).

Morfinin doğrudan doğruya kapsülden elde edilmesiyle kapsüldeki morfin oranı büyük ölçüde önem kazanmıştır. Mevcut fabrikalarda işlenecek kapsüldeki morfin oranı %0.5 olarak öngörülmüştür. Ancak ekimi yapılan haşhaşlarda morfin oranı bazı yıllar %0.3'e kadar düşmüştür. Bu da fabrikanın karlılığını azaltmış, elde edilen morfin maliyetini yükseltmiş, pazarlamada da bazı güçlükler neden olmuştur (Koç vd., 2006).

Ülkemizde haşhaş tarımı, 03.06.1986 tarih ve 3298 sayılı Uyuşturucu Maddelerle İlgili Kanun ve 18.04.1988 tarih ve 88/12850 sayılı Yönetmelik çerçevesinde yapılmaktadır (Anonim, 2012a).

Söz konusu Kanun ve Yönetmelik ile yürütülmekte olan haşhaş ekiminin kontrolü, haşhaş kapsülü, ham afyon ve tıbbi afyon üretimi, satın alınması, bunlardan uyuşturucu madde imalatı, yurt içinde satışı ve ihracı konularında, Bakanlar Kurulunun 13.04.1987 tarih, 87/11703 sayılı kararıyla TMO Genel Müdürlüğü görevlendirilmiş olup, halen bu görev yürütülmektedir (Anonim, 2012a).

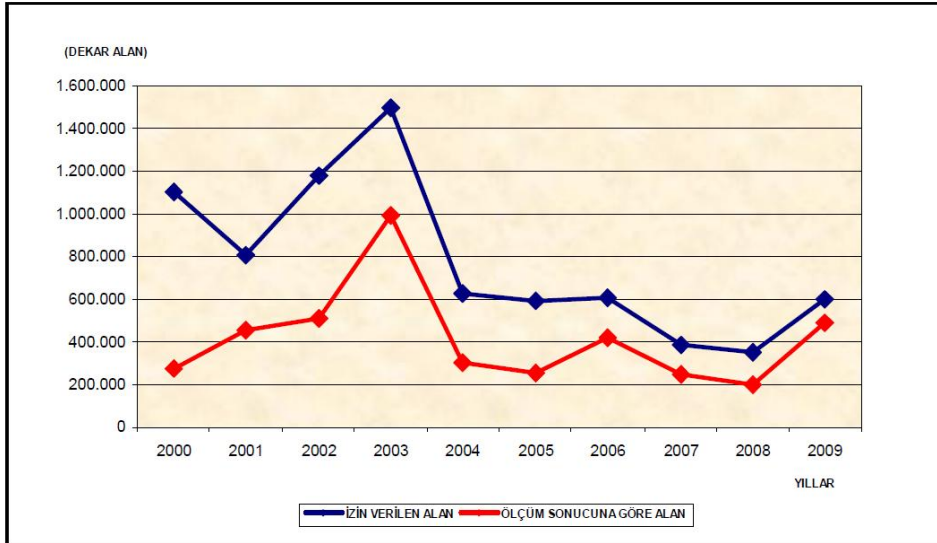
TMO haşhaş tarımında tek yetkili kurum olup, haşhaş tohumunun dağıtımını ve ıslahı konusunu bizzat gerçekleştirmektedir. Haşhaş tohum ıslahındaki hedef; %0.4 civarında olan Türkiye ortalamasını %1 oranının üzerine çıkarmaktır (Koç vd., 2012).

Ülkemizde haşhaş ekimi lisansa tabii, kontrollü ve çizilmemiş haşhaş kapsülü üretimi şeklinde yapılmaktadır (Anonim, 2010).

Bakanlar Kurulunca haşhaş ekimine müsaade edilen yerlerde TMO Genel Müdürlüğüne yapılan planlama çerçevesinde Birleşmiş Milletler Teşkilatınca ülkemize verilen 700.000 dekar limit dahilinde haşhaş ekimi ve çizilmemiş kapsül üretimi yaptırılmaktadır (Çizelge 1.2 ve Şekil 1.2). Söz konusu 700.000 dekar ekim limiti, ekiliş ve üretim potansiyelleri dikkate alınarak yerleşim birimlerine dağıtılmaktadır. Yerleşim birimi bazında verilen haşhaş ekim limitleri üreticilere paylaştırılarak bu limit çerçevesinde bir üreticiye en fazla 3 tarlasında haşhaş ekim izni verilmektedir (Anonim, 2010).

Çizelge 1.2. Yıllar itibariyle ülkemizde haşhaş ekim ve üretim alanları (Anonim, 2012a)

Yıllar	İzin Belgesine Göre		Ölçüm Sonucuna Göre	
	Ekim Alanı (da)	Üretici Adedi	Ekim Alanı (da)	Üretici Adedi
2000	1.100.199	148.741	275.549	66.090
2001	807.874	120.754	458.364	96.338
2002	1.176.506	153.398	507.412	93.486
2003	1.497.113	191.205	994.309	167.648
2004	624.920	137.210	303.315	86.209
2005	593.856	124.158	256.354	67.119
2006	606.300	122.486	420.238	102.681
2007	388.509	57.912	246.032	44.780
2008	351.040	51.377	200.429	35.079
2009	603.286	85.593	488.931	79.152
2010	602.396	82.158	518.970	78.590
2011	657.767	87.439	549.110	81.137



Şekil 1.1. Yıllara göre ülkemizde haşhaş ekim ve üretim alanları (Anonim, 2010)

Şekil 1.1'e göre izin belgesine göre ekim alanları miktarı ile ölçüm sonucuna göre ekim alanı miktarı arasında bazı yıllarda büyük farklılıklar görülmektedir. Bunun ana nedeni haşhaş bitkisinin don olayından çok etkilenmesidir. Özellikle 2000'li yılların başlarında Türkiye'de kış aylarında görülen don olayları haşhaş ekim

alanlarını etkilemiş ve ekim yapılan haşhaş tarlaları bozulmak zorunda kalmıştır (Anonim, 2012a).

Haşhaş hassas bir bitki olduğundan olumsuz iklim koşullarından (don, kuraklık, aşırı sıcaklıklar, vs.) etkilenmesi nedeniyle uzun yıllar ortalamasına göre %33 civarında kayıp oluşmaktadır. Ayrıca, haşhaş ekim izni alıp ekim yapmayan üreticilerden kaynaklanan beyan kayıpları ise %14 civarında bulunmaktadır. Üretim kaybının bazı yıllarda %70'lere ulaştığı görülmüştür (Anonim, 2010).

Haşhaş bitkisinin Türkiye'deki yetişme alanı, sıcak yazların ve orta derecede yağışların hüküm sürdüğü kıyı ve iç bölgeler arasındaki geçiş sahalarıdır (Darkot, 1963). Halen Afyon, Burdur, Isparta, Karaman, Amasya, Çorum, Tokat, Uşak, Denizli ve Kütahya illerinin tamamında, Ankara, Balıkesir, Eskişehir, Konya ve Manisa illerinin bazı ilçelerinde haşhaş tarımı yapılmaktadır (Koç vd., 2006). Türkiye'de haşhaş tarımına izin verilen iller Şekil 1.2'de görülmektedir (Kadioğlu, 2007).



Şekil 1.2. Türkiye'de haşhaş tarımına izin verilen iller (Kadioğlu, 2007)

Çizelge 1.3'te ülkemizde haşhaş bitkisinin yıllara göre ekiliş alanları, tohum üretimi ve tohum verimleri görülmektedir.

Çizelge 1.3. Türkiye’de haşhaş bitkisinin yıllara göre ekiliş alanları, tohum üretimi ve tohum verimleri (Anonim, 2012a; Anonim, 2012c)

Yıllar	Alan (da)	Üretim (ton)	Verim kg/da
1988	182 600	11 130	61
1989	83 440	3 235	39
1990	90 250	5 153	57
1991	270 300	22 538	83
1992	163 930	7 048	43
1993	69 410	3 028	44
1994	253 210	14 000	55
1995	600 520	28 249	47
1996	119 420	5 346	45
1997	296 810	10 948	37
1998	492 070	27 964	57
1999	871 940	31 332	36
2000	275 550	11 564	42
2001	458 360	21 436	47
2002	507 410	19 000	37
2003	994 310	52 000	52
2004	303 430	17 809	59
2005	253 350	13 644	54
2006	420 238	30 187	72
2007	246 032	8 981	37
2008	200 429	10 834	54
2009	488 931	34 194	70
2010	518 970	36 910	71

Ülkemizde yıllara göre değişmekle birlikte yılda 25.000 ton civarında haşhaş tohumu ihracatı gerçekleştirilmektedir. Dünya haşhaş tohum piyasasında özellikle beyaz ve gri haşhaş tohumları tercih edilirken, iç tüketimde sarı haşhaş tohumları tercih edilmektedir (Koşar vd., 2012).

Haşhaş ekimine müsaade edilen yerlerde haşhaş ekiminin kontrolü için özel prosedür uygulanmaktadır (Anonim, 2012a). Buna göre;

- Üreticiler haşhaş ekim izni için TMO işyerlerine kışlık ekilişler için: 1 Temmuz-30 Ekim tarihleri arası; yazlık ekilişler için: 1 Şubat-15 Mart tarihleri arası müracaat etmektedirler.

- Başvurular TMO işyerlerince incelenerek, yasal sakıncası olmayanlara haşhaş ekim izni verilmekte ve ekilişler gerçekleştirilmektedir.
- İlk aşamada TMO işyerlerince 3 kişiden oluşan kontrol ekipleri tarafından izin belgesinde belirtilen tarlalar tek tek ölçülmektedir.
- İkinci aşamada bu tarlalarda çizim kontrolü ve üretim tahmini yapılarak, haşhaş kapsülleri hasat olgunluğuna geldiğinde yerleşim birimi bazında hasat belgesi verilmektedir.
- Ölçüm kontrol çalışmaları esnasında, yasalara aykırı hareket ederek kaçak ekim yapan ve yasadışı amaçlarla çizim yapan üreticilerin tespiti halinde haklarında kanuni kovuşturma yapılmak üzere Mahalli Mülki Makamlara intikal ettirmektedir.

Afyon Alkaloidleri Fabrikasının (AAF) yıllık işleme kapasitesi olan 20.000 ton haşhaş kapsülü üretilen ve 10.000 ton kritik stok bulundurulacak şekilde, dünyada tıbbi amaçlı uyuşturucu ihtiyacı ve stok durumu ile yıllara göre ortalama %50 tabii afet kaybı da göz önüne alınarak üretim planlaması yapılmaktadır. Yapılan üretim planlaması ile stok fazlası eritilerek normal seviyeye getirilmektedir (Anonim, 2012a).

Haşhaş kapsülü alım fiyatları; ülkenin tarımsal ve ekonomik durumu, yurtdışı talep ve fiyatları, yurtiçindeki diğer alternatif ürün fiyatları, üretim ve stok durumu, haşhaş tarla maliyetleri, fabrikanın tam kapasite çalıştırılması için gerekli kapsül üretiminin gerçekleştirilmesi durumları dikkate alınarak Bakanlar Kurulu Kararıyla tespit edilmektedir (Anonim, 2010).

Haşhaş kapsülü uyuşturucu madde içermesi nedeniyle tek ve zorunlu alıcısı TMO Genel Müdürlüğü'dür. Üreticiler, ürettikleri haşhaş kapsülünü izin belgelerinde belirtilmiş olan miktarın üstünde de olsa o yılın en geç Eylül ayı sonuna kadar tespit edilen bedeli karşılığında TMO işyerlerine teslim etmek zorundadırlar (Anonim, 2012a).

Haşhaş ekilecek ve kapsül üretilen yerler ülkenin tarımsal ve ekonomik durumu, yurtiçi ihtiyacı, ihraç imkânları ve mevcut stok durumuna göre her yıl Bakanlar Kurulunca tespit edilmekte ve Kararname en geç 1 Temmuz'a kadar

yayımlanmaktadır. Bu konuda yeni bir karar alınmaması halinde, önceki kararname hükümlerinin uygulanması söz konusu olmaktadır (Anonim, 2010).

Yıllara göre haşhaş kapsül stok durumu, alım miktarı ve işlenen miktar bakımından ülkemizdeki durum Çizelge 1.4'te belirtilmiştir. Çizelgeye göre bazı yıllarda hiç stok bulunmamaktadır. Bunun sebebi o yıllarda ülkemizde ya da dünyada meydana gelen tabii afetler olarak gösterilebilir. Haşhaş kapsül baş alım fiyatları ve artış oranlarında ise 2000'li yılların başında daha çok artış gözlemlenmekle birlikte son yıllarda bu oran %7-10 civarında olmuştur (Çizelge 1.5).

Çizelge 1.4. Yıllara göre haşhaş kapsülü alım ve stok miktarı (Anonim, 2012a)

Yıl	Alım Öncesi Stok (Ton)	Alım Miktarı (Ton)	İşlenen Miktar (Ton)	Ödenen Bedel		Yıl Sonu Stok (Ton)
				(TL-YTL)	(USD)	
2000	11.201	11.564	21.603	7.281.979 Milyon TL	11.945.612	13.322
2001	0	21.436	21.047	20.641.696 Milyon TL	16.805.824	12.316
2002	0	17.530	17.679	22.410.064 Milyon TL	14.252.703	11.965
2003	0	47.619	20.653	69.979.157 Milyon TL	50.666.616	39.306
2004	26.796	16.190	11.761	26.163.655 Milyon TL	17.809.000	40.007
2005	31.139	12.403	18.665	21.224.279 YTL	16.074.288	35.645
2006	23.338	27.443	22.827	50.489.361 YTL	36.005.216	40.385
2007	27.512	8.164	22.413	15.110.818 YTL	11.447.589	27.092
2008	15.040	9.849	22.565	20.983.371 YTL	12.311.250	14.720
2009	0	31.086	25.095	72.404.094 TL	48.269.396	21.916
2010	10.649	33.555	23.603	82.433.299 TL	53.948.494	32.262
2011	19.487	40.979	27.203	110.050.015 TL	58.850.275	47.093

Çizelge 1.5. Yıllara göre haşhaş kapsülü baş alım fiyatı ve artış oranı (Anonim, 2012a)

Yıllar	Birim Fiyat	Artış (%)	USD/Ton
2000	640.000 TL/kg	42,20	1.033
2001	980.000 TL/kg	53,10	784
2002	1.300.000 TL/kg	32,70	813
2003	1.500.000 TL/kg	15,40	1.064
2004	1.650.000 TL/kg	10,00	1.100
2005	1,75 YTL/kg	6,06	1.296
2006	1,85 YTL/kg	5,71	1.312
2007	2,00 YTL/kg	8,10	1.515
2008	2,20 YTL/kg	10,00	1.760
2009	2,40 TL/kg	9,09	1.600
2010	2,60 TL/kg	8,33	1.688
2011	2,80 TL/kg	7,69	1.698

Haşhaş kapsülü alımındaki prosedür sırası ile aşağıdaki gibidir (Anonim, 2010);

- Bakanlar Kurulunca belirlenen baş alım fiyatına göre TMO Genel Müdürlüğünce alım baremi, genelgesi ve satın alınabilme şartları tespit edilerek işyerlerine bildirilir.
- İşyerlerince, üretim tahminlerine göre köy bazında alım programı hazırlanır ve muhtarlara bildirilir.
- Alım sırasında üreticilerin elindeki izin belgesi işyerindeki sureti ile karşılaştırmaktadır.
- Üreticinin getirmiş olduğu kapsül, hazırlanmış olan alım sahasına dökülmektedir, çizim kontrolü yapıldıktan sonra, fiyat tespiti için numune alınarak analizi yapılmaktadır.
- Analiz sonucuna göre fiyat belirlenmekte ve ürün muayene fişi tanzim edilerek, kapsül TMO çuvalına doldurulup tartıya alınmaktadır.
- Tartımı yapılan ürün stoklanmak üzere depoya alınmaktadır.
- Üreticinin teslim ettiği kapsül bedelinden varsa borçları mahsup edilerek, bakiye alacağı üreticiye nakit olarak ödenmektedir.

- Satın alınan kapsüller daha sonra işlenmek üzere Afyon Alkaloidleri Fabrikasına sevk edilmektedir.

Ülkemizde haşhaş, yoğun işçilik kullanımı ve güvenlik nedeniyle daha çok köy, kasaba vs. gibi yerleşim yerlerine yakın tarlalarda yetiştirilmektedir. Haşhaş tarımını yapan işletmelerin aile işletmesi karakterini taşıması nedeniyle ortalama 7 dekar gibi küçük alanlarda üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2010).

Modern tarım tekniklerinin uygulanmasıyla üretici şartlarında 150 kg kapsül kabuğu ve bundan daha fazla tohumun dekardan alındığı görülmüştür. Haşhaş tohumları toprakta yeterli rutubeti bulduğunda +4 °C'de çimlenebilmektedir. Toprak sıcaklığı daha düşük olduğunda tohumlar çimlenmeden kalmaktadır. Sonbaharda +4 °C'den daha yüksek sıcaklıklarda iyi bir gelişme göstermektedir. Kök sistemi iyi gelişmiş ve 6-8 adet rozet yaprağı vermiş bitkiler normal kış mevsimini zarar almadan geçirmektedir. Çıkışı gecikmiş, donlara kulakçık yaprakları döneminde yakalanan bitkiler dondan zarar görmektedir (Erdurmuş, 1990).

Haşhaş tohumları 3 yıl boyunca çimlenme kabiliyetini muhafaza etmekte, takip eden yıllarda bu özelliğini gittikçe kaybetmektedir. Bu nedenle kullanılan tohumluğun taze olması istenmektedir. Diğer taraftan tohumluğun tek renk yani karışmamış, doğal renk ve kokusunda olması gereklidir (Anonim, 2009c).

Haşhaş bitkisi toprak istekleri bakımından seçici değildir ve hemen hemen tüm toprak çeşitlerinde yetiştirilmektedir. Toprak çeşitleri içinde kumlu-tınlı toprakları tercih etmektedir. Zira kumlu-tınlı topraklarda üniform (tekdüze) çıkış sağlanmakta, rutubeti muhafaza ettiği için bitki iyi gelişebilmektedir (Anonim, 2009c).

Haşhaş toprağı yormamakta, yarı nadas yerine geçmektedir. Tarlayı erken terk ettiği için yerine hububat ekilebilmektedir. Haşhaş çapa bitkisi olduğu için kendinden sonrasına yabancı otlardan arınmış, temiz bir tarla bırakmaktadır. Tarlaya arka arkaya haşhaş ekme mümkünse de bunun sakıncaları da bulunmaktadır. Sakıncalarından bazıları, hastalık ve zararlılarının ertesi yıla artarak aktarılması, tarlaya tohum dökülmesinden dolayı ertesi yılda çeşit karışması mümkün olmaktadır (Anonim, 2009c).

Yüksek verim için haşhaşın, diğer ürünlerle münavebeye sokulması yararlı olmaktadır. Nadas ya da çaba bitkilerinden sonra haşhaş ekilmesi tavsiye edilmektedir. Yeterli gübreleme yapmak şartı ile arpa ve buğdaydan sonra da haşhaş uygun nitelikte ürün vermektedir (Erdurmuş, 1990).

Haşhaş tohumları çok küçüktür. Bin tanesinin ağırlığı 0.5 gram gelmektedir. Tohumların küçüklüğü dikkate alındığında ekim yapılacak tarlanın özenle hazırlanması gerektiği ortaya çıkmaktadır. Her şeyden önce tohumların çimlenebilmesi için rutubetli toprakla sarılması gerekmektedir. Diğer taraftan haşhaş kazık köklü bir bitki olduğu için ekim yapılacak arazinin derin sürülmüş olması gerekmektedir. Bu şartları sağlayabilmek için; tarladan ürün kaldırılmış ise çiftlik gübresi verilerek derin bir sürüm yapılmalı ve anız ile gübre toprağa karıştırılmalıdır. Bu işlemin ürün kaldırılır kaldırılmaz yapılması gerekmektedir. Tarla nadas ise, sonbaharda çiftlik gübresi verilip derince sürülmelidir. Eylül sonu, Ekim başında fosforlu gübrenin tamamı ve azotlu gübrenin yarısı saçılarak tarla tekrar işlenmelidir (Anonim, 2009c).

Toprak işlemede pulluktan sonra kazayağı kullanılmaktadır. Yeterli rutubet yoksa ve imkân da varsa sulama yapılarak toprak tava getirilmelidir. Toprak işlemede toprağın un ufak edilmemesi, furda yapısının korunması diğer bitkilerde olduğu gibi haşhaş ekiminde de önem arz etmektedir. Toprağın hafif kesekli kalması, yağış sonunda kaymaklanmayı önlediği gibi kışlık haşhaşlarda bitkiyi soğuğa karşı da korumaktadır. Yazlık ekimlerde ise ilkbaharda ilk fırsatta gübreleri vererek tarlayı derince sürmek ve bu şekilde ekime hazırlamak yeterli olmaktadır (Erdurmuş, 1990).

Haşhaş ülkemizde genel olarak güzlük ekilmekle birlikte, kıştan zarar görülmesi halinde ya da kışın çok sert geçtiği yörelerde yazlık olarak da ekilebilmektedir. Güzlük ekim zamanı, haşhaş ekim bölgelerine göre bazı farklılıklar göstermekle birlikte Ekim ayının ilk haftasıdır. Yazlık ekim zamanı ise Mart sonu Nisan başıdır (Erdurmuş, 1990).

Ülkemizde haşhaş ekimi genel olarak elle serpmeye şeklinde yapılmakla birlikte son yıllarda makine ile ekim yöntemine geçiş yapılmaya başlanmıştır. Elle ekimde tohum yalnız, bazen de yarı yarıya ince kumla karıştırılıp tarlaya serpilmiştir. Serpme ekimde dekara verilen tohum 1-5 kg arasında değişmektedir. Makinalı ekimde ise dekara verilen tohum miktarı 300 grama kadar düşmektedir. Makinalı

ekimde çıkışlar üniform olmakta, özellikle çapalama ve ilaçlamada büyük oranda işçi tasarrufu sağlanmaktadır (Anonim, 2009c).

Her iki ekim yönteminde de tohumların üzeri 2 cm toprak tabakasıyla örtülmelidir. Serpme ekimde, toprak yüzeyine tohum atıldıktan sonra tapan (tahta sürgü), çalı sürgü, diskaro veya tırmık geçirilmektedir. Makinalı ekimde böyle bir işleme gerek yoktur (Anonim, 2009c).

Şekil 1.3'te serpme ekim yöntemi ile ekilmiş bir haşhaş tarlası görülmektedir.



Şekil 1.3. Serpme ekim yöntemiyle ekilmiş haşhaş tarlası

Sıraya ekim yönteminde çeşitli makinalar kullanılmaktadır. Bazı illerde özel yapılmış haşhaş ekim makinası kullanılmaktadır. Bazı yörelerde ise mekanik tahıl ekim makinaları haşhaş ekimi için kullanılmaya başlanmıştır. Son yıllarda sıraya ekim yöntemine üreticiler daha fazla ilgi göstermeye başlasalar da bu ekim yönteminde henüz standardizasyon yakalanamamıştır. Sıraya ekim yönteminde genellikle 4 değişik tipte ekim makinesi kullanılmaktadır. Bunlar; mekanik tahıl mibzeri (Şekil 1.4), kanola mibzeri (Şekil 1.5), küçük taneli mekanik ekim makinası (Şekil 1.6) ve özel yapım pnömomatik tek dane ekim makinasıdır (Şekil 1.7).



Şekil 1.4. Mekanik tahıl mibzeri (Anonim, 2011)



Şekil 1.5. Kanola mibzeri (Anonim, 2011)



Şekil 1.6. Küçük taneli mekanik ekim makinesi (Anonim, 2009a)



Şekil 1.7. Pnömatik tek dane ekim makinası (Anonim, 2009b)

Bazı ekim bölgelerinde mekanik tahıl mibzerleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Mekanik tahıl mibzerlerinin kullanımda 2 farklı uygulama söz konusudur:

1-) Tohumlar depoya konularak ekici plakanın aktif alanı en düşük konuma getirilmektedir.

2-) Farklı oranlarda ince elenmiş kum ile haşhaşın karışımını tohum sandığına konularak ekim yapılmaktadır.

Ayrıca her iki tipte de üreticiler, sıra arası mesafe ayarlamada iki yönteme başvururlar. Mekanik ekim makinesinin sıra arası mesafeleri genel olarak 17.5 cm'dir. Haşhaşın sıra arası mesafesi ise 30–35 cm olması istenmektedir. Bu yüzden bazı üreticiler mekanik ekim makinesi ile ekim yaparken arada bir tohum klapesini tamamen kapatarak iptal etmekte ve ekim yapmaktadırlar. Şekil 1.8'de sıraya ekim yapılmış bir haşhaş tarlası görülmektedir.

Sıraya ekimde bir diğer yöntem ise; 2–3 cm derinliğinde çizikle açılan çizilere el ile ekim yapılmaktadır. El ile ekim, büyüklüğü 1–3 dekara kadar olan küçük arazilerde uygulanabilmektedir.

Sıraya ekimde kullanılan küçük taneli mekanik ekim makinalarında, makinanın tohumları düzenli bir şekilde ekebilmesi için, tohum 2–3 kat kum ile karıştırılmaktadır. Haşhaşın toprağı delip çıkması zor olmaktadır. Bunu kolaylaştırmak için ekim sırasında hardal karıştırılıp, ekim yapılmaktadır. Hardal haşhaştan önce çimlenir ve haşhaş da hardalın yardığı yerlerden yararlanarak çıkmaktadır. Seyreltme zamanında hardal sökülür. Sıraya ekimde, sıra arası 30–40 cm, sıra üzeri ise 15–30 cm'dir. Kıraç topraklarda ise sıra arası daha dar olmaktadır (İlisulu,1973).



Şekil 1.8. Sıraya ekim yapılmış bir haşhaş tarlası

Haşhaşta en iyi ekim derinliği 2 cm'dir. Ekim sonrasında, merdane ile toprağın sıkıştırılması tohumların çıkışına olumlu etki etmektedir (Anonim, 2005a).

Haşhaş tarımında verim açısından bakım işleri önem arz etmektedir. Haşhaşta verim almak, zamanında ve yeterli bir bakımla mümkün olmaktadır (İlisulu, 1973).

Bitkilerin dayanım seviyesinde kışa girebilmesi için zamanında çıkışın sağlanması gereklidir. Bunun için ekimde tarlanın tavadan olması ya da ekim sonrası yeterli suyun toprağa verilmesi gerekmektedir. Ekim öncesi toprağı tava getirmek için bazı yörelerimizde tarla salma sulanmakta, ekim bunun üzerine yapılmaktadır (İlisulu, 1973).

Haşhaşın su tüketimi kışlıklarda 752 mm, yazlıklarda 425 mm olarak bulunmuştur. Ülkemizde haşhaş tarımı, %40'ı taban-sulu arazilerde ve %60'ı ise kıraç susuz arazilerde alternatif ürün seçeneği az olan dar gelirli üreticiler tarafından yapılmaktadır. Haşhaş tarımı yapılan alanlarda uzun yıllar ortalaması göz önüne alındığında dekara ortalama 50 kg kapsül üretiminin gerçekleştirildiği görülmektedir. Kışlık haşhaşta, tomurcuklanma döneminde bir defa sulama (111 mm), yazlık haşhaşta ise; tomurcuklanmada bir, çiçeklenme zamanında bir olmak üzere (her defasında 75-80 mm) iki defa sulama yeterli olmaktadır. Bu şekilde yapılan sulamayla gerek tohum ve gerekse kabuk veriminde önemli artış sağlanmaktadır. Özellikle ilkbahar devresinin kurak geçtiği yıllarda haşhaşın sulanması gerekmektedir (Anonim, 2012a).

Ancak, modern tarım tekniklerinin uygulanmasıyla taban-sulu arazilerde üretici şartlarında dekar başına 150 kg haşhaş kapsülü alınabilmektedir. Haşhaş bitkisinin dayanımını ve toprağın su tutma kapasitesini artırması nedeniyle haşhaş ekimi sırasında çiftlik gübresi tercih edilmektedir. İlk sürümde toprağa dekar başına yaklaşık 2 ton hesabıyla yanmış çiftlik gübresinin derin işlemeyle toprağa verilmesi yeterli faydayı sağlamaktadır. Toprağın yapısı ve besin içeriğine bağlı olmakla birlikte iyi bir gelişme ve verim için dekara 3 kg saf fosfor ve 8-10 kg saf azot içeren kimyevi gübreleme yeterli olmaktadır (Anonim, 2012a).

Kıştan çıkışta haşhaş bitkileri 7-10 yapraklı olunca ilk çapalama ve sıra üzeri mesafeler 15 cm olacak şekilde seyreltme yapılmalıdır. Bundan 10-15 gün sonra ikinci çapa ve boğaz doldurma işlemi gerçekleştirilmektedir (Öğretir, 1985).

Haşhaş bitkisi kazık köklü olmakla birlikte yan kökleri iyi gelişmediğinden ve toprak üstü kısmı da büyük olduğu için, özellikle yağmurla birlikte gelen sert rüzgârlara dayanamayıp devrilmektedir. Bu sebeple boğaz doldurma önemli bir önlem olarak ortaya çıkmaktadır (Anonim, 2009b).

Serpme ekimde özellikle birinci çapa zor olmakta, fazla işçi gerektirmektedir. Sıraya ekimde ise sıra aralarında sadece ot alınıp, sıra üzerlerinde haşhaş seyreltmesi yapılmaktadır. Bu da dekarda çapacı sayısı bakımından en az üçte bir tasarruf sağlamaktadır (Anonim, 2009b).

İkinci çapadan sonra haşhaş çok hızlı bir gelişme göstermekte ve bitkiler toprağı gölgelemektedir. Böylece yabancı otların gelişmesine imkân vermemektedir (Şekil 1.9). Bu nedenle haşhaş tarımında 3. çapa yapmaya gerek kalmamaktadır (Erdurmuş, 1990).



Şekil 1.9. Haşhaş bitkilerinin sıra aralarını kapatması

Haşhaş %80-85 oranında kendine döllen, %15-20 yabancı döllen bir bitkidir. Haşhaşta döllenmenin büyük oranda çiçek açmadan gerçekleştiği (kleistogamy) bilinmektedir (Işıkan, 1955).

Haşhaşta çiçek tomurcukları ilk önce ana sap sonra da yan sap üzerindeki yaprak koltuklarında belirmektedir (Şekil 1.10). Bir bitkide ilk önce ana sap üzerindeki tomurcuk çiçek açmaktadır (Anonim, 2009b).



Şekil 1.10. Çiçeklenmiş haşhaş bitkileri

Haşhaşta, hastalık ve zararlıların bulaşık olduğu arazilerde büyük verim düşüşleri olabilmektedir. Haşhaşta görülen başlıca hastalık ve zararlılar; haşhaş kök boğazı yanıklığı, haşhaş mildiyösü, haşhaş kök kurdudur (Anonim, 2009b).

Erken kışlık ekimlerde bitki dokuları zararlının faaliyette olduğu dönemde sertleşeceğinden mücadelede etkin olmaktadır. Ayrıca çapalama, seyreltme ve ekim nöbeti zararlı popülasyonunu düşürmede etkili olmaktadır (Anonim, 2009b).

Kimyasal mücadeleye ise ilkbaharda bitki başına 1-2 ergin zararlı görüldüğünde başlanmalı ve ilk yumurtalardan önce ilaçlama yapılması önerilmektedir. Bu dönemde haşhaşlar 4-6 çift yapraklı olduğundan 15 gün arayla iki ilaçlamanın yeterli olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2009b).

Haşhaş hasadı Temmuz-Ağustos ayları içinde yapılmaktadır. Haşhaş kapsülleri kuruduğu zaman zarlar üzerinde dizilen tohumlar kapsül dibine dökülmektedir. Bir bitki üzerindeki ya da bir tarladaki tüm kapsüller aynı zamanda olgunlaşmamaktadır (Şekil 1.11). En son oluşan kapsüller en son olgunlaştığından hasada karar vermek için en alt kapsüllere bakmak gerekmektedir (Şekil 1.12). Kapsüllerin açık ve kapalı oluşu bir çeşit özelliği olmakla birlikte, olgunlaştığı halde hasat edilmeyen ve güneşe maruz kalan, diğer bir ifadeyle aşırı derecede kuruyan kapsüllerde de açılma görülebilmektedir. Bu yüzden, hasatta tohum dökülmesine ve kayba neden olduğundan hasat zamanının geciktirilmemesi gerekmektedir (Anonim, 2009c).



Şekil 1.11. Olgunlaşmamış haşhaş kapsülleri



Şekil 1.12. Hasat olgunluğuna ulaşmış haşhaş kapsüleri

Hasat işlemleri Dünya’da çeşitli şekillerde yapılmaktadır. Afganistan, Hindistan, Pakistan gibi bazı ölkelerde haşhaş kapsüleri çizilerek (afyonu çıkartılarak) yapılmaktadır. Avustralya, Tasmania, Romanya, Macaristan ve Avusturya gibi ölkelerde ise haşhaş hasadı makine ile yapılmaktadır.

Uygulamada hasat mekanizasyonunda 2 yöntem vardır:

1-) Macaristan’da, sapı 10–20 cm uzunluktan kapsülle birlikte kesen ve biçme makinelerine monte edilebilir özel bir hasat adaptörü geliştirilmiştir. Kesim sonrasında, kapsül ve tohum ayırma, çiftlik merkezinde gerçekleştirilmektedir. Burada ürün öbekler halinde işleme zamanına kadar saklanabilmektedir (Şekil 1.13).



Şekil 1.13. Hasat adaptörlü haşhaş toplama makinası

2-) Modifiye edilmiş biçerdöver ile haşhaş kapsülleri 10–20 cm uzunluğunda saplardan kesilmektedir. Temiz ve kapçıksız haşhaş için bu yöntem etkili olmaktadır (Şekil 1.14). Hasat sonrası kapsül parçacıkları, yeşil ot parçacıkları ve diğer yabancı maddelerin haşhaş tohumundan hemen uzaklaştırılması gerekmektedir. Hasattan 6–8 gün önce herbisit kullanılarak bitki plantasyonunun yakılması ile hasatta daha iyi bir etkinliğe ulaşılabildiği ve bu yöntemin özellikle yağmurlu, soğuk bölgelerde ya da yıllarda etkili olduğu belirtilmektedir. Bu hasat yönteminin kullanılmasıyla hasat zamanının 5–7 gün daha erkene çekilebildiği ve hasat kapsül nem içeriğinin oldukça düşük olduğu bildirilmektedir (Földesi, 1992).

Mekanize hasadın, işgücü gereksinimi ve maliyetin düşük olması gibi avantajları olmasına karşın, hasat işlemi sırasında kapsül-tohum kaybı ve tohuma yüksek oranda zarar vermesi ise dezavantajlarının bulunduğu ifade edilmektedir (Németh, 1998).

Bu tip kullanılan makinaların bir diğer büyük dezavantajı ise hasat edilen haşhaş kapsülü ile birlikte oldukça fazla miktarda haşhaş sapını karıştırmasıdır. Bu olumsuzluğun elde edilen birim hammaddede alkaloid oranını düşürdüğü belirlenmiştir (Földesi, 1992).



Şekil 1.14. Modifiye edilmiş haşhaş biçerdöveri

Bu tip makinalar Avustralya ve Tasmania gibi günlük ışıklanma süresi yüksek olan ülkelerde tercih edilmektedir. Bu bölgelerde yetişen haşhaş bitkisinde, ışıklanma süresi fazla olduğu için kapsüldeki alkaloid oranının daha yüksek değerlerde bulunması ve ayrıca haşhaş bitki boylarının homojen olması bu gibi ülkelerde bu makinaların kullanımına olanak sağlamıştır.

Türkiye’de ve bazı ülkelerde haşhaş hasadı doğrudan kapsüllerin elle kırılması ile yapılmaktadır (Şekil 1.15). Elle hasatta, kapsüller sapa birleşme noktasından kırılarak toplanmaktadır. Tohumluk için ana kapsüllerden yeteri kadarı, başka renk karışmaması için bıçakla kesilip tohumları alınmaktadır. Ürünün geriye kalanı kapsül ezme makinesinden geçirilmekte veya tahta tokaçlarla kırılmaktadır. Hasat sırasında kapsüllerin çizilip çizilmediği belli olacak büyüklükte ezilmeleri, tozlanmaya meydan verilmemesi önerilmektedir (Anonim, 2012a; Anonim, 2012d).

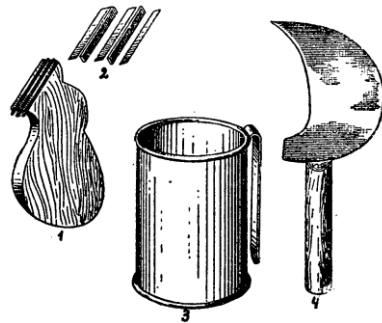
Afganistan, Çin ve Hindistan gibi ülkelerde ise kapsül yeşil iken kurumadan özel aletlerde çizilerek baz morfini toplanmaktadır (Şekil 1.16 ve Şekil 1.17). Daha sonra kapsüller el ile toplanıp çuvallara doldurulmaktadır.



Şekil 1.15. Türkiye’de haşhaş hasadı



Şekil 1.16. Hindistan, Çin ve Afganistan’da hasat (Anonim, 2013c)



Şekil 1.17. Afganistan’da kullanılan hasat aletleri (Anonim, 2013d)

Haşhaş kabukları ülkemizde yalnızca Toprak Mahsulleri Ofisi'ne satılmaktadır. Tohumlar ise tüccara satılabilmektedir. Haşhaş ekilecek ve kapsül üretilecek alanlar ülkenin tarımsal ve ekonomik durumu, yurtiçi ihtiyacı, ihraç imkânları ve mevcut stok durumuna göre her yıl Bakanlar Kurulunca tespit edilir ve Kararname en geç 1 Temmuz'a kadar yayımlanmaktadır. Bu konuda yeni bir karar alınmaması halinde, önceki kararname hükümlerinin uygulanmasına devam edilmektedir (Anonim, 2012b).

Haşhaş hasadının;

- Hasat zamanında çalışma koşullarının ağırlığı (hava sıcaklığı),
- Hasat için işgücü gereksiniminin fazlalığı,
- Hasat zamanında işçi bulmanın zorluğu,
- El ile hasatta ürünün fazla yer kaplaması,
- Ürünün araziden taşıma koşulları,
- Birim zamanda hasat veriminin düşük olması

gibi nedenlerden dolayı makina ile yapılması zorunluluğunu ortaya çıkarmaktadır.

Kapsül kırma makineleri farklı firmalar tarafından çok küçük mekanik farklılıklar bulunmasına rağmen, genel çalışma prensibiyle imal edilmektedir. Bu amaçla kullanılan makineler genellikle traktör kuyruk milinden (540 min^{-1}) hareket almakta ya da yaklaşık 5 BG'ndeki monofaze elektrik motoru ile çalıştırılmaktadır. Bu makinelerin iş kapasite ise yaklaşık 2 ton/h'dir.

Kapsül kırma makinelerinin deposuna elle konulan haşhaş kapsülleri, yedirme düzeni vasıtasıyla parçalama bölmesine aktarılmakta ve kapsüller parçalanmaktadır. Buradan eleklerle düşen kapsül kırıkları ve haşhaş tohumları elenmektedir. Alt eleğe dökülen haşhaş ve kavuzlar yine elenip ayrılmakta ve eleğin sonunda kapsüller ile haşhaşlar ayrılmaktadır. Ayrılan haşhaş ve kapsülleri ayrı ayrı çuvallara doldurulmaktadır (Şekil 1.18).

Üst eleğin delik çapı ortalama olarak 3-4 mm, alt eleğin ise delik çapları 2-3 mm civarındadır. Alt elek kapsül ve kavuz parçalarını haşhaştan iyi ayırmalıdır. Aksi durumunda yemeklik haşhaşın tadı acılaşarak, kalitesizleşmektedir.



Şekil 1.18. Haşhaş kapsül kırma makinası

Haşhaş tarımı ülkemizde sınırlı olarak devlet kontrolü altında yapılmaktadır. Genellikle de tarımı yapıldığında diğer ürünlere göre iyi bir alternatif olarak ortaya çıkmaktadır. Baklagiller ve tahıl ürünlerine göre daha yüksek gelir sağlayan bir üründür. Örneğin 2005 yılında bir hektarlık haşhaş tarlasından 1544 YTL'lik bir gelir elde edilirken, bu miktar buğdayda 932 YTL, nohutta ise 894 YTL olmuştur. Üstelik haşhaşta ödemeler peşin olarak yapılmaktadır. Şekerpancarında gelirin yüksek olmasına karşılık iki yıl üst üste aynı üreticiye ekim izni verilmemesi, kota uygulamaları ve peşin ödeme yapılamaması haşhaş tarımının önemini artırmıştır (Kadioğlu, 2007). Ancak ekim, bakım ve hasat işlemlerinin yoğunluğu ve zorluğu haşhaş tarımını sınırlandırmaktadır. Son yıllarda ekim işleminin makineleşmesi bakım işlerini de beraberinde daha rahat yapma olanağını ortaya koymaya başlamıştır. Fakat hasat işlemi için ülkemiz şartlarına uygun henüz bir makinenin geliştirilememiş olması haşhaş tarımının önünde bir engel olarak ortaya çıkmaktadır. Diğer ülkelerde kullanılan hasat makinaları ise haşhaş kapsülleri ile haşhaş saplarının karışmasına neden olmaktadır. Bu ise hasat edilen ürünün morfin değerinin önemli derecede düşmesine neden olmaktadır. Ülkemizde haşhaş hasat makinesinin geliştirilmesi ve üreticiye sunulması ile üreticilerin ekim kotasını zorlayacak şekilde ekim alanlarını artırmaları beklenmektedir. Dolayısı ile ülkemizde haşhaş hasadının makine ile yapılması haşhaş tarımına yeni bir vizyon kazandıracaktır.

Bu çalışmada, haşhaş hasat makinasının geliştirilmesine esas olmak üzere mekanik hasat parametrelerinin, laboratuvar ortamında prototip bir sistem üzerinde belirlenmesi amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Er ve Arslan (1972), haşhaş tarımında 1 dekar araziden ortalama olarak 100-150 kg tohum, 1-2 kg afyon ve 400-500 kg/da sap alınabileceğini ortaya koymuşlardır.

Açıl (1974), haşhaş yetiştiriciliği yapan tarım işletmelerinin haşhaş yetiştirmeleri yasaklanması üzerine, yeni şartlarda işletme bünyelerinin gelir artırıcı yönde düzenlenmesi yönünde, Uşak ili haşhaş yetiştiren tarım işletmelerinde en uygun ürün bileşiminin ortaya konulması yönündeki araştırmasında, haşhaş ürününün diğer yetiştirilen tarım ürünlerine nazaran daha çok kâr getirdiğini ortaya koymuştur. Dolayısıyla haşhaş ekiminin yasaklanması ile karşılaşılan kaybın tamamının diğer herhangi bir ürünün haşhaşın alternatifi olması ile karşılanamadığını belirtmiştir.

Arslan (1982), değişik gelişme devrelerinde hasat edilen haşhaş bitkilerinin değişik kısımlarındaki morfin oluşumunu araştırmıştır. Farklı tohum renkli bitkiler ve bitki organları ortalaması olarak en yüksek morfin oranını %0.23 ile yeşil olgunluk ve %0.17 ile tomurcuk çiçek devresini izlediğini kaydetmiştir. Tohum renklerine göre morfin oranı bakımından sıralamanın ise gri, kahve, pembe, sarı ve beyaz şeklinde olduğunu belirtmiştir.

Camcı (1983), farklı renkte tohumlara sahip çeşitlerde yaptığı çalışmalarında tohum verimleri bakımından çeşitlerin arasında bir farklılık bulunmadığını; kapsül verimi bakımından mavi tohumlu çeşidin ilk sırayı aldığını bildirmiştir.

Koç vd. (2006), seçilmiş bazı haşhaş hatlarının morfin oranları yönünden değerlendirilmesi üzerine Afyon ve Denizli ekolojik koşullarında 1999–2002 yılları arasında 3 yıl süreyle yürüttükleri araştırmada Afyon Kocatepe Tarımsal Araştırma Enstitüsü haşhaş ıslah çalışmalarından elde edilen F6 safhasındaki 40 adet hat ile Afyon Kalesi–95, Ankara–94, Şuhut–94 çeşitlerini materyal olarak kullanmışlardır. Haşhaş hatları her iki lokasyonda da kışlık olarak, tesadüf blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü olarak yetiştirilmiştir. Denizli ilinin Honaz ilçesinde kurulan denemede en yüksek morfin oranı %0.912 ile 174 nolu mavi tohumlu hattın elde edilmiştir. Bunu sırasıyla %0.811 ile 35 nolu sarı tohumlu hat ve %0.775 ile 23 numaralı beyaz tohumlu hat izlemiştir. Kontrol olarak kullanılan çeşitlerden en fazla morfin, %0.589 ile Afyon Kalesi–95 çeşidinden elde edilmiştir. En yüksek morfin oranına sahip hatlarla kontrol çeşitleri arasında

önemli farklılıklar tespit edilmiştir. 2001–2002 tarım döneminde Enstitü arazilerinde kurulan verim denemesinde ise, en yüksek morfin oranı %0.839 ile beyaz tohumlu 23 numaralı hattın elde edilirken, kontrol çeşitlerinden %0.534–0.612 oranında morfin elde edilmiştir.

Koç vd. (2012), bazı yerel haşhaş genotiplerini, tohum ve kapsül verimi açısından değerlendirmişlerdir. Tohum ve kapsül verimi açısından sarı tohumlu deneme verimleri, beyaz tohumlu deneme verimlerinden düşük kalmıştır. Her iki tohum renginde de tohum ve kapsül veriminde yerel materyalde önemli varyasyon tespit edilmiştir. İslah çalışmalarında tohum ve kapsül verimi açısından melez bahçesinde mutlaka yerel materyalin bulunması gerektiğini ortaya koymuşlardır.

Shuckla ve Khanna (1987) afyon veriminin, gövde çapı, kapsül sayısı ve tohum ağırlığı ile sıkı pozitif genotopik ilişkisi olduğunu, buna rağmen bitki boyu ve çiçeklenme süresi ile negatif kolerasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca yüksek afyon verimi için yapılacak ıslah çalışmasında kısa boylu, geniş gövdeli, fazla sayıda büyük kapsüllü ve özellikle tohum ağırlığı fazla olan bitkilerin seçilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Erdurmuş (1989), haşhaş (*Papaver Somniferum* L.) hatlarında fenolojik ve morfolojik karakterlerin morfin ve tohum verimleriyle ilişkileri üzerine yapmış olduğu araştırmasında, haşhaşta tohum verimi için seçimde; sarı tohumlu, kalın saplı, çok kapsüllü ve stigma ışın sayısı yüksek bitkilerin dikkate alınması gerektiğini ortaya koymuştur. Kabukta morfin oranını artırma yönünde seçim için; püssüz, sarı veya beyaz tohumlu, uzun boylu, stigma ışın sayısı yüksek, büyük indeksli bitkilerin dikkate alınması gerektiği sonucuna varmıştır. Morfin verimini artırmak için ise; püssüz, sarı tohumlu, kalın saplı, stigma ışın sayısı fazla ve kalın kabuklu aynı zamanda da çok sayıda kapsüllü bitkilerin dikkate alınması gerektiğini öne sürmektedir.

Ghiorghita vd. (1990), kendine döllenmenin haşhaşta, kapsül boyutlarını, kapsül başına tohum verimini ve morfin oranını azalttığını belirtmişlerdir. Ama her zaman artan dal sayılarıyla bitki başına kapsül, tohum ve morfin verimleri arasında ilişkinin olmadığını belirtmişlerdir. Morfin oranı değişiminin belirgin olduğunu, morfin oranı ile kapsül karakteri veya dal sayısı arasında belirgin bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Büyükgöçmen (1993) araştırmasında; farklı yörelerden temin edilen ve 193 haşhaş popülasyonunda incelenen fenolojik ve morfolojik karakterlere ait değerleri belirlemiştir. Ayrıca bu popülasyonlara ait tohum ve kabuk verimleri, tohumlarındaki yağ oranları (%) ve kapsüllerindeki morfin (%) oranlarını da tesbit etmiştir. Araştırma sonuçlarına göre; çiçeklenme süresi 75-85 gün, olgunlaşma süresi 106-119 gün, bitki boyu 60-98 cm, koza sayısı 1.3-43.9 adet, ana koza eni 2.43-3.98 cm, ana koza boyu 2.76-4.29 cm, kapsül indeksi 0.670-1.110, stigma ışın sayısı 8.1-11.8 adet, bitki başına tohum verimi 2.41- 5.99 g, bitki başına kapsül verimi 2.06-5.41 g, tohumda yağ yüzdesi %39.92-56.07, kabukta morfin oranı %0.21-0.74 arasında belirlenmiştir.

Gümüşcü (1996), seçilmiş bazı haşhaş çeşit ve hatlarının verim öğelerinin karşılaştırılması üzerine araştırmasında, en yüksek morfin oranının kışlıklarda Macaristan orjinli hatta, yazlıklarda ise Türkiye orjinli 10 numaralı hatta olduğunu ortaya koymuştur. En düşük morfin oranını kışlıklarda A.Ü.Z.F. orjinli 3 numaralı hatta ve İspanya orjinli 14 numaralı hatta, yazlıklarda yine A.Ü.Z.F. kökenli 2 numaralı hatta olduğunu ortaya koymuştur.

Erdemoğlu vd. (2004) araştırmalarında, Türkiye’de ekimi yapılan 84 beldeden toplanan haşhaş kapsülü örneklerinde yapılan analizlerde alkaloid miktarlarının önemli derecede düşük çıkmasının; ülkemiz için önemli bir bitki olan *Papaver Somniferum*’da tohum ıslah çalışmalarının yapılma gerekliliğini ortaya koymuşlardır.

Karadavut vd. (2006), yabancı kökenli haşhaş çeşit ve popülasyonlarının bazı bitkisel özellikleri üzerine 97 hat ile yaptıkları araştırmada elde edilen verilerin ileride yapılacak olan ıslah çalışmalarında eksikliği duyulan bilgi birikiminin giderilmesine katkı sağlayabilecek olduğunu ve haşhaş ekim alanlarının sürekli daralması ile azalan ekim alanlarının verimli yüksek çeşitlerin seleksiyonu ile ekim alanından kaynaklanan ekonomik zararın yüksek verim oranları ile kapatılabilir olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Katar (1997), azotlu gübre verme zamanı ve miktarının haşhaşın verim ve diğer bazı özellikleri üzerine etkilerini araştırdığı çalışmasını, 1995-1996 vejetasyon döneminde Tokat-Kazova koşullarında yürütmüştür. Araştırmada, en yüksek kapsül+tohum verimi 514.8 kg/da ile 20 kg/da azotun ½’si ekimle, ¼’ü sapa kalkma başlangıcında ve kalan ¼’ü çiçek tomurcuklanma oluşum başlangıcında

verilmesi ile elde etmiştir. En yüksek tohum verimi 266.3 kg/da olarak aynı doz ve uygulama zamanından alınırken, en yüksek kapsül verimi ise 255.8 kg/da ile 20 kg/da azotun tümünün ekimle verilmesinden elde etmiştir. Kapsül+tohum verimi bakımından yapılan ekonomik analiz sonucunda en karlı işlemin 37.441.518 TL/da getiri ile 20 kg N/da dozunun ½'si ekimle, ¼'ü sapa kalkma başlangıcında ve kalan ¼'ü çiçek tomurcuklanma oluşum başlangıcında verilmesi ile olduğunu vurgulamıştır.

Koç vd. (2004), çinko uygulamalarının haşhaş bitkisinin verimini doz arttıkça düşürdüğünü, çinko gübrelemesi yapılırken toprak analizleri ile alınabilir çinko rezervlerinin iyi tespit edilmesi ve buna göre çinko uygulaması yapılmasının uygun olacağını belirtmişlerdir.

İncekara (1949), haşhaşta bin dane ağırlığının 0.280-0.610 gram arasında değiştiğini, kapsül başına düşen tohum miktarı ile kapsül genişliği arasında önemli bir oran olduğunu ortaya koymuştur.

Karaca (1996), Afyon yöresinde imal edilen haşhaş kapsülü kırma-ayırma makinasının bazı yapısal ve işletme özelliklerinin belirlenmesi ve geliştirilmesi olanaklarını araştırmıştır. Bu amaçla ikinci ünite devri, elek stroku ve besleme ağız kesit alanının özgül enerji tüketimi, iş kapasitesi ve temizleme etkinliği üzerine etkilerini tespit etmiştir. Sonuç olarak 270 min⁻¹ ikinci ünite devri, 58 mm elek strokuna karşılık 361 mm'lik besleme ağız kesit alanının en uygun çalışma durumu olduğunu saptamıştır.

Kurt vd. (2012), makine tasarımında net ve geçerli bir çözüme ulaşmak için sorunlar ve isteklerin önceden açık tarzda belirlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Tasarımın, örneği görülmemiş, incelenmemiş bir sistem oluşturmak yani icat etmek olarak düşünülmemesi gerektiğini, aksine makinanın tasarımını yapabilmek için, örnek alınabilecek benzer sistemlerin ve modellerin incelenmesi, teknik özelliklerinin ve çalışma tarzlarının etüt edilmesinin en olumlu yol olduğunu ifade etmişlerdir. Bu nedenle tasarım isteğinin çoğu kez ana hatları belli bir sistemin, belli bir amaç doğrultusunda daha uygun şekle getirilmesi işi olarak düşünülmesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Erdoğan (1984) eserinde bir makinanın imalatında malzeme seçimi yapılırken dayanım, elektrik ve ısı iletkenliği, yoğunluk v.b. özelliklerinin göz önünde

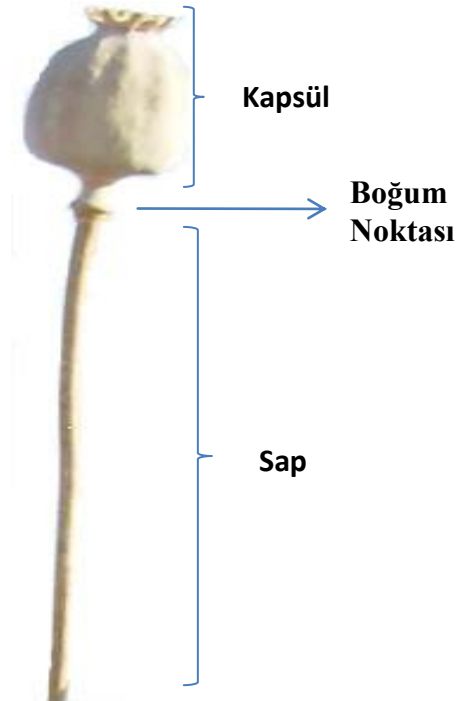
tutulması gerektiğini ifade etmiştir. Ayrıca, yapım ve kullanım sırasında malzemenin durumu, şekillendirme, talaş kaldırma, kimyasal dayanıklılık, radyasyon özellikleri, fiyat ve piyasada bulunma durumunun da düşünülmesinin gerekliliğini vurgulamıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Haşhaş Bitkisi

Laboratuar denemelerinde kullanılmak üzere 2011 yılı hasat döneminde Afyon Alkaloid Fabrikası üretim alanlarından biçilerek toplanan yaklaşık 2500 adet Ofis-8 çeşidi haşhaş bitkisi (Şekil 3.1) kullanılmıştır. Yaklaşık olarak 450 adet bitki rastgele seçilerek fizikomekanik özellikleri belirlenmiştir. Bu amaçla bitki boyu, sap çapı, kapsül boyutları (çap ve boy), kapsül kütlesi, kapsülün saptan kopma direnci, kapsül kırılma direnci, bitki ağırlık merkezi, kabuk kalınlığı, kapsül ve sap nem içeriği, kapsül indeksi parametreleri ölçülmüştür. Ayrıca Toprak Mahsulleri Ofisi'nin alım kriterleri göz önünde bulundurularak, farklı sap uzunluklarına sahip haşhaş bitkilerinin yabancı madde oranları da ölçülmüştür. Şekil 3.1'de denemelerde kullanılan haşhaş bitkisi, Şekil 3.2'de ise haşhaş kapsülünün iç kısmı ve tohumları görülmektedir.



Şekil 3.1. Haşhaş bitkisinin kapsül, boğum ve sap kısmı



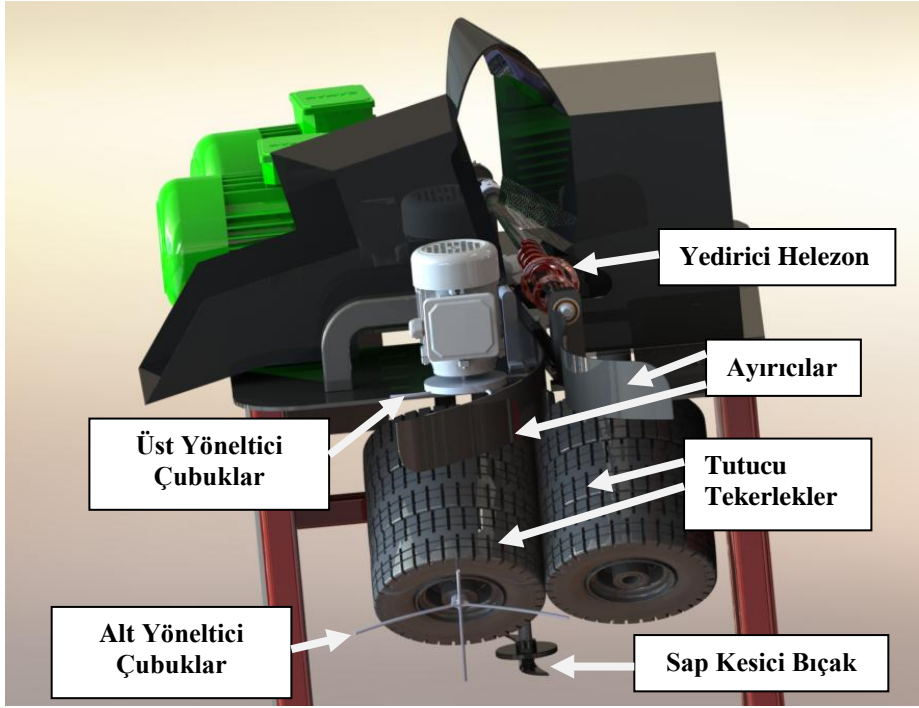
Şekil 3.2. Haşhaş kapsülünün iç kısmı ve haşhaş tohumu

3.1.2. Toplama Sistemi

Tasarlanan haşhaş kapsül toplama sistemi, önünde bulunan ayırıcılar tarafından haşhaş bitkilerini koparıcı üniteye yönlendirmektedir. Yönlendirilen haşhaşlar öncelikle sapların alt kısmından, açılı olarak yerleştirilmiş olan tutucu tekerlekler tarafından kavranmaktadır. Haşhaş bitkilerinin etkin şekilde tutucu tekerleklerle yönlendirilmesinde, tekerleklerin altına yerleştirilmiş alt yöneltici çubuklar aktif rol almaktadır. Alt kısımlarından tutucu tekerlekler tarafından kavranan haşhaş bitkileri, kapsül kısmına yakın yerlerinden ise üst yöneltici çubuklar tarafından yedirici helezonlara doğru yönlendirilmektedir.

Diğer taraftan tutucu tekerlekler tarafından kavranan bitki saplarının serbest hale gelebilmesi için, bitki sapları zemine yakın yerlerinden tutucu tekerleklerin altına yerleştirilmiş sap kesici bıçaklar tarafından kesilmektedir.

Kesilen saplar serbest hale gelince tutucu tekerlekler bitkiyi açılı bir şekilde aşağıya doğru çekerek, kapsüllerin yedirici helezonun üst kısmına dayanmasını sağlamaktadır. Böylece farklı boylardaki haşhaş kapsülleri aynı sap boyundan kesilmeye hazırlanmış olmaktadır. Yedirici helezonun arasında bulunan haşhaş kapsülleri, helezon tarafından sap kesici testereye yönlendirilmekte ve haşhaşlar kısa saplı olarak kesilmektedir. Kesilen kapsüller yöneltici plakalar tarafından depoya doğru yönlendirilmektedir (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Denemelerde kullanılan toplama sistemi

3.1.2.1. Elektrik motoru

Prototip toplama sisteminde ve tarla simülöründe farklı güç istekleri göz önüne alınarak toplam 5 adet elektrik motoru kullanılmıştır (Çizelge 3.1). Bu elektrik motorları; üst yöneltilici çubuklar (0.12 kW), sap kesici bıçaklar ve kapsül kesici testere (0.37 kW), yedirici helezon (2.2 kW), tutucu tekerlekler (3 kW) ve tarla simülörünün (2.2 kW) tahrikinde kullanılmıştır.

Çizelge 3.1. Denemede kullanılan elektrik motorlarının bazı özellikleri

Güç	0.12 kW	0.37 kW	2.2 kW	3 kW
Marka	Volt	Volt	WAT	WAT
Akım Şiddeti (A)	0.42	1.2	8.3-8.6	11.2-11.7
Gerilim (V)	220/380	380	220/380	220/380
Frekansı (Hz)	50/60	50/60	50/60	50/60
Motor Hızı (min^{-1})	1390	1390	1420	1420
İnşa Tipi	Ayaklı 3B	Ayaklı 3B	Ayaklı 3B	Ayaklı 3B
Ağırlık (kg)	4	4	20.7	24
İşletme Tipi	S1	S1	S1	S1

Ayrıca elektrik motoru seçiminde, elektrik motorlarının kullanılacağı konum ve elektrik motorlarının boyutları göz önüne alınarak TS 731-732-3067 normlarına göre seçim yapılmıştır.

3.1.2.2. İnvörtör

Tarla simülöründe ilerleme hızı ile toplama sisteminde bulunan yedirici helezon, üst yöneltici çubuklar ve tutucu tekerleklerin devrini ayarlamak üzere toplam 3 adet invörtör kullanılmıştır (Şekil 3.4). İnvörtörlerin özellikleri Çizelge 3.2’de belirtilmiştir.



Şekil 3.4. Denemede kullanılan invörtör

Çizelge 3.2. İnvörtörlerin özellikleri

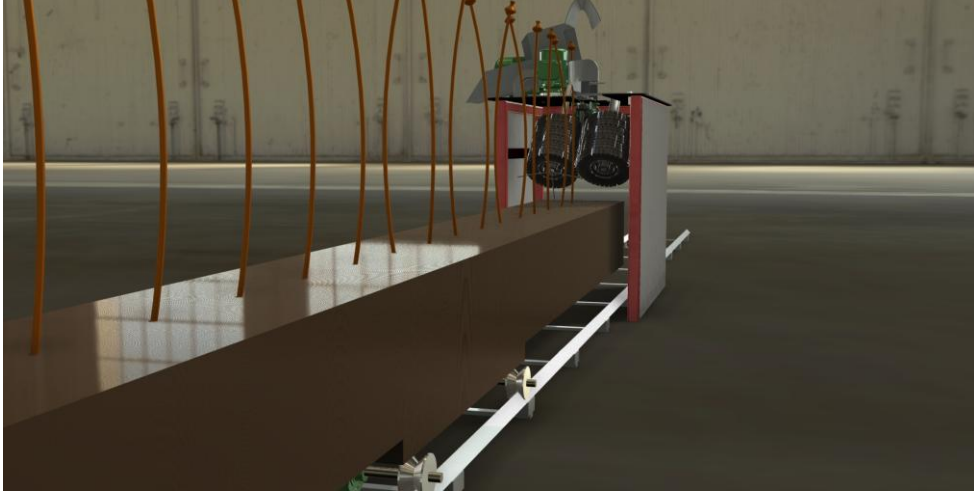
Modeli	Delta VFD-E Serisi
Maksimum çıkış voltajı (VAC)	Giriş voltajı ile orantılı 3 fazlı çıkış-380
Çıkış Frekansı (Hz)	0.1-600
Güç (kW)	2.2 (2 adet)-3.5 (1 adet)
Giriş Frekansı (Hz)	50/60
Soğutma Tipi	Fanlı
Fonksiyon	PLC
Keypad	Taşınabilir, Dijital

3.1.3. Tarla Simülatörü

Laboratuvar denemelerinde kullanılmak üzere, üzerine bitkilerin yerleştirildiği, ahşap malzemeden yapılmış 500 cm uzunluğa, 50 cm genişliğe ve 25 cm yüksekliğe sahip bir tarla simülatörünün imalatı yapılmıştır. Tarla simülatöründe, 2.2 kW gücündeki elektrik motorundan zincir dişli sayesinde tahrik edilen araba, 800 cm uzunluğundaki metal raylar üzerinde hareket etmektedir (Şekil 3.5). Tarla simülatöründe ilerleme hızının kademersiz olarak ayarlanabilmesi için invertör kullanılmıştır. Arabanın üst yüzeyinde tarladaki bitki sıra üzeri mesafelerine uygun olarak bitkilerin yerleştirilebileceği delikler 25 cm aralıklarla açılmıştır (Şekil 3.6).



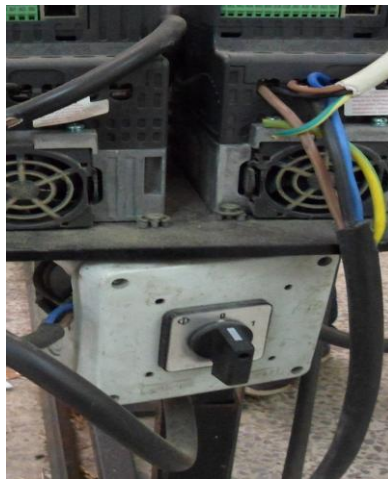
Şekil 3.5. Tarla simülatörünün konumu ve tahrik motoru



Şekil 3.6. Tarla simülâtörü, bitkiler ve toplama sistemi

3.1.4. Kumanda Kontrol Ünitesi

Toplama sistemi ve tarla simülâtöründe mevcut olan elektrikli ve elektronik cihazların kumanda ve kontrolünü sağlamak için üzerinde ana şalter ve açma-kapama anahtarı bulunan bir kumanda kontrol ünitesi kullanılmıştır. Bu ünite sayesinde tarla simülâtörüne ve kapsül kesici testere ile sap kesici bıçağa hareket ayrı ayrı verilebilmektedir (Şekil 3.7). Böylece denemeler sırasında ünitelerin çalıştırılıp durdurulması daha kolay ve güvenli olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.7. Kapsül kesici testere ve sap kesici bıçağın kontrolü

3.1.5. Ölçüm Setleri

Denemeler sırasında farklı ölçüm alet ve cihazlarından yararlanılmıştır. Bunlar; devir ölçüm cihazı, dijital kumpas, mikrometre, el dinamometresi, hassas terazi ve etüvdür.

3.1.5.1. Devir ölçüm cihazı

Haşhaş kapsül toplama makinasında bulunan yedirici helezon ile tutucu tekerleklerin devirlerini ve tarla simülatörünün hızının ölçülmesinde temaslı ve optik olarak ölçüm yapabilen dijital takometre (LUTRON) kullanılmıştır (Şekil 3.8, Çizelge 3.3).



Şekil 3.8. Lutron takometre cihazı ve temaslı ölçüm uçları

Çizelge 3.3. Takometre cihazı teknik özellikleri

Kullanım yeri	Devir ölçümleri, yüzey hızı ölçümleri
Ölçüm aralığı (temassız)	5 ile 100000 min ⁻¹
Ölçüm aralığı (temaslı)	0.5 ile 19999 min ⁻¹
Ölçüm hassasiyet	% 0.05
Yüzey hızı	m/min

3.1.5.2. Dijital kumpas

Haşhaş kapsülleri ve sapların çaplarının ölçümünde kullanılmak üzere 0.01 mm hassasiyete ve 0-200 mm ölçüm aralığına sahip dijital kumpas (MITUTOYO) kullanılmıştır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. Dijital kumpas

3.1.5.3. El dinamometresi

Çalışmada haşhaş bitki saplarının kopma dirençlerinin ve kapsüllerin kırılma dirençlerinin ölçülmesinde mekanik bir el dinamometresi (SHIMPO MF-10) kullanılmıştır. Bu dinamometre maksimum kuvvet sabitleme özelliğine sahiptir (Şekil 3.10, Çizelge 3.4).



Şekil 3.10. Denemede kullanılan mekanik el dinamometresi

Çizelge 3.4. El dinamometresi teknik özellikleri

Tip	Mekanik
Kullanım Yeri	Bası ve çeki kuvveti ölçümü
Ölçüm Kapasitesi (kg)	10
Ölçüm Aralığı (kg)	0.05
Standart Sapma (%)	0.2

3.1.5.4. Hassas terazi

Çalışmada haşhaş kapsüllerinin ve saplarının nem tayini ve kapsül kütlesi ölçümlerinde 0.01 g hassasiyetine ve 600 g maksimum ölçme kapasitesine sahip dijital göstergeli elektronik hassas terazi (SARTORIUS BL 610) kullanılmıştır (Şekil 3.11).



Şekil 3.11. Denemede kullanılan hassas terazi

3.1.5.5. Mikrometre

Denemede haşaş kapsül kabuğunun kalınlıklarının ölçülmesinde 0.001 mm hassasiyete ve 0-25 mm ölçüm aralığına sahip dijital mikrometre (MİTUTOYO 293-240) kullanılmıştır (Şekil 3.12).



Şekil 3.12. Denemede kullanılan dijital mikrometre

3.1.5.6. Etüv

Denemelerde kullanılan haşaş bitkilerinin kapsül ve sap kısımlarındaki nem oranını tayin etmek için etüv (Memmert-UNB500) kullanılmıştır (Şekil 3.13). Denemede kullanılan etüvün teknik özellikleri Çizelge 3.5’de verilmiştir.



Şekil 3.13. Denemede kullanılan etüv

Çizelge 3.5. Denemede kullanılan etüvün teknik özellikleri

İç Hacmi (L)	108
Çalışma Sıcaklıkları (°C)	20-220
Gösterge	Dijital-Mekanik Kontrollü
İç ve Dış Aksam	Paslanmaz Çelik

3.1.5.7. Kamera

Deneme sırasında yapılan tüm işlemleri görebilmek, denemede ortaya çıkan ve sonuçlara etki eden olumsuzlukları ortaya koyabilmek ve gerekli tedbirleri almak adına tüm denemeler kamera (Panasonic HS-80) ile kaydedilmiştir (Şekil 3.14).

Denemede kullanılan kameranın teknik özellikleri ise Çizelge 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.14. Denemede kullanılan kamera

Çizelge 3.6. Denemede kullanılan kameranın teknik özellikleri

Boyutları (Genişlik x Yükseklik x Derinlik)	60 x 64 x 109 mm
Ağırlık (Pilsiz)	265g
Toplam Piksel	1.5 mega piksel
Dijital Zum	90x / 2000x (Maksimum zum)
Monitör (LCD)	6.7cm (2.7") Geniş LCD
Güç Kaynağı (Pil / AC Adaptör)	DC3.6V/5.0V

3.1.6. Deneme Yeri

Araştırma, 2010-2012 yıllarında Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Laboratuvarında yürütülmüştür. Deneme yeri ve düzeneği Şekil 3.15'de görülmektedir.



Şekil 3.15. Deneme yeri ve deneme düzeneği

3.2. Yöntem

Çalışmanın yürütülmesinde kullanılan yöntemler, haşhaş kapsüllerinin fizikomekanik değerlerine ait ölçümler, prototip haşhaş kapsül toplama sisteminin tasarım ve imalatı, mukavemet analizleri, laboratuvar denemeleri ve istatistiksel analizler ana başlıkları altında ele alınmıştır.

3.2.1. Haşhaş Kapsüllerinin Fizikomekanik Değerlerine Ait Ölçümler

Fizikomekanik ölçümlerde kullanılmak üzere, her bir parametrenin belirlenmesi için 50 adet bitki rastgele seçilmiştir.

Öncelikle her bir bitkinin boyu tek tek ölçülmüş ve ortalamaları hesaplanmıştır. Daha sonra sap çapı, kapsül çapı, kapsül boyu ve kütle ölçümleri gerçekleştirilerek ortalamaları hesaplanmıştır.

Toprak Mahsulleri Ofisi'nin haşhaş alımlarına ilişkin genelgesi, her yıl güncellenmektedir. Bu genelgeye göre “Alımı yapılan haşhaş kapsüllerinin boğum yerinden koparılması gerekmektedir. Boğumdan sonraki sap kısmının ihtiva ettiği alkaloid oranında düşme olduğundan sap parçacıkları da yabancı madde içerisinden kabul edilmekte olup haşhaş kapsülü alımlarında yabancı madde oranı %8 ile sınırlandırılmaktadır.” Bu genelge göz önünde bulundurularak, koparılan haşhaş kapsüllerindeki farklı sap uzunluklarının %8'lik sınır içerisinde bulunup bulunmadığının ortaya konulması amacıyla, farklı sap uzunluklarının kabul edilebilir oranları belirlenmiştir. Buna göre 0, 1, 2, ..., 9, 10 cm sap uzunluklarına sahip 11 grupta yirmişer adet tohumları boşaltılmış haşhaş kapsülleri, kütleli ölçüme tabi tutularak, farklı sap uzunlukları için yabancı madde oranları (YMO) aşağıdaki eşitlikten belirlenmiştir.

$$YMO(\%) = \frac{m_k - m_{sk}}{m_k} \cdot 100 \quad (3.1)$$

m_k : Saplı boş kapsül kütlesi (g),

m_{sk} : Sapsız boş kapsül kütlesidir (g).

Sap kopma direnci ölçülürken her bir bitki, boğum yerinden yaklaşık olarak 10 cm uzunluk bırakılarak sabitlenmiştir. Sabitlenen haşhaş bitkilerinin kapsül kısımlarından el dinamometresi yardımı ile kuvvet uygulanmıştır. Uygulanan kuvvet sonucunda el dinamometresinden okunan değer kapsül sap kopma direnci olarak kaydedilmiştir.

Kapsül kırılma direncinin ölçülmesinde ise 13.5 mm çaplı dairesel uca sahip el dinamometresi kullanılmıştır. Dinamometre ile düz bir zemin üzerinde sabitlenen kapsüle, kabuk kırılma noktasına kadar baskı uygulanmıştır. Kapsülün kırılma noktasında el dinamometresinde okunan değer kapsül kırılma direnci olarak kaydedilmiştir. Kırılan kapsüllerin kabuklarının kalınlığı ise dijital mikrometre yardımı ile ölçülmüş ve ortalama değerleri elde edilmiştir.

Son olarak ölçüm yapılan bitkilerden 5'er adet kapsül ve sap alınarak ağırlıkları hassas terazide ölçülmüştür. Ölçümler 5 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Ölçülen materyaller etüve konulmuş ve 105°C'de 1 gün süre ile bekletilerek tekrar tartılmıştır. Kapsül ve saptaki nem oranlarının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılmıştır (Alayunt, 2000).

$$Nem(\%) = \frac{W_o - W}{W} \cdot 100 \quad (3.2)$$

W: Kuru ürün ağırlığı (g),

W_o: Yaş ürün ağırlığıdır (g).

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

$$Kapsül\ İndeksi = \frac{Kapsül\ Boyu(mm)}{Kapsül\ Çapı(mm)} \quad (3.3)$$

3.2.2. Prototip Haşhaş Kapsül Toplama Sisteminin Tasarım ve İmalatı

Haşhaş toplama sisteminin ana çatısının profil işçiliği ve montajı Alpler A.Ş. firmasında tamamlanmış olup, tasarımlardaki gerekli değişiklikler Ziraat Fakültesi Makine Atölyesi ve Aydın Sanayi Sitesi'ndeki küçük işletmelerde

gerçekleştirilmiştir. Tasarım ve imalat aşaması ardışık bir işlemler zincirinden oluşmaktadır.

Haşhaş kapsülleri el ile toplanırken, sap kısmından tutularak diğer el ile kapsül kavranıp yana doğru yön verme işlemi uygulanmaktadır. Prototip sistemin tasarım başlangıcında, haşhaş kapsüllerinin el ile toplanması yöntemi temel çalışma prensibi olarak belirlenmiştir. Buna göre, öncelikle haşhaş kapsüllerinin sap boğum noktasından kırılarak ya da kesilerek ayrılması ve bu kapsüllerin sağlam bir şekilde bir depoda toplanması öngörülmüştür. Bundaki amaç; haşhaş kapsüllerinin içerisindeki haşhaş tohumlarının ekonomik değerlerinin bulunmasıdır.

Sistemin imalatı sırasında malzeme seçiminde özellikle malzeme fiyatı ve piyasada bulunulması, yapım ve kullanım sırasında malzemenin durumu, şekillendirme ve talaş kaldırma özellikleri üzerinde önemle durulmuştur.

Prototip sistemin imalatında kullanılan bazı önemli parçaların malzeme sınıflandırması DIN 50100 ve DIN 17440 standartlarına göre yapılmış ve buna göre malzeme özellikleri Çizelge 3.8’de verilmiştir.

Çizelge 3.7. Genel imalat çelikleri için mukavemet değerleri (Kurbanoglu, 2009; Kutay, 2009)

Malzeme	Prototip sistemde kullanımı	Kalınlık için minimum mukavemet değerleri (N/mm ²)			
		Statik-çekme mukavemeti ≤16	Çekme-akma sınırı ≤16	Statik-çekme mukavemeti ≤40	Çekme-akma sınırı ≥40
St 37-2	Makinanın ön kısmında haşhaş ayırıcı kısmı	340	235	225	340
St 50-2	Pim ve cıvata	470	295	285	470
St 52-3	Tekerlek çatı bağlantı ayaklarında	490	355	345	490
St 60-2	Dişli ve kamalar	570	335	325	570
X20Cr13	Yedirici çubuklar	800-950	450	-	-

Sistemin imalatında kullanılan cıvatalara ait bazı mukavemet değerleri ise Çizelge 3.8’da verilmiştir.

Çizelge 3.8. Değişken mukavemet gerilmesi değerleri (Kurbanoglu, 2009)

Cıvata	Değişken Mukavemet Gerilmesi Değerleri (N/mm ²)	
	M6	6.0
M8	5.0	6.5
M10	4.5	5.5
M16	4.0	4.5
M24	4.0	4.0

Ayrıca yedirici helezon ve tutucu tekerleklerin elektrik motorlarına bağlantılarında göbek ölçüleri ve kama uzunlukları belirlenmiştir. Bunun için çeşitli bağlama şekillerine göre göbek ölçüleri ve kama uzunluğu standartlarına göre hesaplama yapılmıştır. Buna göre;

Kamalı millerde minimum ve maksimum göbek çapları (Kurbanoglu, 2009),

$$d_{kg \min} = 1.6d_{km} \quad (3.4)$$

$$d_{kg \max} = 1.8d_{km} \quad (3.5)$$

Kamalı millerde minimum ve maksimum kama uzunluğu ise (Kurbanoglu, 2009),

$$L_{k \min} = 0.6d_{km} \quad (3.6)$$

$$L_{k \max} = 0.8d_{km} \quad (3.7)$$

eşitlikleri ile hesaplanmaktadır.

Burada;

d_{kg} = Kamalı mil göbek çapı (mm),

d_{km} = Kamalı mil çapı (mm),

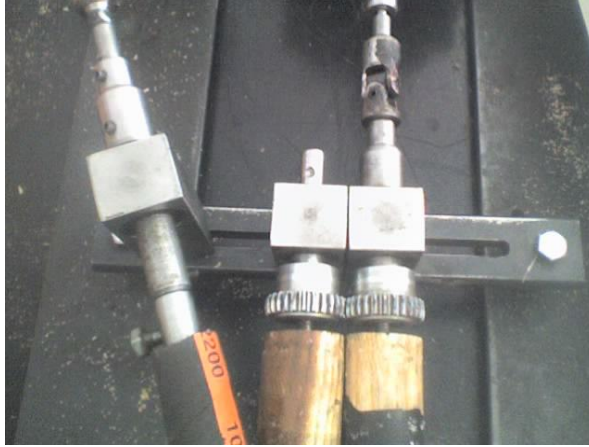
L_k = Kama uzunluğu (mm) olarak ifade edilmektedir.

3.2.2.1. Tasarım I

Tasarımın başlangıcındaki öngörüler ışığında Şekil 3.16'da görülen düzenek oluşturulmuştur. Bu düzende; hareketini 1 kW gücündeki elektrik motorundan alan 2 adet tutucu konik merdane bulunmaktadır. Elektrik motorunun devir sayısı ayarı bir invertör aracılığı ile sağlanmıştır. Tutucu konik merdanelerin ana görevi, aralarına aldıkları haşhaş bitkisini aşağıya doğru çekerek kapsüllerin boğum noktasından kırılmalarına yardımcı olmaktır. Konik yapılmalarının sebebi ise çok dallı olabilen haşhaş bitkilerinin merdaneler arasına yedirilebilmelerini sağlamaktır. Böylece konik merdanelerin uç noktasında daha fazla açıklık olacaktır. Tutucu konik merdanelerden bir tanesinin elektrik motoruna bağlantısı yapılmış, hareket diğer konik merdaneye bir çift düz dişli yardımı ile aktarılarak merdanelerin birbirlerine göre ters yönde ve içe doğru dönmeleri sağlanmıştır (Şekil 3.17).

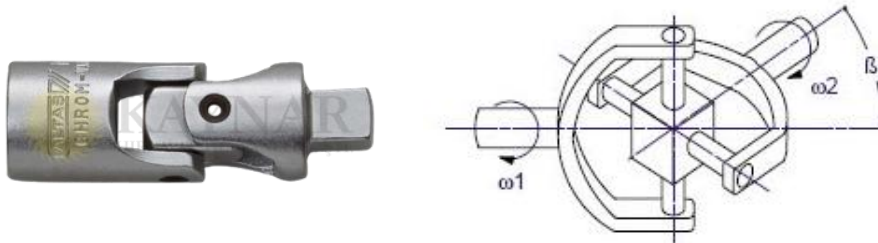


Şekil 3.16. Tasarım I görünüşü



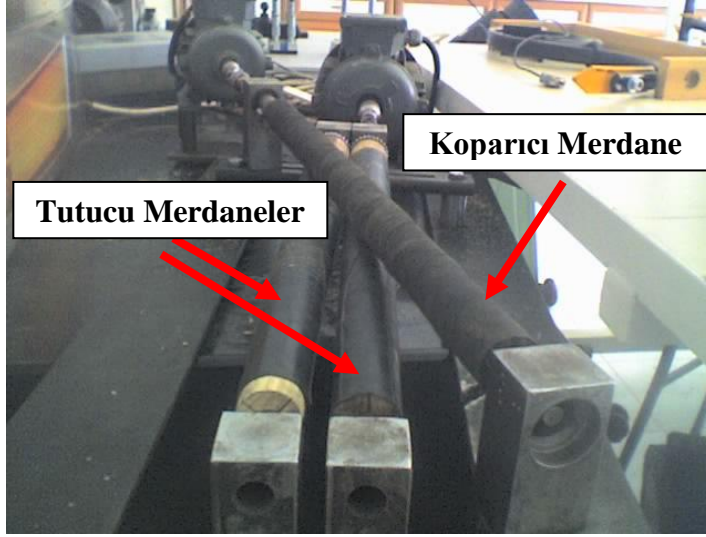
Şekil 3.17. Tutucu konik merdanelerin tahriki

Tahrik edilen merdanenin Şekil 3.18’de görülen 50 mm standardında kardan mili yardımı ile elektrik motoruna bağlantısı gerçekleştirilmiştir. Böylece kardan milinde bulunan mafsalsayesinde tutucu merdaneler arasındaki açı ayarlanabilir duruma getirilmiştir.



Şekil 3.18. Kardan mili (Uçar, 1999)

Tutucu konik merdanelerin hemen üzerinde çapraz olarak yerleştirilmiş ve hareketini 600 W’lık elektrik motorundan alan koparıcı merdane yerleştirilmiştir. Koparıcı merdanenin haşhaş kapsüllerine yandan baskı uygulayarak, kapsülün boğum kısmından koparılmasını sağlaması amaçlanmıştır. (Şekil 3.19).



Şekil 3.19. Tutucu ve koparıcı merdanelerin konumları

Tutucu konik merdaneler ve koparıcı merdane ahşap malzemeden yapılmışlardır. Tasarımın bu aşamasında iki farklı boyutta geliştirilmiş olan tutucu merdanelerin uzunlukları (L_t) 500 mm olup, merdane büyük çapları 40 (d_{tb1}) ve 50 mm (d_{tb2}), küçük çapları ise 30 (d_{tk1}) ve 40 mm (d_{tk2}) alınarak koniklikleri ve eğimleri aşağıdaki eşitliklerden bulunmuştur.

Koniklik (Anonim, 2005b);

$$\frac{1}{X_K} = \frac{d_{tb} - d_{tk}}{L_t} \quad (3.8)$$

eşitliğinden hesaplanmıştır. Eşitlikte;

X_K = Koniklik katsayısı

d_{tb} = Tutucu merdane büyük çapı (mm),

d_{tk} = Tutucu merdane küçük çapı (mm),

L_t = Tutucu merdane uzunluğu (mm) dur.

Tutucu merdane eğimi ise (Anonim, 2005b);

$$\frac{1}{X_E} = \frac{d_{tb} - d_{tk}}{2L_t} \quad (3.9)$$

eşitliğinden hesaplanmaktadır. Eşitlikte;

X_E = Eğim katsayısı,

d_{tb} = Tutucu merdane büyük çapı (mm),

d_{tk} = Tutucu merdane küçük çapı (mm),

L_t = Tutucu merdane uzunluğu (mm) dur.

Geliştirilen iki farklı tutucu merdaneler için koniklik değerleri 1:50 ve eğimleri ise 1:100 olarak hesaplanmıştır.

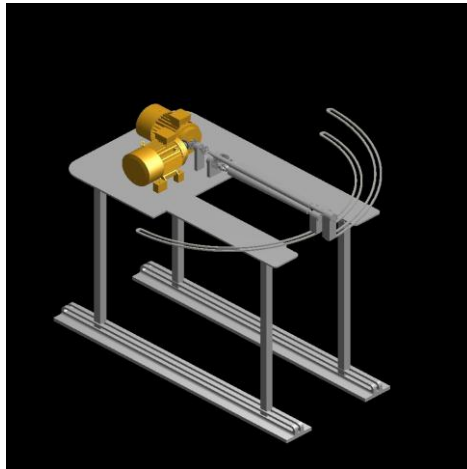
Koparıcı merdanenin şekli konik olmayıp, çapı (d_{ko}) 30 mm ve uzunluğu ise (L_{ko}) 700 mm olarak seçilmiştir. Koparıcı merdane ve tutucu konik merdanelerin yüzeyleri, bitki saplarını kavrama özelliğini artırmak için kauçuk malzeme ile kaplanmıştır. Tasarım aşamasından sonra imalatı yapılan bu sistemin ön denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu denemelerde haşhaş bitkileri düzeneğe el ile beslenmiştir. Denemeler sırasında tutucu merdanelerin bağlandığı düzeneğin ön tarafında bulunan merdane yataklarının birbirlerine yakın olması nedeniyle, haşhaş bitkilerinin yığılmasına sebep olmuştur. Merdanelerin ön yatakları arası açıklıkların ayarı, merdanelerin tahrikinde kullanılan bir çift düz dişli nedeniyle kısıtlanmaktadır. Ayrıca koparıcı merdaneler haşhaş kapsüllerini saplarından yeterli düzeyde koparamamış, kapsüllerin bir kısmını parçalamış ve tutucu merdanelerde tıkanmaya sebep olmuştur. Bu sorunların oluşmasındaki nedenlerden birisinin de; tutucu ve koparıcı merdanelerin tahrikinde kullanılan elektrik motorlarının güçlerinin yetersiz olmasıdır.

3.2.2.2. Tasarım II

Tasarım I'de karşılaşılan sorunların çözümüne yönelik olarak tasarımda yenilikler gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan yeni tasarımın Autocad çizimleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.20, 3.21 ve 3.22). Buna göre öncelikle toplama sisteminin daha etkin kullanımına izin verecek bir çatı tasarımı gerçekleştirilmiştir. Çatının üst bölümü toplama sisteminin yapısına uygun biçimde düz platformdan oluşmaktadır. Bu bölüm, yükseklikleri bağımsız olarak ayarlanabilen dört adet ayak üzerine yerleştirilmiştir. Böylece platformun farklı eğimlerde konumlandırılabilmesi sağlanmıştır.

Tasarım I aşamasında yapılan ön denemelerde tutucu ve koparıcı merdanelerin tahrikinde kullanılan elektrik motorlarının güçlerinin yetersiz olması nedeniyle, bu iki tahrik noktasında da 2.2 kW gücünde 2 adet elektrik motoru kullanılmıştır. Elektrik motorlarının devir sayısı ayarı iki adet invertör aracılığı ile sağlanmıştır.

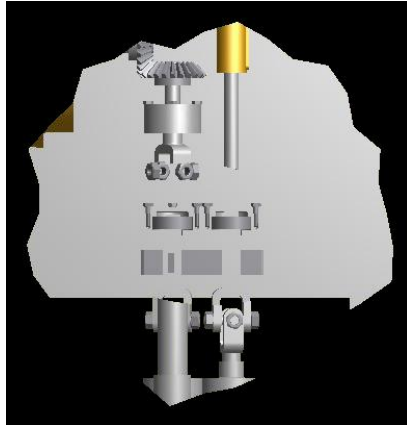
Özellikle büyük çaplı haşhaş kapsüllerinde oluşan kırılma sorununun giderilmesine yönelik olarak tutucu merdanelerin konikliği ve eğimi değiştirilmeksizin çapları azaltılmıştır (d_{ib} : 30 mm ve d_{ik} : 20 mm). Ayrıca koparıcı merdanenin, haşhaş kapsüllerinin alt yan kısmına etki ettirilmesi sağlanarak, el ile kırma hareketi benzeştirilerek koparma etkinliğini artırmak amacıyla koparıcı merdanenin çapı da 20 mm'ye düşürülmüştür.



Şekil 3.20. Tasarım II Autocad çizimi



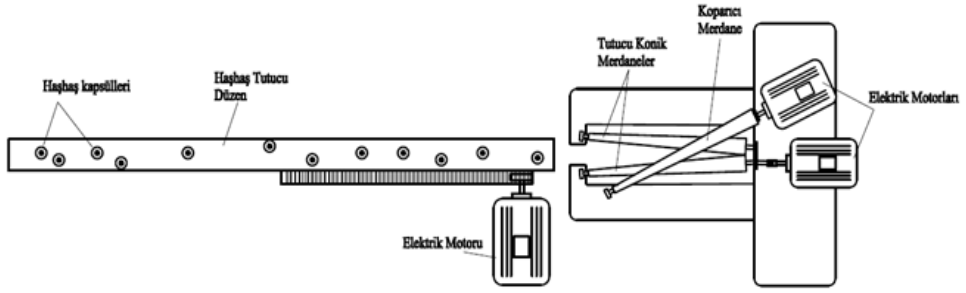
Şekil 3.21. Tutucu konik merdane



Şekil 3.22. Merdanelerin elektrik motoruna bağlantısı

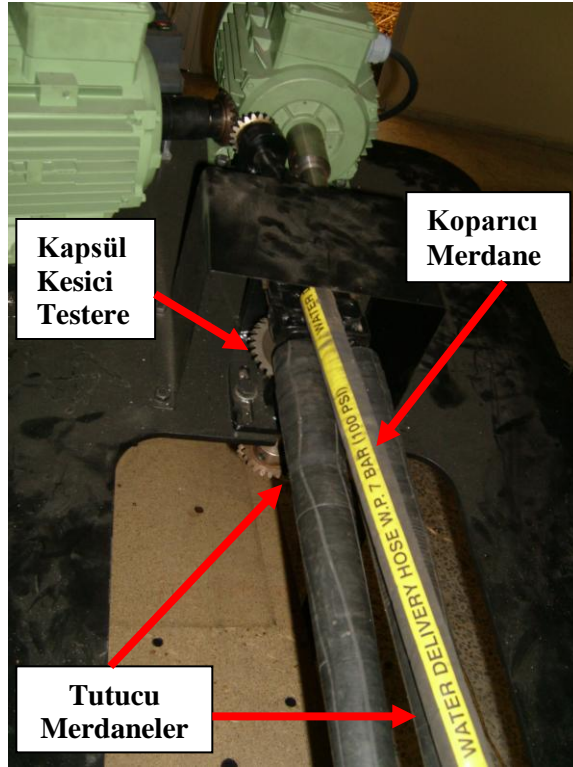
Merdanelerin ön yatakları arasının yeterince açılmaması nedeniyle oluşan haşhaş bitkilerinin yığılması sorununun çözümü için tutucu merdane tahrik düzeninde değişikliğe gidilmiştir. Bu amaçla elektrik motorundan merdanelere hareketin iletiildiği kardan milinin konumu değiştirilmiştir. Hareket merdanelerden birisine verilmiş, düz dişli çifti ile diğerine aktarılmıştır. Bu noktadan sonra hareket, merdanelerin arasındaki açının değiştirilebilmesine olanak verecek şekilde, kardan milleri aracılığı ile tutucu merdanelere iletilmiştir (Şekil 3.22).

Tasarımın bu aşamasında gerçekleştirilecek ön denemelerde kullanılmak üzere tarla simülatörünün tasarımı ve imalatı da gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.23'te tasarlanan yeni toplama sistemi ve tarla simülatörünün konumlandırılması verilmiştir.



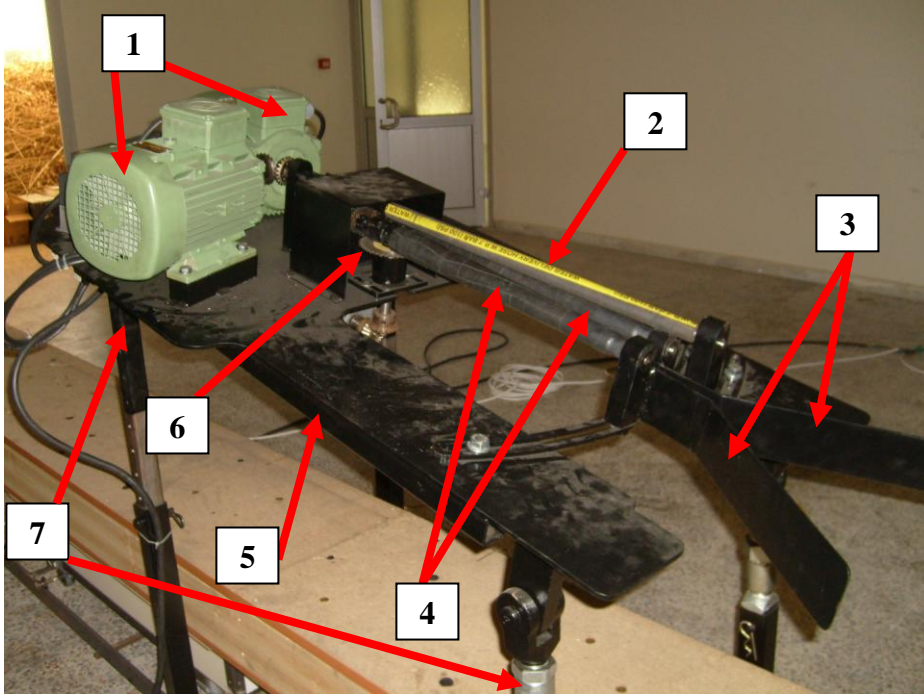
Şekil 3.23. Toplama sistemi (Tasarım II) ve tarla simülatörü

Tutucu merdaneler tarafından kavranarak aşağı doğru çekilen ve koparıcı merdane tarafından koparılamayan kapsüllerin merdaneler arasında yığılma olmaksızın kesilmesinin sağlanması amacıyla, tutucu merdanelerin arka alt noktasına 120 mm çapında bir kapsül kesici testere yerleştirilmiştir. Kesici testereye bir konik dişli çifti ile 0.37 kW gücünde bir elektrik motorundan hareket verilmiştir (Şekil 3.24).



Şekil 3.24. Kesici testerenin ve merdanelerin konumları

Tasarım aşamasından sonra imalatı yapılan bu sistemin (Şekil 3.25) ön denemeleri gerçekleştirilmiştir. Bu denemeler sırasında tutucu merdanelerin ön tarafında bulunan yönleticilerin arasında haşhaş bitkilerinin yığıldığı ve tutucu merdanelerin arasına bitkilerin tamamının yedirilemediği görülmüştür. Ayrıca tutucu merdaneler arasına giren haşhaş bitkileri testereye ulaşmadan merdaneler üzerindeki kauçuk kaplamalara zarar vermiştir.



Şekil 3.25. Toplama sistemi (Tasarım II) (1-Elektrik motorları, 2- Koparıcı merdane, 3-Yönleticiler, 4- Tutucu merdaneler, 5- Platform, 6- Kapsül kesici testere, 7- Ayarlanabilir ayaklar)

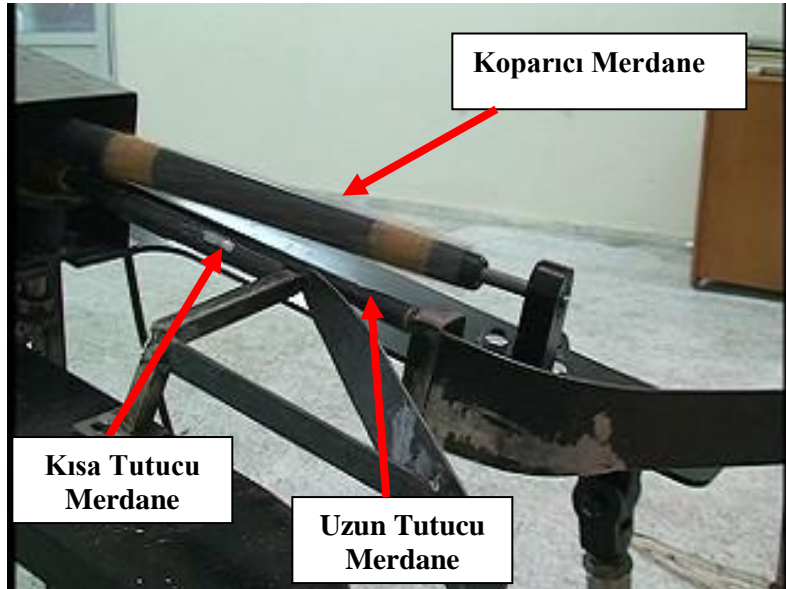
3.2.2.3. Tasarım III

Çalışmanın bu aşamasında tutucu merdanelerin ön tarafında bulunan yönliticilerin arasında haşhaş bitkilerinin yığılmasının önüne geçebilmek için tutucu merdaneler birbirlerine göre farklı uzunluklarda tasarlanmıştır. Böylece tutucu merdanelerin ön tarafındaki dar alanın genişletilmesi sağlanmıştır (Şekil 3.26). Bu amaçla tutucu merdaneler 15 mm çapa sahip silindirik formda ve 300 mm ve 500 mm uzunluklara sahip olacak şekilde değiştirilmiştir. Bu değişiklik ile sapların

tutucu merdanelerin arasına girer girmez tutularak aşağı çekilmesinin sağlanacağı öngörülmüştür. Bu merdaneler bir önceki tasarımla aynı şekilde 2.2 kW elektrik motoruyla tahrik edilmiş ve üzerleri kauçuk kaplı ahşap malzemeden yapılmıştır. Tutucu merdaneler birbirlerine göre açıları ayarlanabilecek şekilde ana çatıya monte edilmiştir.

Bir önceki tasarımda gerçekleştirilen ön denemelerde bir kısım kapsüllerin koparılamadan yığılmaları ve sapların ezilmeleri sorununun çözümüne yönelik olarak koparıcı merdanenin boyutu tekrar değiştirilmiştir. 1:70 konikliğe ve 1:140 eğime sahip olan koparıcı merdanenin uzunluğu ise (L_{ko} : 700 mm) değiştirilmemiştir. Kauçuk kaplı koparıcı merdane, tutucu merdanelere mümkün olduğunca yaklaştırılmak amacıyla bunların 4 mm üzerine yerleştirilmiştir.

Koparıcı merdanenin yüzeyine karşılıklı olacak şekilde, 2 adet 8 mm çapında silindirik paslanmaz çelikten yapılmış çubuklar tutturulmuştur. Bu çubuklar ile çıkıntılı forma ulaşan koparıcı merdanenin kapsüle yan tarafından eğme işlemi yaparak sapın boğum yerinden kırılmasını sağlaması amaçlanmıştır. Kesici testerenin ise Tasarım II'deki yapısı aynen korunmuştur.

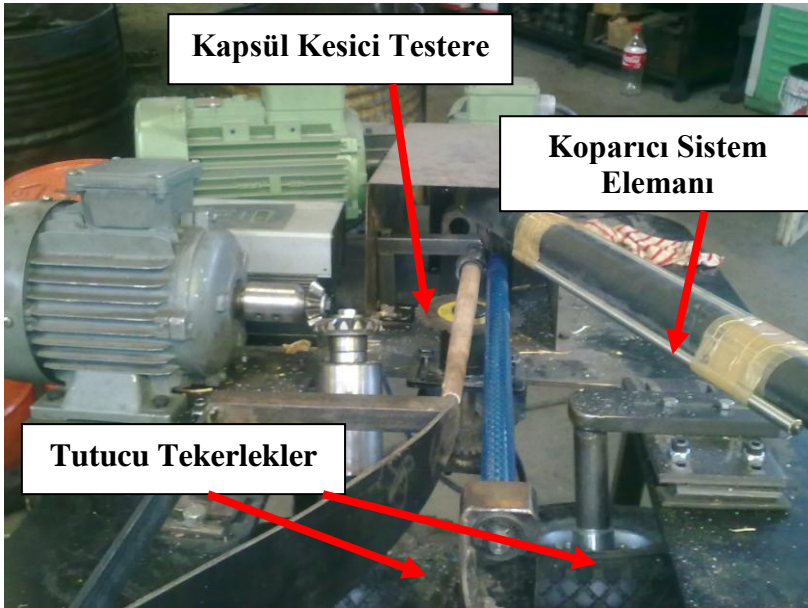


Şekil 3.26. Tasarım III'e göre toplama düzeni

Tasarım aşamasından sonra imalatı yapılan bu sistemin ön denemeleri sonucunda haşhaş bitkilerinin tutucu merdaneler arasına yedirilmesi işleminde düzelme olmasına rağmen yığılmaların önüne tamamen geçilememiştir. Aynı zamanda tutucu merdanelerin arasına alınan haşhaş bitkilerinin kesici testereye ulaşması mümkün olmamış ve yığılmaların devam ettiği görülmüştür. Dolayısıyla kesici testerenin beklenen performansını yerine getiremediği saptanmıştır.

3.2.2.4. Tasarım IV

Haşhaş bitkilerinin tutucu merdaneler arasına yedirilmesi işlemi sırasında oluşan yığılmaların önüne geçmek amacıyla tutucu merdane tasarımında değişiklikler yapılmıştır. Tutucu merdanelerden uzun olanı (500 mm) çelik malzemeden yapılmıştır. Bu merdanenin yüzeyi daha düşük sürtünme sağlayacak şekilde plastik malzemeyle kaplanmıştır. Böylece plastik kaplama malzemesi sayesinde haşhaş bitkileri daha kaygan bir zeminde hareket ettirilerek kesici testereye daha rahat ulaşması amaçlanmıştır. Tutucu merdanelerden kısa olanı (300 mm) ise avare şekilde yataklandırılmıştır. Tutucu merdanelerin 4 mm üzerine çapraz olarak yerleştirilmiş olan 40 mm çapında 700 mm uzunluğunda, üzeri kauçuk kaplı ahşap malzemeden imal edilmiş silindirik koparıcı merdane yerleştirilmiştir (Şekil 3.27).



Şekil 3.27. Koparıcı sistem elemanının konumu

Ayrıca bu tasarımda; Şekil 3.27’de görüldüğü üzere, tutucu merdanelerin alt kısmına zemine göre açısı ayarlanabilen ve tabanları karşılıklı birbirine bitişik olarak konumlandırılmış iki sıralı tutucu tekerlekler yerleştirilmiştir. Her bir sırada yanakları üst üste gelecek şekilde bir milin üzerine dizilmiş ikişer adet tekerlek bulunmaktadır. Tekerleklerin ebatları 260x85 olup şişme lastiktir. Tekerlek sıralarından birisi hareketini 1 kW’lık elektrik motorundan almakta ve devir sayısı invertör aracılığı ile ayarlanabilmektedir. Diğer tekerlek sırası ise avare olarak yerleştirilmiş ve tahrik edilen tekerlekler ile yüzeyleri bitişik olarak yerleştirildiği için beraber dönebilmektedirler (Şekil 3.28). Ayrıca tekerleklerin birbirlerine göre açıklıklarının ayarlanabilmesi için avare tekerlek sırası kızıklı şekilde şasiye monte edilmiştir.



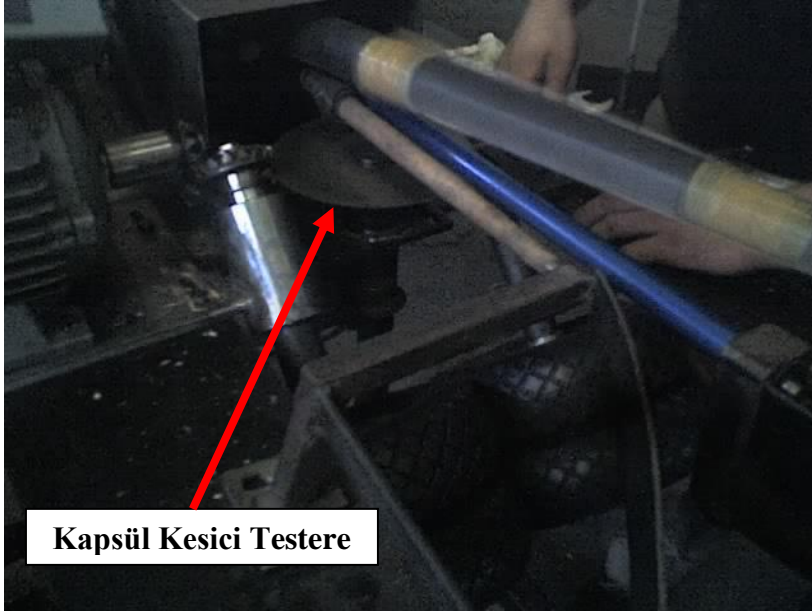
Şekil 3.28. Tutucu tekerleklerin konumu ve tahriki

Tutucu tekerlek sıralarının zemine göre açı değerleri belirlenirken farklı açılar ile ön denemeler gerçekleştirilmiştir. Tekerlek sıralarının zemine göre yaptığı optimum açı değerinin 65° olduğu belirlenmiştir. Bu açı değerinden büyük açılarda sapların uzun bırakıldığı, daha küçük açılarda ise kapsüllerin tekerlekler arasına sıkıştığı ya da kapsüllerin zarar gördüğü ortaya konulmuştur.

Bu tekerlekler sayesinde, farklı uzunluklara sahip haşhaş bitkilerinin saplarından aşağıya doğru çekilmesi ve haşhaş kapsüllerinin tutucu merdaneler üzerine aynı şekilde oturmasının sağlanması amaçlanmıştır. Böylece kapsül saplarının boğum

noktasından koparıcı merdane tarafından koparılması ya da koparılamayanların kesici testere tarafından 3-4 cm sap uzunluğunda kesilmesi öngörülmüştür.

Tutucu merdaneler arasında olup da koparıcı merdane tarafından sapı koparılamamış bitkilerin kesilmesi amacıyla kullanılan kesici testerenin çapı 120 mm'den 180 mm'ye yükseltilmiştir. Böylece kesme işlemi daha öne alınarak tutucu merdaneler arasında olabilecek yığılmalar önlenmeye çalışılmıştır (Şekil 3.29).

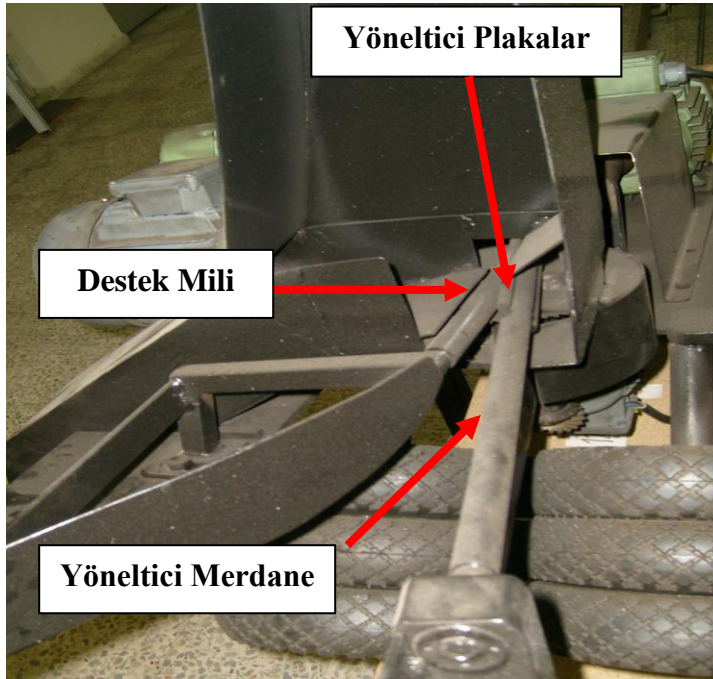


Şekil 3.29. 180 mm çapındaki testere ve konumu

Yapılan değişiklikler ile gerçekleştirilen imalat sonucunda yürütülen ön denemelerde öncelikle haşhaş bitkileri koparıcı sisteme el ile yedirilmiştir. Bu şekilde yapılan denemeler sonucunda, bazı haşhaş kapsülünün boğum yerlerinden kırıldığı, bazılarının parçalandığı ve bir kısmının ise tutucu merdaneler arasında sıkıştığı gözlemlenmiştir. Tarla simülatörü ile gerçekleştirilen denemelerde ise haşhaş kapsüllerinin tutucu tekerlekler arasında sıkıştığı gözlenmiştir. Bu olumsuzluklara ek olarak, tutucu merdaneler arasındaki açıklık düşürüldüğünde haşhaş bitkilerinin tutucu merdanelerin arasında yığıldığı, açıklık yükseltildiğinde ise döner hareketli tutucu merdanelerin haşhaşları kavrayamayıp fonksiyonunu yerine getiremediği görülmüştür.

3.2.2.5. Tasarım V

Tutucu merdaneler arasında meydana gelen tıkanma sorununun çözümüne yönelik olarak merdane ölçü ve yapılarında değişikliğe gidilmiştir. Bu doğrultuda merdanelerden kısa olanı (300 mm) 20 mm çapa sahip olacak şekilde yenilenmiştir. Bu merdane, yine avare olarak yataklandırılmış olup destek mili görevini yerine getirmek üzere öngörülmüştür. Döner hareketli uzun tutucu merdane ise tasarımdan çıkarılarak, yerine 500 mm uzunluğa sahip destek plakası yerleştirilmiştir. Sistemde yer alan koparıcı merdane ise 700 mm uzunluk ve 20 mm çapta olacak şekilde ölçülendirilerek, yöneltici merdane olarak görev yapmak üzere öngörülmüştür. Yöneltici merdanenin üzerine, kapsül kesici testerenin kesme noktası başlangıcından itibaren 40 mm uzunluğunda 2 adet karşılıklı yöneltici plakalar yerleştirilmiştir (Şekil 3.30). Bu yöneltici plakaların görevi; kesilen haşhaş kapsüllerinin depo tarafına yönlendirilmesini sağlamaktır. Ayrıca tasarımda koparıcı merdane iptal edilmiştir.



Şekil 3.30. Tasarım V'teki destek mili, yöneltici merdane ve yöneltici plakalar

Bu tasarımda, haşhaş bitkilerinin aşağıya doğru çekilme etkinliklerinin artırılması amacıyla, tutucu tekerleklerin sayıları her bir sırada 3'er adet olacak şekilde

düzenlenmiş ve tekerlek sıralarının zemine göre açıları yine 65° olacak şekilde ayarlanmıştır (Şekil 3.31). Tutucu tekerlekler yine 1 kW'lık elektrik motoru ile tahrik edilmekte ve devir sayısı invertör yardımı ile ayarlanmaktadır.



Şekil 3.31. Tutucu tekerlekler

Haşhaş bitkilerinin kapsül kesici testereye daha etkin bir şekilde ulaşabilmelerini sağlamak amacı ile üzerinde toplama sisteminin yer aldığı düz platformun ön kısmı daha yüksekte olacak şekilde zemine göre 65° açı verilerek denlenmiştir.

Ayrıca kapsüllerin kesildikten sonra depoya yönlendirilmesini sağlamak amacıyla depo yönlendirme kanalı tasarlanmıştır (Şekil 3.32). Yönlendirme kanalı imalatı yapılırken preste eğme yöntemi kullanılarak soğuk şekillendirme işlemi uygulanmıştır.



Şekil 3.32. Toplama sisteminin genel görünüşü

Tasarım aşamasından sonra imalatı yapılan bu sistemin ön denemelerinde haşhaş bitkileri toplama sistemine el ile yedirilmiş ve haşhaş kapsüllerinin başarılı bir şekilde ayrıldığı gözlenmiştir. Bu aşamadan sonra tarla simülâtörü ile denemelere geçilmiştir. Denemelerde çalışılacak ilerleme hızları (tarla simülâtörü hareket hızı), tutucu tekerlek devirleri ve yöneltici merdane devirlerinin belirlenmesi amacıyla ön çalışmalar yapılmış ve çalışma parametreleri belirlenmiştir. Buna göre 1.5, 2.5 ve 3.5 km/h ilerleme hızlarında; 600, 800 ve 1000 min⁻¹ tutucu tekerlek devir sayılarında ve 800 min⁻¹ yöneltici merdane devir sayısında çalışılmıştır. Denemelerde karşılaşılan en büyük sorun; haşhaş saplarının tutucu tekerleklerin arasında yığılmaya sebep olması ve bir kısım haşhaş bitkisinin, tutucu tekerlekler arasına alınamadan tarla simülâtörüne bağlantı yerlerinden kırılması olmuştur. Tutucu tekerleklere yedirilen ince ve tek dallı olan haşhaş bitkilerinin kapsülleri ise genellikle başarılı bir şekilde saptan ayrılmış ve depo kısmına yönlendirilmiştir. Ön denemelerde ortaya çıkan bulgular Çizelge 3.9’da görülmektedir. Çizelge 3.9’da görüldüğü gibi, uygun şekilde kesilerek depoya yönlendirilen haşhaş kapsüllerinin en yüksek yüzdelik oranı %36 ile elde edilmiştir. Bu oran ise tatminkâr bulunmamıştır.

Çizelge 3.9. Sağlam kapsül toplama oranları (%)

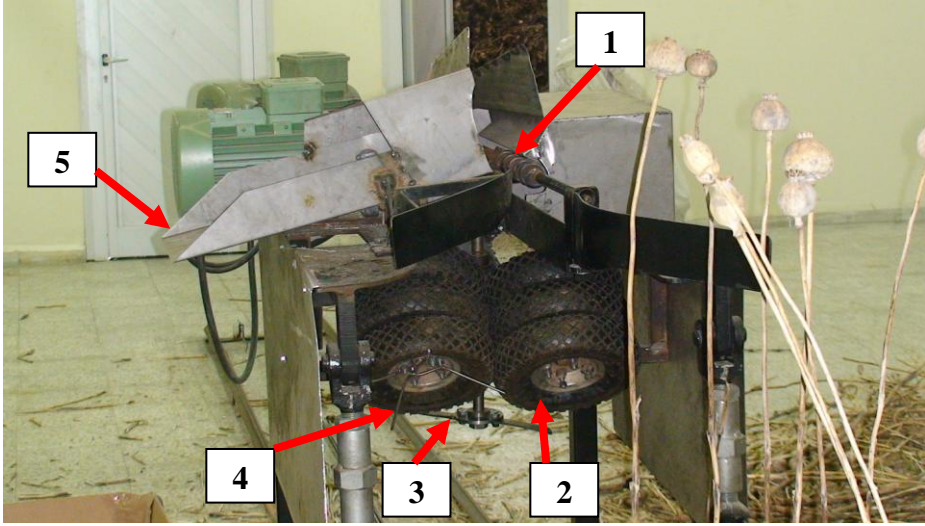
		Tutucu Tekerlek Devri (min^{-1})		
		600	800	1000
İlerleme Hızı (km/h)	1.5	26.66	25	35.71
	2.5	36.36	30	33.33
	3.5	25	35.71	23.07

3.2.2.6. Tasarım VI

Bir önceki tasarıma ilave olarak yöneltici merdanenin üzerine 8 mm çapında silindirik metal çubuk helezonik olarak yerleştirilmiştir. Helezonun toplam uzunluğu 220 mm'dir. Yapılan bu ek parça ile haşhaş bitkilerinin kapsül kesici testereye yedirilmesine yardımcı olunmuştur.

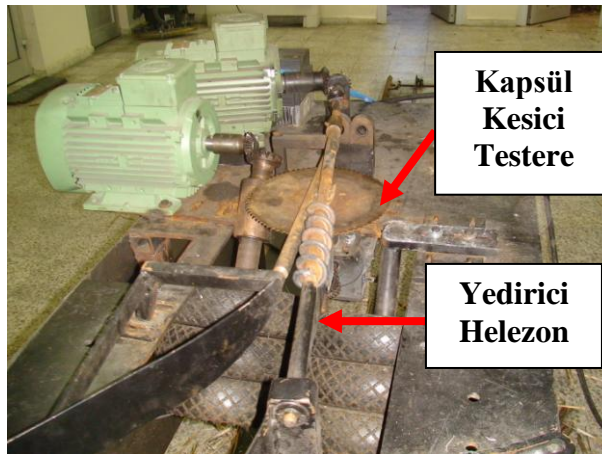
Tasarımın bir önceki aşamasında, tutucu tekerleklere ulaşan özellikle kalın saplı ve birden çok sapa sahip haşhaş bitkilerinin yedirilmesi sırasında tutucu tekerleklerin durduğu gözlemlendiği için, tutucu tekerleklerin tahrik gücünün arttırılmasına karar verilmiştir. Buna göre tutucu tekerleklerin tahrik edildiği elektrik motorunun gücü 1 kW yerine 3 kW gücüne çıkartılmıştır.

Bununla birlikte haşhaş bitkilerinin boyları ve kapsüllerin kesildikten sonraki hareketleri değerlendirilerek depo yönlendirme kanalı yeniden dizayn edilmiştir (Şekil 3.33). Özellikle yönlendirme kanalının aktif genişliği yaklaşık olarak 50 mm daha arttırılmış ve kesilen haşhaşların tamamının depoya yönlenmesi amaçlanmıştır.



Şekil 3.33. Genel görünüşü ve parçaları (Tasarım VI) (1- Yedirici Helezon, 2- Tutucu Tekerlekler, 3- Sap Kesici Bıçaklar, 4- Alt Yöneltilici Çubuklar, 5- Depoya Yönlendirme Kanalı)

Gerçekleştirilen ön denemelerde bir kısım haşhaş sapının testereye ulaşamaması sorununu gidermek için tutucu tekerleklerin devri arttırılmış, ancak haşhaş kapsüllerinden bazıları helezona yedirilemeden tutucu tekerleklerin arasına alınmış ve ezilmişlerdir. Bu sorunun giderilmesi amacıyla, kapsül kesici testerenin çapı 180 mm'den 230 mm'ye çıkartılmıştır. Şekil 3.34'de kapsül kesici testere ile yedirici helezonun konumu görülmektedir.

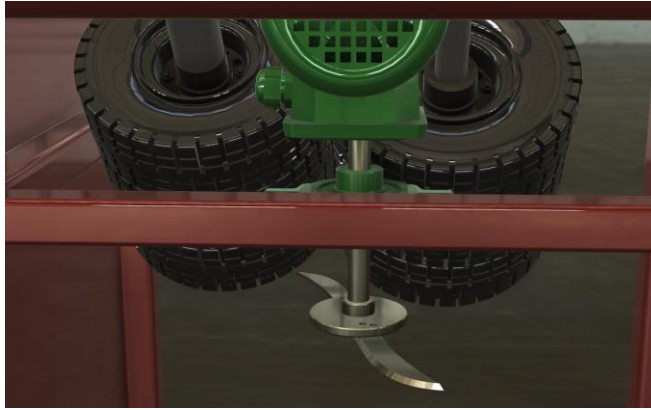


Şekil 3.34. Kapsül kesici testere ve helezonun konumu

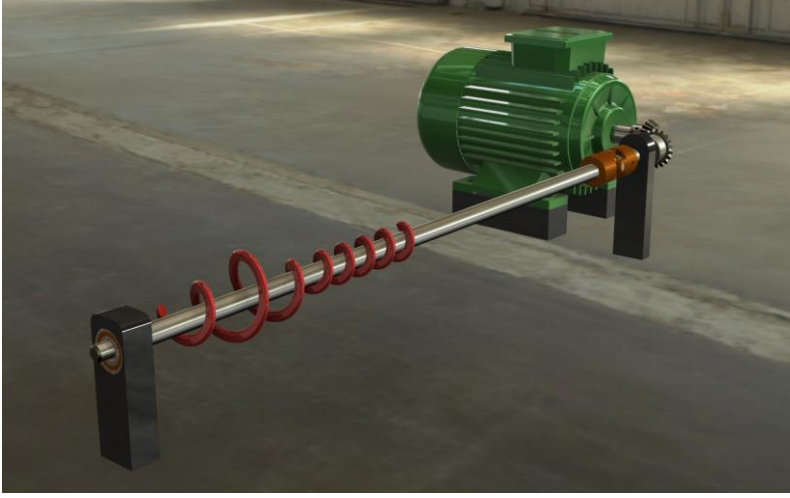
Son olarak, haşhaş bitkilerinin tutucu tekerleklere serbest halde tutunmasını sağlamak amacı ile hareketini, kapsül kesici testereye tahrik veren elektrik motorundan konik dişli çifti ile alan ve 1400 min^{-1} hızda çalışan sap kesici bıçaklar yerleştirilmiştir (Şekil 3.35). Sap kesici bıçaklar 180° açıyla konumlandırılmış iki parçalı olup çapı 320 mm olarak imal edilmiştir. Sap kesici bıçaklar tutucu tekerleklerin alt kısmında yere paralel konumundadır (Şekil 3.36). Bıçakların dönüş yönü saat ibresinin tersinedir. Bıçakların uzunlukları tutucu tekerleklerin haşhaş saplarını kavrama noktasına göre ayarlanmıştır. Ayrıca kapsül kesici testere ile sap kesici bıçak 20 mm çapında mil ile bağlantısı gerçekleştirilmiş ve milin orta noktasına sabit yatak yerleştirilmiştir.



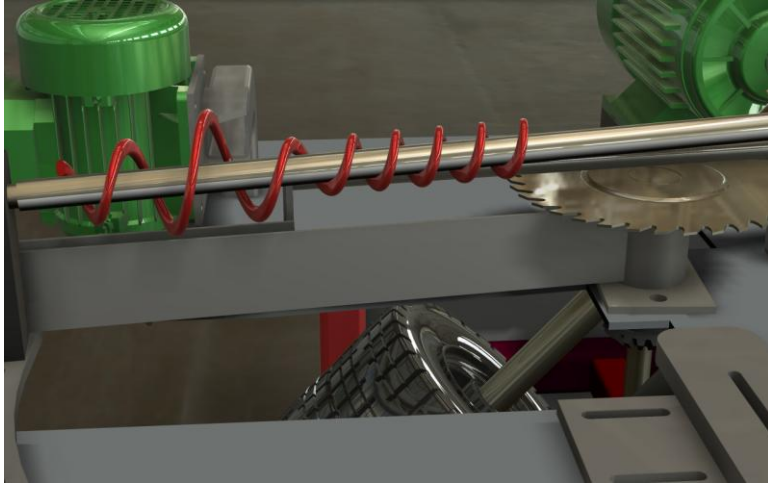
Şekil 3.35. Haşhaş sap kesici bıçak ve kapsül kesici testere



Şekil 3.36. Haşhaş sap kesici bıçağın tutucu tekerleğe göre konumu



Şekil 3.38. Yedirici helezon

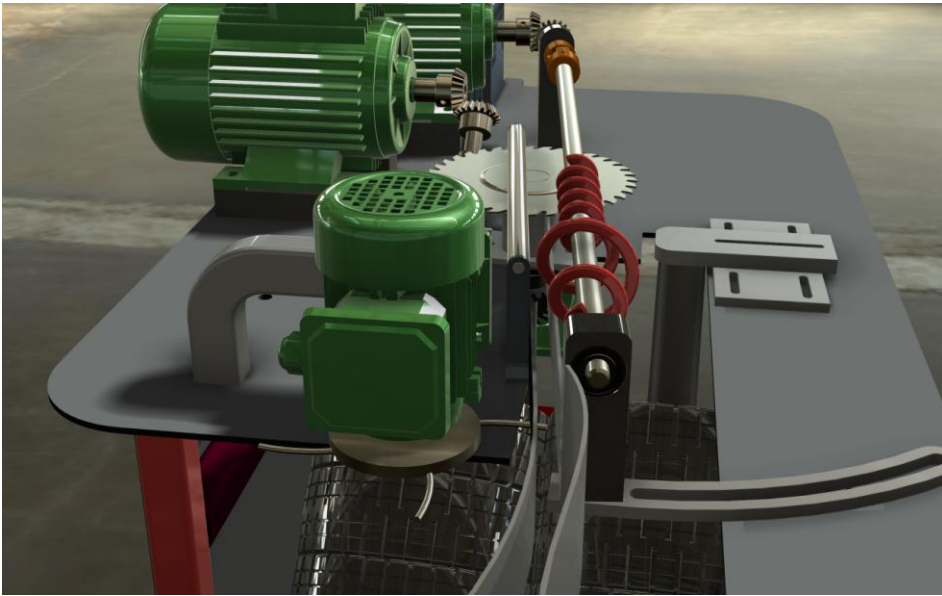


Şekil 3.39. Yedirici helezonun makinadaki konumu

Haşhaş bitki saplarının helezonlara yedirilmesinde, bitkilerden bir kısmının sistemin önüne doğru düşmesi nedeniyle kayıplar olduğu gözlemlenmiştir. Bu sorunun giderilmesine yönelik olarak yedirici helezonun başlangıç bölgesine 4 adet üst yöneltici çubuklar yerleştirilmiştir (Şekil 3.40). Üst yöneltici çubuklar, devir sayısı invertör aracılığı ile ayarlanabilen ve 0.12 kW gücündeki elektrik motorundan hareket almaktadır. Çubukların hareket yönü haşhaş saplarını yedirici helezona yönlendirilecek şekilde dıştan içe doğrudur (Şekil 3.41).

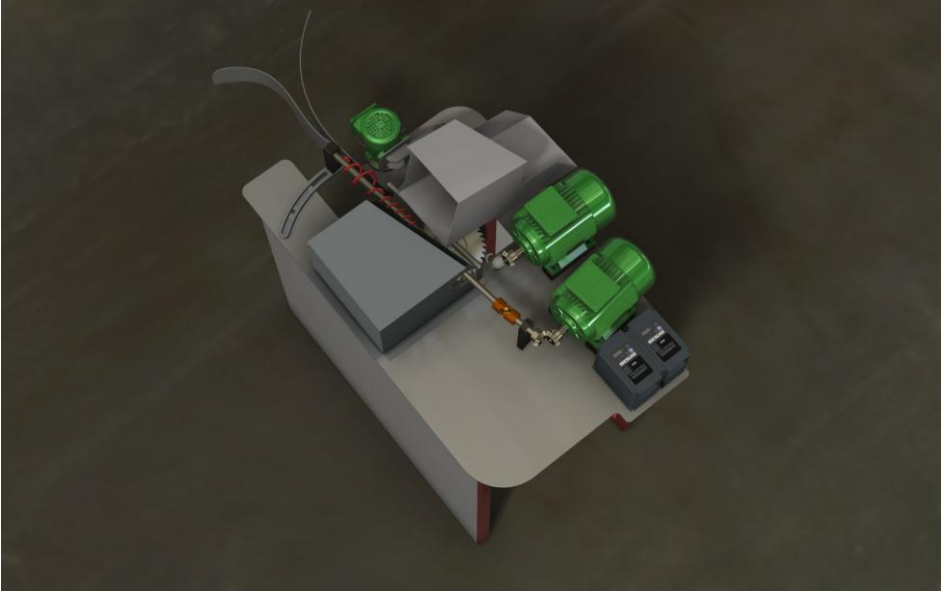


Şekil 3.40. Üst yöneltici çubuklar



Şekil 3.41. Üst yöneltici çubukların makinadaki konumu

Sistemin tasarım sonucu elde edilen çizimleri Şekil 3.42 ve Şekil 3.43'te görülmektedir.

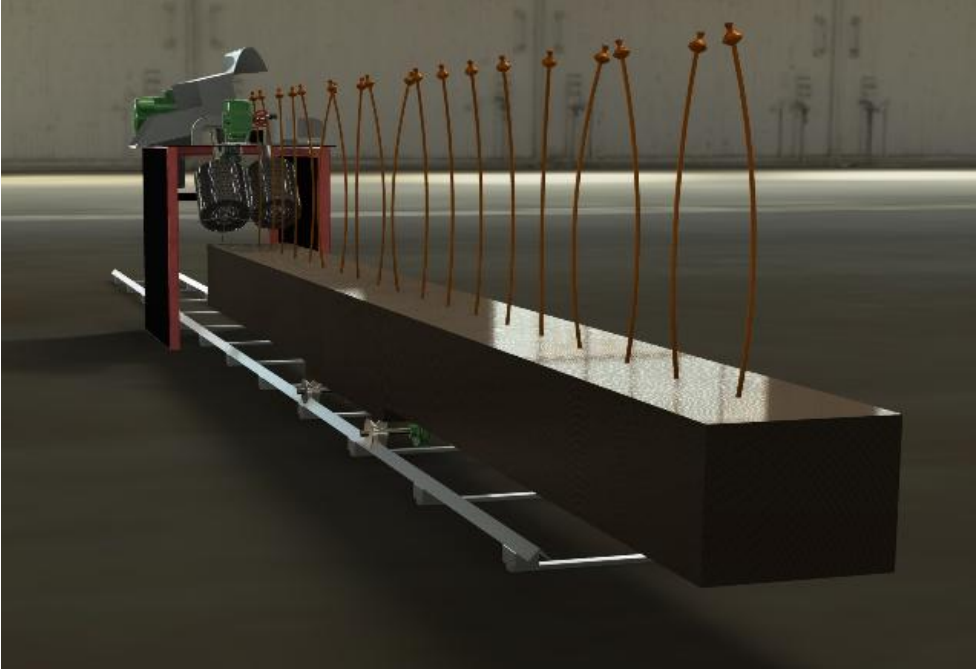


Şekil 3.42. Sistemin üstten görünüşü



Şekil 3.43. Sistemin perspektif görünüşü

Sistemin laboratuvar denemeleri sırasında tarla simülatörü ile birlikte genel görünümü Şekil 3.44’de verilmiştir.



Şekil 3.44. Tarla simülatorü ve toplama sisteminin konumu

3.2.3. Toplama Sisteminin Mekanik ve Mukavemet Hesapları

Sistemin çalışması esnasında gelebilecek yüklenme ve zorlamaları karşılaması açısından çatı elemanlarının, yatakların ve tarla simülatorü çatısının montajı gibi bazı bağlantı noktalarında elektrik ark kaynağı kullanılmış, gerek ayar gerekse bakım ve tamir işlemleri düşünülerek elektrik motorlarının çatıya montajı, destek mili, kapsül kesici testere, alt yöneltici çubuklar, üst yöneltici çubuklar ile yedirici helezon montajlarında ise cıvata/vida bağlantıları tercih edilmiştir.

Kaynak işleminde kullanılacak çubuk elektrotların seçimi (cinsi ve çapı), kaynatılacak gereçlerin malzemesine, kalınlığına ve kaynak cinsine göre yapılması gerektiğinden (Nebiler, 2008), elektrik ark kaynağı yapılan kısımlarda oksit elektrot kullanılırken; farklı parça kalınlıkları ve elektrot çapına göre kaynak makinasının akım şiddeti belirlenmiş ve kaynak işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Hareketin iletim düzlemini değiştirmek amacı ile makinada konik alın dişli çarklar kullanılmıştır. Bunlar tutucu tekerleklerin tahriki, yedirici helezonun tahriki ve sap kesici bıçak ile kapsül kesici testerenin tahrikinde yer almaktadır. Konik dişli

çarklar yeterli pervaz kalınlıklarına sahip oldukları için mile kama yolu ile bağlanmıştır.

Dişli çarklarda transmisyon oranları aşağıdaki eşitlikten hesaplanmıştır;

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} \quad (3.10)$$

Burada:

i: Transmisyon oranı

n_1, n_2 : Dişli devir sayıları (min^{-1})

z_1, z_2 : Dişli sayıları

Düzgün olan ya da olmayan değişik formlara sahip olan millerin özellikleri, sürekli dönmeleri ve dönme esnasında da üzerine tespit edilen tahrik ve müteharrik elemanlar arasında, eksen boyunca burulmaya maruz kalmalarıdır (Kurbanoğlu, 2009).

Milin taşıdığı ağırlıklar ve kendi ağırlığı etkisinde eğilme gerilmesine; ilettiği döndürme momenti etkisinde ise burulma gerilmesine maruz kalmaktadır. Mil seçimi yapılırken eğilme ya da burulma gerilmesinden herhangi birisinin hesabı yapılmalıdır. Milin eğilme momenti (3.10) eşitliği ile hesaplanmıştır (Kurbanoğlu, 2009).

$$M_d = 9550 \frac{N}{n} \quad (3.11)$$

Eşitlikte:

M_d : Eğilme momenti (Nm)

N: İletilen maksimum güç (kW)

n: Kullanılan güce ait en küçük dönme devri (min^{-1})

Sistemde yer alan millerin çapı aşağıdaki eşitlik ile hesaplanmıştır (Çetinkaya, 2010):

$$D = 85 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_h}{n}} \quad (3.12)$$

Eşitlikte:

D: Mil çapı (mm)

N_h : Mile iletilecek güç (BG)

n: Milin kritik dönme hızı (min^{-1})

Zorlanmış titreşim frekansının, sistemin doğal frekansına eşit olduğu devir sayısına dönme kritik hızı denilmektedir. Bu devir sayısının belirlenmesi tasarım açısından önemlidir (Çetinkaya, 1999). Bir milin dönme hızı giderek artırıldığı zaman, orta kısmında eğilme göze çarpmaktadır. Eğilme de yavaş yavaş artarak, belirli kritik hızda milin kırılmasına sebep olabilecek bir genliğe erişebilmektedir (Çetinkaya, 2010). Sistemde kullanılan içi dolu millerin kritik dönme hızları ise aşağıdaki eşitlikle hesaplanmıştır:

$$n_{ct} = 118 \times 10^6 \frac{D}{L_m^2} \quad (3.13)$$

Eşitlikte:

n_{ct} : Kritik dönme hızı (min^{-1})

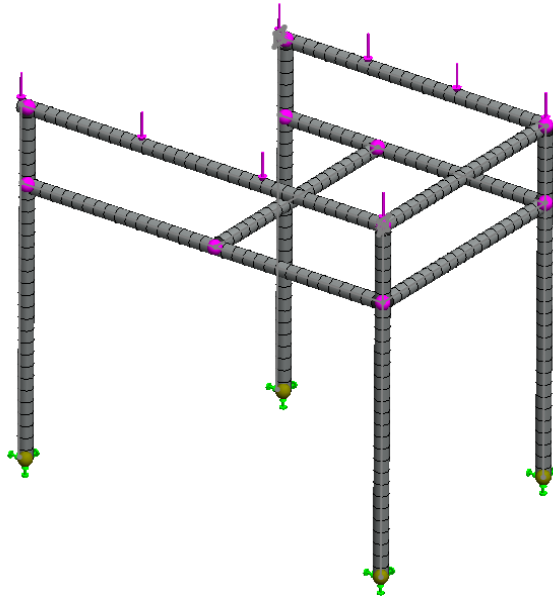
D: Mil çapı (mm)

L_m : Milin uzunluğu (mm)

Haşhaş kapsül toplama sistemine ilişkin mukavemet analizleri statik koşullar için hesaplanan sınır değerlerine göre SolidWorks® Simulation 2012 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sonlu elemanlar yönteminin temel yaklaşımı; sıcaklık, basınç, gerilme veya deplasman (yer değiştirme) gibi herhangi bir sürekli büyüklüğün küçük ve sürekli parçaların birleşmesi ile oluşan bir modele dönüştürülmesi ve sınır şartlarının belirlenmesidir. Sonlu elemanlar yönteminde yapı, davranışı daha önce belirlenmiş olan birçok elemana bölünmektedir. Elemanlar "düğüm" adı verilen noktalarda tekrar birleştirilerek denklem takımları elde edilmektedir. Elemanlar uygun biçimde seçilmekte ve problemin yapısına uygun olarak yerleştirilmektedir. Değişkenin ani değişim gösterdiği yerlerde elemanların küçük seçilmesi gerekmektedir. Sonlu elemanlara ayırma işleminden sonra, ifade edilmek istenen büyüklüğün bölge içerisinde değişimini gösteren bir enterpolasyon fonksiyonu belirlenmektedir. Fonksiyonun gerçeğe yakın seçilmesiyle çözümdeki yaklaşıklıkta o kadar iyi olmaktadır (Topçu ve Taşgetiren, 1998; Ergin ve ark., 2000; Chapra ve Canale, 2008).

Laboratuar koşullarında elde edilen ve hesaplanan kuvvet değerleri, malzeme özellikleri programda tanıtılarak laboratuvarda toplama sisteminin çalışması sırasındaki koşullar için dayanımı analiz edilmiştir. Haşhaş kapsül toplama sisteminin çatısına ilişkin ağ (mesh) görüntüsü Şekil 3.45’de görülmektedir.



Şekil 3.45. Ana çatı ağ (mesh) görüntüsü

Yapılan analizin özellikleri aşağıdaki şekilde ortaya çıkmıştır;

Düğüm noktası sayısı: 26

Bağlantı sayısı: 7

Malzeme: St 44

Ağ (mesh) tipi: Beam mesh

Toplam eleman sayısı: 301

Toplam düğüm noktası: 309

Hareketli mafsalsayı: 10

Sabit mafsalsayı: 4

Ağ oluşum süresi: 3 saniye

Analiz süresi: 11 saniye

Bu şartlar altında, sırası ile 5 maddelik işlemler dizini gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

- 1) Malzeme tanımlaması yapılmıştır.
- 2) Mesnetler ve düğüm noktaları tanımlanmıştır. Buna göre; 4 noktadan yere basan ayakların, sabit mesnet ve profillerin birleşim noktalarında hareketli mafsalsayı olarak tanımlama yapılmıştır.
- 3) Gövde ağırlığının sistemde etkin olabilmesi için yer çekimi kuvveti uygulanmıştır.
- 4) Eşit bir dağılımla düğüm noktalarına yükler uygulanmıştır.
- 5) Bu şartlar altında gerilmeler hesaplanmıştır.

Mukavemet analizlerinde çatı üzerinde oluşan maksimum gerilme ve toplam yer değiştirme değerleri ile minimum emniyet katsayısı değerlerinin ortaya çıktığı noktalar incelenmiştir.

Sistemde 3 çeşit gerilme ortaya konulmuştur. Buna göre;

1-) S_{max} : Maksimum Gerilme (Normal Gerilme+Eğilme Gerilmesi)

2-) S_{axial} : Eksenel Gerilme

3-) $S_{bending}$: Eğilme Gerilmesi

3.2.4. Laboratuvar Denemeleri

Haşhaş toplama sisteminin tasarım ve imalat süreci 7 aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Birbirini revize ederek takip eden bu süreçte ortaya çıkan toplama sistemleri ile öncelikle ön denemeler gerçekleştirilmiş ve denemelere esas teşkil edecek çalışma parametrelerinin belirlenmesine çalışılmıştır. Bu ön denemeler sonucunda ilk 5 aşamada geliştirilen sistemlerin performansları yeterli başarı düzeyine ulaşamadığından planlı denemelere geçilememiştir. Ancak Tasarım VI ve Tasarım VII olarak tanımlanan son iki aşamada elde edilen sistemlere yönelik denemeler yürütülmüştür.

Ön denemelerde elde edilen bulguların sonucunda; üç farklı ilerleme hızında (1, 1.5 ve 2 km/h) denemelerin yapılmasına karar verilmiştir. Ayrıca tutucu tekerleklerin üç farklı devir sayısında (70, 90 ve 110 min^{-1}) ve yedirici helezonun ise 510 min^{-1} sabit devir sayısında 5 tekerrürlü olarak çalışılmasının uygun olacağı belirlenmiştir.

Ayrıca yapılan ön denemelerde, toplama sisteminin (Tasarım VI ve Tasarım VII) serpme yöntemle ekilmiş haşhaş bitkileri için yeterli performans ortaya koyamadığı belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak; öndeki yönelticilerin, serpme ekilmiş ve dağınık durumdaki bitkileri yedirici helezona uygun pozisyonda yönlendirememesi gelmektedir. Dolayısıyla denemeler sıraya ekilmiş haşhaş bitkilerinin kapsüllerinin toplanmasına yönelik olarak planlanmıştır. Buna göre tarla simülatörü üzerine 25 cm sıra üzeri ile toplamda 20 adet delik delinmiş ve haşhaş bitkileri, sapları ile birlikte tarla koşullarına benzeştirilerek yerleştirilmiş ve sabitlenmiştir (Şekil 3.46).

Ayrıca her bir bitkiye, makinaya yakın olan bitkiden başlanmak üzere birden yirmiye kadar sayı verilerek simülâtör üzerinde etiketlenmiştir.



Şekil 3.46. Bitkilerin tarla simülâtörüne yerleştirilmesi

Haşhaş bitkisinde bir ya da birden çok kapsül (beş kapsüle kadar kardeşli) olabildiği için, her bir kapsül etiket kalem ile numaralandırılmıştır. Örneğin 1 numaralı bitkide 2 adet kapsül bulunuyorsa kapsüllere 1a ve 1b şeklinde; 5 numaralı bitkide 3 adet kapsül bulunuyorsa 5a, 5b ve 5c olarak kodlama tanımlaması yapılmıştır. Böylece denemeler sırasında ve sonunda bitkiler ve kapsüller izlenebilmiş ve değerlendirilme yapılabilmesi olanağı sağlanmıştır.

Laboratuar denemelerinde her bir bitkide bulunan kapsül sayısı, kapsüllerin çapları, sap çapları ölçülmüş ve çizelgeye kaydedilmiştir. Ayrıca tarla koşullarında bitkilerin boyları göz önüne alınarak sistemin yüksekliği bitki boylarına göre ayarlanmış ve her bitkideki kapsüller esas alınarak bitki boyları da tek tek ölçülmüştür.

Denemeler 3 farklı makine hızı ve 3 farklı tutucu tekerlek değişkenleri üzerinden 9 varyasyon ile 5'er tekerrür olmak üzere toplamda 45 deneme kombinasyonu olarak gerçekleştirilmiştir. Denemeler sırasında Tasarım VI ve Tasarım VII'de $45 \times 20 = 900$ 'er bitki olmak üzere toplamda 1800 bitki kullanılmıştır.

Denemelerin tamamı kameraya kaydedilmiş ve görüntüler daha sonra izlenerek sistemin çalışmasındaki aksaklıklar ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3.2.4.1. Sağlam ve kırılan haşhaş kapsüllerinin sayımı

Denemelere başlamadan önce sırada bulunan 20 adet haşhaş bitkisi üzerindeki kapsüller sayılmıştır. Denemelerin sonucunda ise her bir tekerrür sonucunda sağlam ve kırılan haşhaş kapsülleri sayılmış ve her bir bitkideki ilgili kapsülün sağlam ya da kırık olduğu üzerindeki kodlamalardan yararlanılarak belirlenmiştir (Şekil 3.47).



Şekil 3.47. Sağlam ve kırık olan haşhaş kapsüllerinin sayılması

3.2.4.2. Sap uzunluklarının ölçülmesi

Her tekerrür sonunda gerek depoya yönlendirilen gerekse yere düşen haşhaş kapsülleri tek tek tespit edilmiş ve her bir kapsüle ait sapların uzunlukları ölçülmüş ve kayıt altına alınmıştır (Şekil 3.48).



Şekil 3.48. Haşhaş saplarının uzunlukları

3.2.4.3. Depoya yönlendirilen haşhaş kapsüllerinin sayısı

Her tekerrür sonunda depoya yönlendirilen kapsüller sayılmıştır. Yere düşen ya da kırılan haşhaş kapsülleri de tespit edilmiş ve denemeye başlamadan önceki toplam kapsül sayısı ile kontrolleri yapılmıştır (Şekil 3.49).



Şekil 3.49. Depoya yönlendirilen haşhaş kapsülleri

3.2.4.4. Sap uzunluklarının morfin değerlerine ve kalitesine etkisi

Denemelerde, sistemin topladığı haşaş kapsüllerin sap uzunluklarının değişken olduğu göz önüne alınarak, sapların morfin kalitesine ve miktarına etkisinin saptanması için Bolvadin Alkaloid Fabrikası Laboratuvarları'nda analizlere tabi tutulmuştur. Bunun için deneme materyallerinden küçük (20.07-32.90 mm), orta (32.91-45.73 mm), büyük çapa (45.74-58.56 mm) ve 0, 5, 10 ve 15 cm sap uzunluklarına sahip haşaş kapsülleri gruplandırılarak analizleri gerçekleştirilmiştir.

3.2.5. Başarı Kriterleri

Çalışmada tasarımı yapılan toplama sistemi için başarı kriterleri belirlenmiştir. Başarı kriterleri;

- a) Sağlam kapsül oranları (Başarı 1),
- b) Kapsül sap uzunlukları (Başarı 2),
- c) Depoya yönlendirilen kapsül oranı (Başarı 3),

şeklinde adlandırılmıştır.

Başarı kriterleri üzerinde etkili olması beklenen faktörler sırası ile tutucu tekerlek devri, bitki boyu, kapsül çapı, sap çapı ve ilerleme hızıdır. Başarı 3 ve Başarı 1 için gözlem değerleri; başarılı olanlar için 1 (bir), başarısız olanlar için ise 0 (sıfır) olarak belirlenmiştir. Başarı 2 için ise kalan sap boylarının uzunlukları ile başarı üzerinde etkili olması beklenen faktörler arasındaki ilişki belirlenmiştir.

3.2.6. İstatiksel Analizler

Başarı 1 ve Başarı 3 için lojistik regresyon analizi, Başarı 2 için ise çoklu regresyon analizi yapılmıştır. Analizlerde istatistiksel analiz programı kullanılmıştır.

Basit doğrusal regresyon analizi birçok durum için elverişli olabilmekte ancak gerçek hayatta bir modelin açıklanması için iki veya daha fazla açıklayıcı

değişkene gerek duyulmaktadır. Birden çok açıklayıcı değişkenli modeller çoklu regresyon modeli olarak adlandırılmaktadır (Kalaycı, 2008). Çoklu regresyon analizi, bağımlı değişken ile ilişkili olan iki ya da daha çok bağımsız değişkene dayalı olarak, bağımlı değişkenin tahmin edilmesine yönelik bir analiz türüdür (Büyüköztürk, 2007). Çoklu regresyon çözümlemesinin amacı, bağımlı değişkenin davranışını açıklamak için bağımsız değişkenleri kullanmaktır. Bağımlı değişkenlerdeki değişkenlik, kısmen bağımsız değişkenle olan doğrusal ilişki ile açıklanabilmektedir (Şenesen, 2009).

Genelde çoklu regresyon analizi:

1- Bağımlı değişkendeki değişimi açıklayabilmek için kullanılmaktadır.

2- Faktörlerin, diğer faktörlerin etkisi olmaksızın bağımlı değişkene etkilerinin kestirimi için yapılmaktadır. Bu kestirim her değişken için bulunmaktadır. Bunlardan hangilerinin açıklamada daha önemli oldukları da aynı amaç içinde incelenmektedir.

3- Bağımlı değişkene ilişkin ortalama Y ya da Y değerlerinin bulunması amacıyla kullanılmaktadır (Şıklar 2000).

Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir bağıntı varsa bu tip regresyona basit doğrusal ya da çoklu doğrusal regresyon adı verilmektedir. Çoklu doğrusal regresyonda, bağımlı değişkeni etkileyen birden fazla bağımsız değişken söz konusudur (Bıçkıcı, 2007).

Lojistik regresyon analizinin kullanım amacı istatistikte kullanılan diğer model yapılandırma teknikleriyle aynıdır. En az değişkeni kullanarak en iyi uyuma sahip olacak şekilde bağımlı (sonuç) değişken ile bağımsız değişkenler kümesi (açıklayıcı değişkenler) arasındaki ilişkiyi tanımlayabilen ve genel olarak kabul edilebilir modeli kurmaktır (Aktaş, 2009).

Regresyon analizinin aksine lojistik regresyonda bir olayın/olgunun gerçekleşme/olma olasılığı veya bir gruba aidiyet olasılığı doğrudan hesaplanabilmektedir. Olasılık değerleri ise 0 (sıfır) ile 1 arasında değişebilmektedir (Altunışık vd., 2010).

Çalışmada gözlem değeri olarak 1-0 faktörleri kullanıldığından dolayı (Başarı 1 ve Başarı 3) lojistik regresyon analiz yöntemi, doğrudan ölçüm değerleri kullanıldığı için de (Başarı 2) çoklu regresyon analiz yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada önem derecesi olarak $p<0.05$ değeri esas alınmıştır.

4. BULGULAR

4.1. Haşhaş Kapsüllerine Ait Fizikomekanik Özellikleri Üzerine Bulgular

Çizelge 4.1’de 50 adet haşhaş bitkisinden alınan değerlerin ortalamaları verilmiştir.

Çizelge 4.1. Haşhaş bitkisinin ve kapsüllerin ortalama fizikomekanik özellikleri

Bitki Boyu (cm): 123.58±6.40	Kapsül Kırılma Direnci (kg/mm ²): 0,082±1.52
Sap Çapı (mm): 5.88±0.64	Sap Kopma Direnci (kg): 0,269±0.12
Kapsül Çapı (mm): 44.08±6.27	Kabuk Kalınlığı (mm): 1,026±0.17
Kapsül Boyu (mm): 42.19±5.21	Kapsül Nem Oranı (%): 12,114±0.86
Kapsül İndeksi: 0.93±0.075	Sap Nem Oranı (%): 16,184±5.21
Kapsül Kütlesi (g): 7,93±1.83	Kapsül Boğum Çapı (mm): 12.54±1.52

Farklı sap uzunluklarına sahip, tohumları boşaltılmış haşhaş kapsüllerinin kütleli ölçüm sonuçları ve yabancı madde oranları (YMO) Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Çizelge 4.2’ye göre, haşhaş kapsülü alımlarındaki %8’lik yabancı madde oranına 8 cm’lik sap uzunluğuna sahip haşhaş kapsüllerinde ulaşılmıştır. Dolayısıyla sistemin başarısı değerlendirilirken toplanan kapsüllerin 8 cm’lik sap uzunluğuna kadar olanlar kabul edilebilir olarak alınmıştır.

Çizelge 4.2 Kapsül sap uzunluklarına göre yabancı madde oranları

Kapsül Sap Uzunlukları	Ortalama Kapsül Kütlesi (g)	Yabancı Madde Oranı (%)
10 cm	5.633	9.24
9 cm	5.634	9.25
8 cm	5.540	7.72
7 cm	5.498	7.00
6 cm	5.456	6.29
5 cm	5.410	5.50
4 cm	5.366	4.72
3 cm	5.322	3.94
2 cm	5.270	2.99
1 cm	5.218	2.02
0 cm	5.113	0.00

4.2. Prototip Haşhaş Kapsül Toplama Sistemine İlişkin Bulgular

Bu bölüm, sistemin mekanik ve mukavemet analizlerine ilişkin bulgular olmak üzere iki başlıkta incelenmiştir.

4.2.1. Prototip Sistemin Mekanik İlişkin Bulgular

Çalışmanın tasarım sürecinin sonunda Tasarım VII ile ulaşılan prototip toplama sisteminin mekanik ilişkine ilişkin parametreler Çizelge 4.3’de verilmiştir. Kullanılan dişli çarklar ve özellikleri ise Çizelge 4.4’de sunulmuştur. Prototip sistemin imalatında Çizelge 4.5’de verilmiş olan elemanlar kullanılmıştır.

Çizelge 4.3. Sistemin mekaniğine ilişkin parametreler

Sistemin Kütlesi (kg)	220
Sistemin Boyutları (mm) (En-Boy-Yükseklik)	1650-900-1500
Tutucu Tekerlek Tahrik Gücü (kW)	3.5
Yedirici Helezon Tahrik Gücü (kW)	2.2
Kapsül Koparıcı Testere ve Bitki Kesici Bıçak Tahrik Gücü (kW)	0.37
Tarla Simülatörü Tahrik Gücü (kW)	2.2
Tutucu Tekerlek Tahrik Mekanizması	Konik Dişli
Yedirici Helezon Tahrik Mekanizması	Konik Dişli, Kardan Mafsalı
Kapsül Koparıcı Testere ve Bitki Kesici Bıçak Tahrik Mekanizması	Konik Dişli
Tarla Simülatörü Tahrik Mekanizması	Zincir dişli

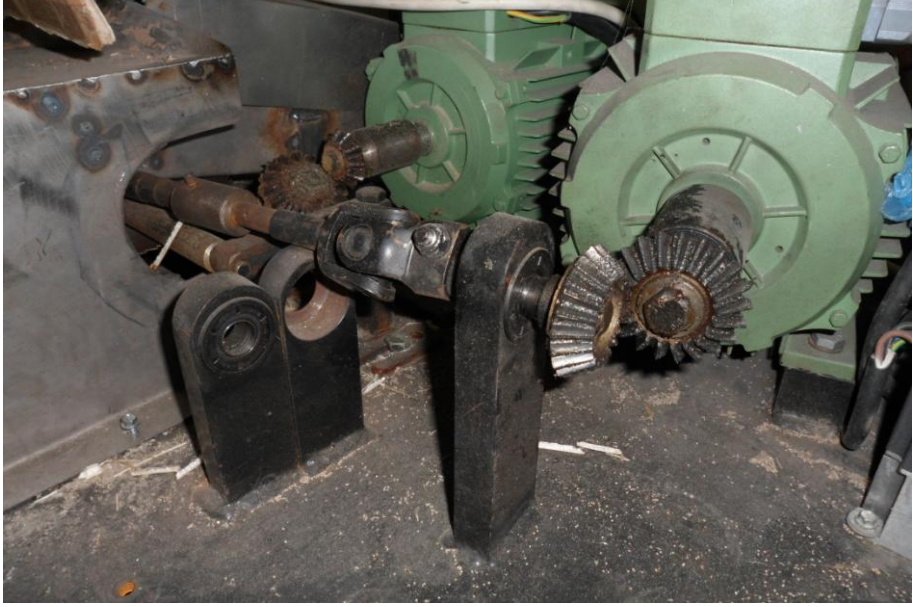
Çizelge 4.4. Sistemde kullanılan dişli çarklar ve özellikleri

Parça Adı	Ölçü	Yapıldığı Malzeme
Kardan Mafsalı	D_{KM} : 20 mm, L_{KM} : 82 mm	Ç4140
Tutucu Tekerlek Dişli Grubu (Konik)	Z_{Y1} : 16 - Modül: 2 Z_{Y2} : 10 - Modül: 2	Ç1040
Yedirici Helezon, Sap Kesici Bıçak ve Kapsül Kesici Testere Dişli Grubu (Konik)	$Z_{Y3, Y4, Y5, Y6}$: 20 - Modül: 3	

Çizelge 4.5. Sistemde kullanılan bazı önemli elemanlara ait değerler

Parça Adı	Ölçü	Yapıldığı Malzeme
Sap Kesici Bıçak	D_{SK} : 320 mm	Ç3260
Kapsül Kesici Testere	D_{Kt} : 230 mm	HSS Hava Çeliği
Yedirici Helezon	L_H : 320 mm, D_H : 80 mm, d_H : 40 mm, Sarım: 9	St37
Platform	Kalınlık: 7 mm	Ç5630
Çatı Ayakları	Kare Profil (40x5 mm)	St44
Yükseklik Ayar Kolları	M36	Dövme Çelik Ç1020
Depo Yönlendirme Kapağı	Kalınlık: 0.50 mm	TKP Sac
Yöneltici Çubuklar	Çap: 8 mm	C40-45
Yataklar	Kalınlık: 25 mm	St52

Tutucu tekerleğin tahrikinde kullanılan dişli çiftinin (Şekil 4.1) transmisyon oranının belirlenmesinde (3.10) eşitliğinden yararlanılmış olup kullanılan dişliler için ($Z_{Y1}=16$ ve $Z_{Y2}=10$) bu oran $i=0.625$ olarak bulunmuştur.



Şekil 4.1. Tutucu tekerlek ve yedirici helezona hareket iletimi

Yedirici helezon ile sap kesici bıçak ve kapsül kesici testerenin hareket iletim sistemlerinde (Şekil 4.1, Şekil 4.2) kullanılan dişli mekanizmaları 1:1 oranında oldukları için transmisyon oranları 1'dir.



Şekil 4.2. Sap kesici bıçak ve kapsül kesici testereye hareket iletimi

Yedirici helezona güç iletim milinin eğilme momenti, anma devir sayısı ve çalışma devrinde olmak üzere ayrı ayrı olmak üzere (3.11) eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Hesaplamalarda; iletilen maksimum güç 2.2 kW, anma devir sayısı 1420 min⁻¹ ve çalışma devri 510 min⁻¹ olarak alınmıştır. Hesaplamalar sonucunda eğilme momenti, anma devir sayısında $M_d=14.79$ Nm ve çalışma devrinde $M_d=41.19$ Nm olarak belirlenmiştir.

Tutucu tekerleklere güç iletim milinin eğilme momentleri (3.11) eşitliği kullanılarak hesaplanmıştır. Denemeler esnasında tutucu tekerleklerin 3 farklı devir sayısında (70, 90 ve 110 min⁻¹) çalıştırılması öngörülmüştür. Tutucu tekerleklerin tahrikinde kullanılan elektrik motorunun anma gücü 3.5 kW ve anma devir sayısı ise 1420 min⁻¹ olarak alınmıştır. Bu verilere göre eğilme momenti, anma devir sayısında $M_d=23.53$ Nm, 70 min⁻¹'da $M_d=477.5$ Nm, 90 min⁻¹'da $M_d=371.38$ Nm ve 110 min⁻¹'da ise $M_d=303.86$ Nm olarak bulunmuştur.

Sap kesici bıçak ve kapsül kesici testereye güç iletim milinin eğilme momenti yine (3.11) eşitliğinden yararlanılarak bulunmuştur. Tahrik kaynağı olan elektrik motoru, 1420 min⁻¹ anma devir sayısı ile 0.37 kW'lık anma güç ürettiği için eğilme momenti $M_d=4.12$ Nm olarak hesaplanmıştır.

Sistemin yedirici helezon milinin çapı (3.12) eşitliği kullanılarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda; tahrik gücü $N_h=2.2$ kW (2.99 BG) ve milin devir sayısı $n_{yç}=510$ min⁻¹ olarak alınmış ve yedirici helezon milinin çapı $D_y=15.32$ mm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca uygun olarak 20 mm'lik standart içi dolu mil prototip imalatında kullanılmıştır.

Yedirici helezon milinin dönme kritik hızının belirlenmesi için (3.13) eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte; mil çapı $D_y=20$ mm ve mil uzunluğu $L_{ym}=700$ mm alınmış ve dönme kritik hızı $n_{ct}=4816.32$ min⁻¹ olarak bulunmuştur.

Sistemin tutucu tekerlek mili çapı (3.12) eşitliği kullanılarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda; tahrik gücü $N_h=3.5$ kW (4.76 BG) ve milin en büyük devir sayısı $n_{it}=70$ min⁻¹ olarak alınmış ve yedirici helezon milinin çapı $D_t=34.69$ mm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca uygun olarak 40 mm'lik standart içi dolu mil prototip imalatında kullanılmıştır.

Tutucu tekerlek milinin dönme kritik hızının belirlenmesi için (3.13) eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte; mil çapı $D_t=40$ mm ve mil uzunluğu $L_{tm}=600$ mm alınmış ve dönme kritik hızı $n_{ct}=13111$ min^{-1} olarak bulunmuştur.

Sistemin sap kesici bıçak ve kapsül kesici testere milinin çapı (3.12) eşitliği kullanılarak belirlenmiştir. Hesaplamalarda; tahrik gücü $N_h=0.37$ kW (0.5 BG) ve milin devir sayısı $n_{bt}=1420$ min^{-1} olarak alınmış ve sap kesici bıçak ve kapsül kesici testere milinin çapı $D_{bt}=6$ mm olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca uygun olarak 15 mm'lik standart içi dolu mil prototip imalatında kullanılmıştır.

Sap kesici bıçak ve kapsül kesici testere milinin dönme kritik hızının belirlenmesi için (3.13) eşitliği kullanılmıştır. Eşitlikte; mil çapı $D_{bt}=15$ mm ve mil uzunluğu $L_{btm}=600$ mm alınmış ve dönme kritik hızı $n_{ct}=4916.66$ min^{-1} olarak bulunmuştur.

Yedirci helezon ile sap kesici bıçak ve kapsül kesici testereye güç iletim milinin minimum ve maksimum göbek çapları sırasıyla 32 mm ve 36 mm olarak hesaplanmıştır. Milin minimum ve maksimum kama uzunlukları ise sırasıyla 12 mm ve 16 mm olarak belirlenmiştir.

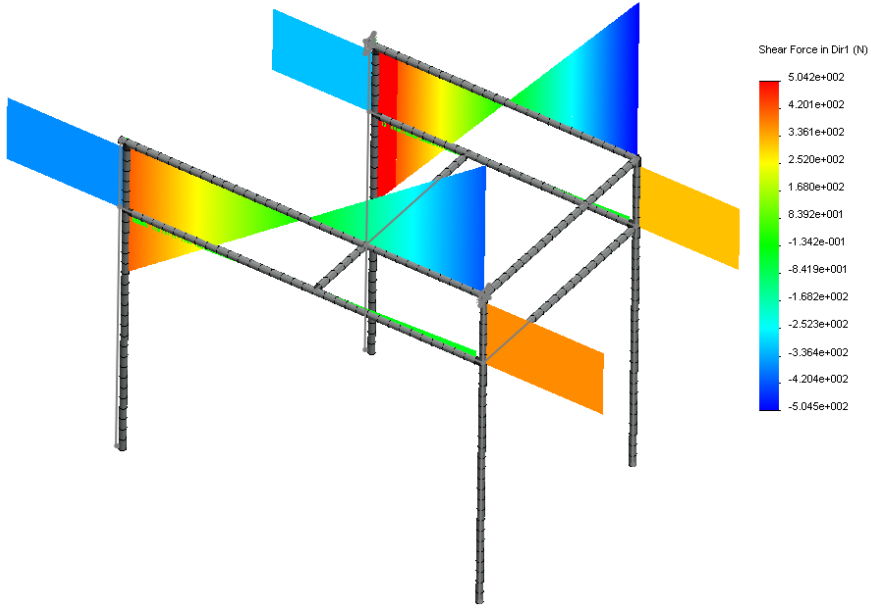
Tutucu tekerlekler milinin minimum ve maksimum göbek çapları sırasıyla 64 mm ve 72 mm olarak elde edilmiştir. Tutucu tekerlek milinin minimum ve maksimum kama uzunlukları sırasıyla 24 mm ve 32 mm olarak hesaplanmıştır.

4.2.2. Toplama Sisteminin Mukavemetine İlişkin Bulgular

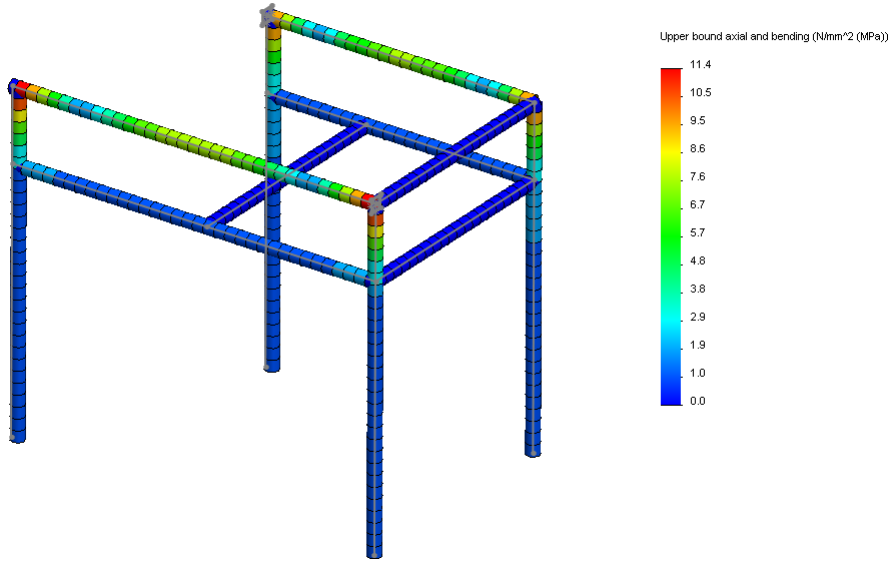
Prototip haşhaş kapsül toplama sistemine ilişkin mukavemet analizleri statik koşullar için hesaplanan sınır değerlerine göre SolidWorks® Premium 2013 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Sistemin toplam kütlesi 220 kg olarak ölçülmüştür. Bilgisayar ortamında modellenen, St44 imalat çeliğinden ve 40x4 mm kare profilden yapılmış taşıyıcı çatının kütlesi 39 kg olarak belirlenmiş ve düğüm noktalarına gelen yükler hesaplanarak toplam 2200 N statik yük uygulanmıştır. Sonuç olarak; maksimum gerilme 11 MPa ve sistem çevre etkileri dikkate alınarak emniyet katsayısı (E_k) 2 olarak kabullenilmiş ve $11 \times E_k < 280$ MPa olduğu için sistem emniyetli olarak çalışmaktadır.

Çatının imalatında kullanılan malzemenin mekanik özellikleri; yoğunluğu 7.860 g/cm^3 , Young Modülü 220 GPa , poisson oranı 0.275 , akma dayanımı 280 MPa ve maksimum çekme dayanımı ise 440 MPa olarak belirlenmiştir. Sistemin çatısı üzerinde oluşan kuvvet, moment ve çeşitli gerilmeler Şekil 4.3...4.7'de görülmektedir.

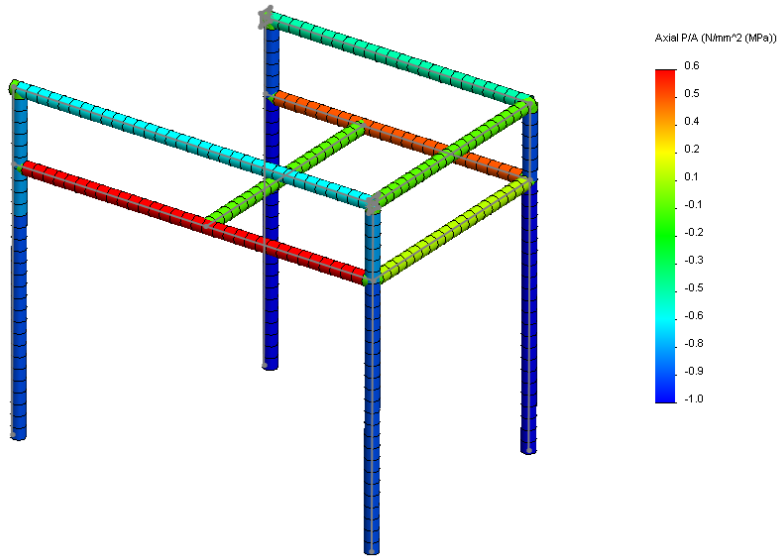


Şekil 4.3. Sistem çatısında oluşan kuvvetler ve momentler

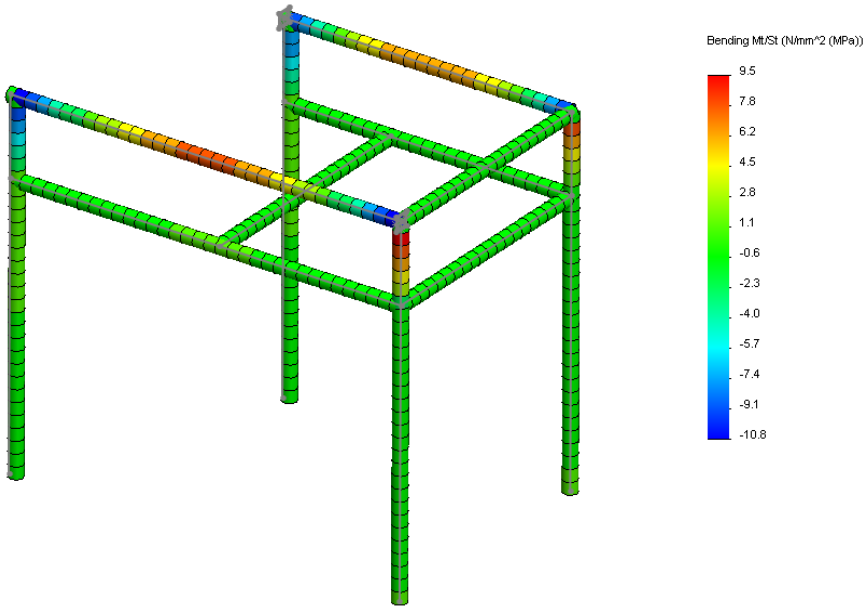


Şekil 4.4. Sistem çatısında oluşan maksimum gerilme ($S_{\max} = S_{\text{axial}} + S_{\text{bending}}$)

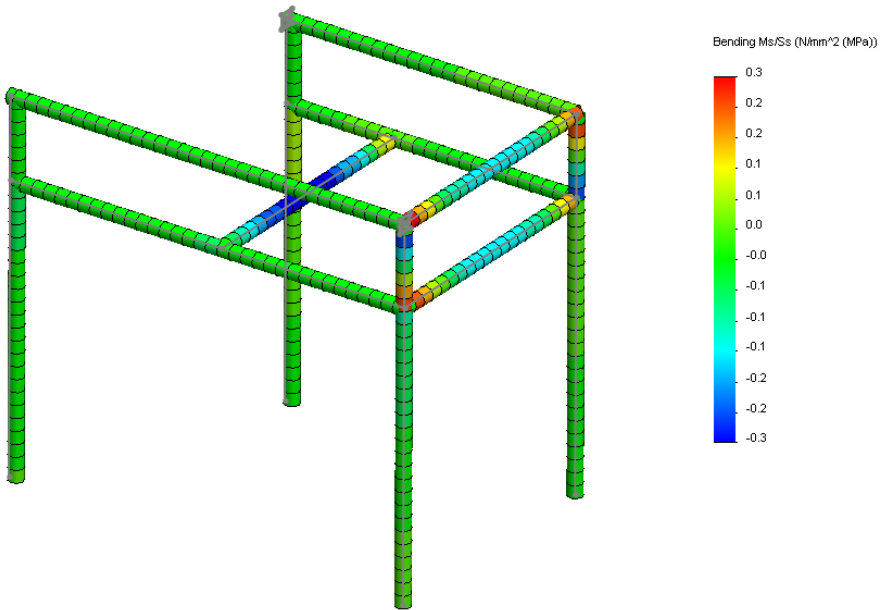
Sistem çatısına uygulanan 2200 N statik yük ve tanımlanan sınır koşulları sonucunda oluşan maksimum gerilme şekilde görülen bölgede oluşmuştur ve malzeme mekanik özellikleri bu gerilmeleri karşılayabilecek seviyededir.



Şekil 4.5. Sistem çatısında oluşan aksenal gerilme (S_{axial})



Şekil 4.6. Sistem çatısında y eksenindeki eğilme gerilmesi (S_{bending})



Şekil 4.7. Sistem çatısında x eksenindeki eğilme gerilmesi (S_{bending})

Gövde üzerindeki yüklemeler sonucu oluşan gerilmeler incelendiğinde, en yüksek değerlerin gövde üst profilinde ve orta bölgelerde olduğu görülmüştür. Bu durumun, makine üzerindeki elektrik motoru, yataklamalar vb. ağır parçaların bu bölgede bulunmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Oluşan en büyük gerilme değerinin 11 MPa olduğu ve bu değer malzeme akma limitinin çok altında olduğu için sistemde olağan şartlar altında herhangi bir deformasyona yol açmayacağı sonucuna varılmıştır.

Prototip toplama sistemi ile yapılan uygulamalar sırasında, konstrüksiyon dayanımı açısından herhangi bir problemle karşılaşılmamıştır.

4.3. Laboratuvar Denemelerine İlişkin Bulgular

Laboratuvar koşullarında yapılan denemelerde elde edilen bulgulara göre, başarı kriterleri esas alınarak deneme sonuçları değerlendirilmiştir. Başarı kriterlerinin her biri ayrı ayrı ele alınmış ve başarıya etki eden faktörler ortaya konulmuştur.

Tasarım VI ve Tasarım VII aşamalarında geliştirilen sistemlerin performansları, önceki sistemlere göre daha yüksek başarı düzeylerine ulaştığından planlı laboratuvar denemeleri bu iki tasarım sonucu oluşturulan sistemlerle yürütülmüştür. Deneme sonuçları ayrı ayrı ele alınmıştır. Tasarım VII ile ulaşılan sistemin denemelerinde elde edilen sonuçlar daha tatminkâr bulunduğundan, bulgular üzerine analizler bu son sisteme göre gerçekleştirilmiştir.

4.3.1. Tasarım VI'nın Laboratuvar Deneme Sonuçları

Tasarım VI'da oluşturulan sistemle gerçekleştirilen laboratuvar denemelerinde üç farklı ilerleme hızında (1, 1.5 ve 2 km/h), üç farklı tutucu tekerlek devir sayısında (70, 90 ve 110 min⁻¹) ve sabit yedirici helezonun devir sayısında (510 min⁻¹) 5 tekerrürlü olarak çalışılmıştır.

4.3.1.1. Sağlam haşhaş kapsülleri oranı (Başarı 1)

Tasarım VI ile yapılan deneme sonuçlarının ortalamaları ve farklı ilerleme hızları için Başarı 1 değerleri Çizelge 4.6, 4.7 ve 4.8'de sunulmuştur. Sağlam haşhaş kapsülleri oranı (Başarı 1) bakımından en yüksek değer %83.68 oranı ile 1.5 km/h

ilerleme hızı ve 90 min⁻¹'lik tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir. En düşük değer ise %67.59 oranı ile 2 km/h ilerleme hızı ve 70 min⁻¹'lik tutucu tekerlek devrinde gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.6. 1 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 1 (%)	Ortalama Başarı 1 (%)
1	110	124.69	40.45	5.72	66.66	73.50
2	110	122.56	42.47	5.94	80	
3	110	122.00	43.10	5.99	64.7	
4	110	121.93	42.33	5.84	81.81	
5	110	124.41	39.99	5.60	74.35	
1	90	116.85	39.08	5.61	76.47	77.21
2	90	121.81	41.58	5.70	91.89	
3	90	120.37	38.78	5.48	59.45	
4	90	119.44	41.52	5.80	76.47	
5	90	118.54	39.21	5.83	81.81	
1	70	123.97	38.62	5.37	77.77	73.07
2	70	120.42	40.68	5.75	84.21	
3	70	118.86	41.01	5.97	55.26	
4	70	120.05	40.01	5.84	67.56	
5	70	123.44	41.17	5.80	80.55	

Çizelge 4.7. 1.5 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 1 (%)	Ortalama Başarı 1 (%)
1	110	122.32	36.72	5.56	79.41	72.84
2	110	122.6	40.14	5.84	53.33	
3	110	121.28	40.22	5.60	76.31	
4	110	127.03	38.61	5.52	77.41	
5	110	126.18	41.41	5.68	77.77	
1	90	122.00	38.98	5.74	83.33	83.68
2	90	123.45	42.07	6.08	87.87	
3	90	121.28	42.25	5.62	90.62	
4	90	118.11	38.77	5.45	62.85	
5	90	122.06	44.22	5.77	93.75	
1	70	122.25	42.47	5.67	91.42	77.31
2	70	124.05	42.08	5.84	86.11	
3	70	124.85	43.30	5.71	57.14	
4	70	122.23	45.44	5.99	83.33	
5	70	122.45	41.8	5.79	68.57	

Çizelge 4.8. 2 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 1 (%)	Ortalama Başarı 1 (%)
1	110	122.52	38.75	5.31	77.77	73.59
2	110	121.61	41.13	5.87	73.52	
3	110	123.06	42.18	5.73	76.66	
4	110	122.90	42.71	5.70	80	
5	110	122.37	42.22	5.64	60	
1	90	124.63	43.35	5.84	73.33	71.73
2	90	124.38	41.81	6.12	79.41	
3	90	122.37	41.65	5.72	64.86	
4	90	121.03	40.93	5.67	56.25	
5	90	119.81	41.45	5.68	84.84	
1	70	124.15	40.24	5.56	39.39	67.59
2	70	120.68	39.72	5.50	75	
3	70	120.07	39.73	5.54	75	
4	70	119.65	39.47	5.95	75.86	
5	70	121.63	44.57	6.12	72.72	

4.3.1.2. Sap uzunlukları (Başarı 2)

Tasarım VI ile yapılan deneme sonuçlarının ortalamaları ve farklı ilerleme hızları için Başarı 2 değerleri Çizelge 4.9, 4.10 ve 4.11'de sunulmuştur. Kalan sap uzunlukları (Başarı 2) bakımından, en yüksek değer 10.93 cm ile 1 km/h ilerleme hızı ve 70 min⁻¹'lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir. En düşük değer ise 7.29 cm ile 1 km/h ilerleme hızı ve 90 min⁻¹'lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir. 1.5 km/h hızda kalan sap uzunlukları ortalamasına bakıldığında tutucu tekerlek devri arttıkça kalan sap boylarının azaldığı görülmektedir. 1 km/h hızında kalan sap boyları bakımından en düşük değer 7.29 cm ortalaması ile 90 min⁻¹'lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir.

Çizelge 4.9. 1 km/h ilerleme hızında ortalama sap uzunlukları (Başarı 2)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 2 (cm)	Ortalama Sap Uzunluğu (cm)
1	110	124.69	40.45	5.72	8.88	9.25
2	110	122.56	42.47	5.94	7.88	
3	110	122.00	43.10	5.99	12.76	
4	110	121.93	42.33	5.84	7.46	
5	110	124.41	39.99	5.60	9.3	
1	90	116.85	39.08	5.61	6.51	7.29
2	90	121.81	41.58	5.70	7.94	
3	90	120.37	38.78	5.48	7.57	
4	90	119.44	41.52	5.80	8.4	
5	90	118.54	39.21	5.83	6.06	
1	70	123.97	38.62	5.37	10.53	10.93
2	70	120.42	40.68	5.75	9.59	
3	70	118.86	41.01	5.97	11.2	
4	70	120.05	40.01	5.84	13.88	
5	70	123.44	41.17	5.80	9.46	

Çizelge 4.10. 1.5 km/h ilerleme hızında ortalama sap uzunlukları (Başarı 2)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 2 (cm)	Ortalama Sap Uzunluğu (cm)
1	110	122.32	36.72	5.56	7.55	8.03
2	110	122.6	40.14	5.84	7.35	
3	110	121.28	40.22	5.60	8.38	
4	110	127.03	38.61	5.52	8.37	
5	110	126.18	41.41	5.68	8.54	
1	90	122.00	38.98	5.74	7.6	8.25
2	90	123.45	42.07	6.08	8.32	
3	90	121.28	42.25	5.62	8.82	
4	90	118.11	38.77	5.45	8.82	
5	90	122.06	44.22	5.77	7.71	
1	70	122.25	42.47	5.67	7.81	10.44
2	70	124.05	42.08	5.84	10.45	
3	70	124.85	43.30	5.71	15.76	
4	70	122.23	45.44	5.99	9.07	
5	70	122.45	41.80	5.79	9.11	

Çizelge 4.11. 2 km/h ilerleme hızında ortalama sap uzunlukları (Başarı 2)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 2 (cm)	Ortalama Sap Uzunluğu (cm)
1	110	122.52	38.75	5.31	6.57	8.34
2	110	121.61	41.13	5.87	8.03	
3	110	123.06	42.18	5.73	9.92	
4	110	122.90	42.71	5.70	9.15	
5	110	122.37	42.22	5.64	8.03	
1	90	124.63	43.35	5.84	9.75	8.98
2	90	124.38	41.81	6.12	9.75	
3	90	122.37	41.65	5.72	9.14	
4	90	121.03	40.93	5.67	8.91	
5	90	119.81	41.45	5.68	7.36	
1	70	124.15	40.24	5.56	12.14	8.12
2	70	120.68	39.72	5.50	7.04	
3	70	120.07	39.73	5.54	8.95	
4	70	119.65	39.47	5.95	4.9	
5	70	121.63	44.57	6.12	7.58	

4.3.1.3. Depoya ulaşan haşhaş kapsül oranı (Başarı 3)

Depoya ulaşan haşhaş kapsül oranı (Başarı 3) bakımından en yüksek değer %70.7 oranı ile 1.5 km/h ilerleme hızında ve 90 min⁻¹'lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir. En düşük değer ise %57.92 oranı ile 1 km/h ilerleme hızında ve 70 min⁻¹'lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir (Çizelge 4.12, 4.13 ve 4.14).

Çizelge 4.12 1 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 3 (%)	Ortalama Başarı 3 (%)
1	110	124.69	40.45	5.72	63.63	59.34
2	110	122.56	42.47	5.94	63.33	
3	110	122	43.10	5.99	44.11	
4	110	121.93	42.33	5.84	66.66	
5	110	124.41	39.99	5.60	58.97	
1	90	116.85	39.08	5.61	64.7	66.51
2	90	121.81	41.58	5.70	67.56	
3	90	120.37	38.78	5.48	56.75	
4	90	119.44	41.52	5.80	61.76	
5	90	118.54	39.21	5.83	81.81	
1	70	123.97	38.62	5.37	58.33	57.92
2	70	120.42	40.68	5.75	65.78	
3	70	118.86	41.01	5.97	47.36	
4	70	120.05	40.01	5.84	45.94	
5	70	123.44	41.17	5.80	72.22	

Çizelge 4.13. 1.5 km/h ilerleme hızında depoya yönlendirilen kapsül oranları (Başarı 3)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 3 (%)	Ortalama Başarı 3 (%)
1	110	122.32	36.72	5.56	76.47	62.41
2	110	122.6	40.14	5.84	46.66	
3	110	121.28	40.22	5.60	68.42	
4	110	127.03	38.61	5.52	61.29	
5	110	126.18	41.41	5.68	59.25	
1	90	122	38.98	5.74	70	70.70
2	90	123.45	42.07	6.08	72.72	
3	90	121.28	42.25	5.62	75	
4	90	118.11	38.77	5.45	51.42	
5	90	122.06	44.22	5.77	84.37	
1	70	122.25	42.47	5.67	85.71	63.31
2	70	124.05	42.08	5.84	69.44	
3	70	124.85	43.30	5.71	34.28	
4	70	122.23	45.44	5.99	70	
5	70	122.45	41.80	5.79	57.14	

Çizelge 4.14. 2 km/h ilerleme hızında depoya yönlendirilen kapsül oranları (Başarı 3)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 3 (%)	Ortalama Başarı 3 (%)
1	110	122.52	38.75	5.31	61.11	60.24
2	110	121.61	41.13	5.87	61.76	
3	110	123.06	42.18	5.73	60	
4	110	122.9	42.71	5.70	73.33	
5	110	122.37	42.22	5.64	45	
1	90	124.63	43.35	5.84	56.66	59.06
2	90	124.38	41.81	6.12	67.64	
3	90	122.37	41.65	5.72	51.35	
4	90	121.03	40.93	5.67	50	
5	90	119.81	41.45	5.68	69.69	
1	70	124.15	40.24	5.56	30.3	59.91
2	70	120.68	39.72	5.50	71.87	
3	70	120.07	39.73	5.54	67.85	
4	70	119.65	39.47	5.95	68.96	
5	70	121.63	44.57	6.12	60.6	

4.3.2. Tasarım VII'nin Laboratuvar Deneme Sonuçları

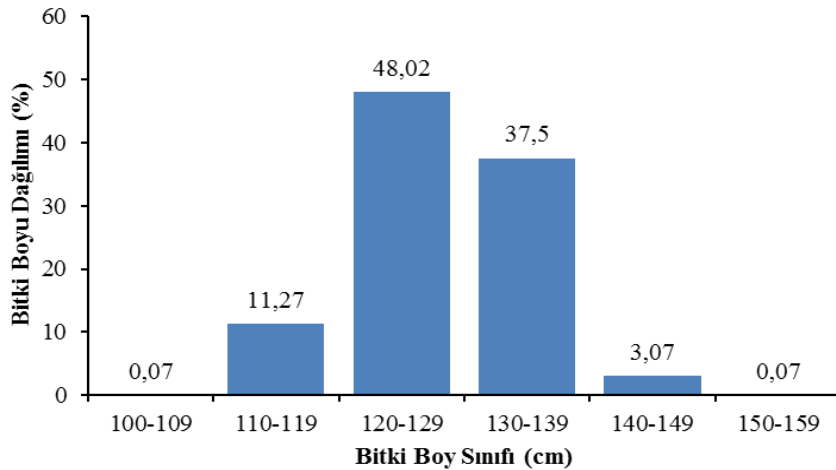
Denemelerde kullanılan 900 adet bitki ve toplam 1464 adet kapsüle ait ölçümler istatistiksel olarak Çizelge 4.15'de görülmektedir.

Çizelge 4.15. Denemede kullanılan haşhaş bitkilerine ait veriler

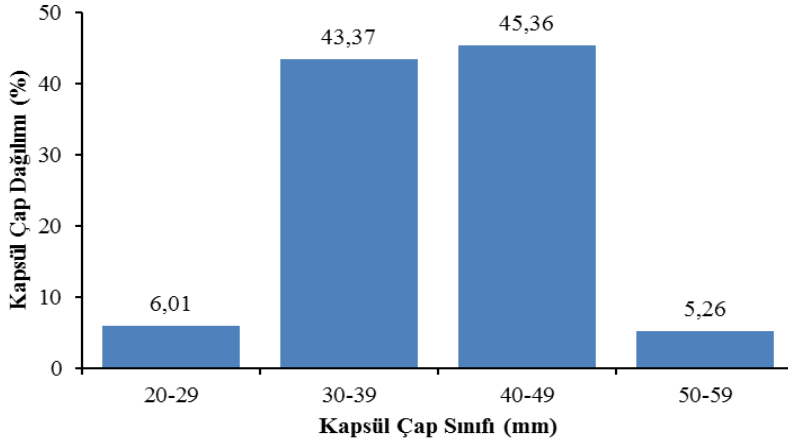
	Bitki Boyu (cm)	Kapsül Çapı (mm)	Sap Çapı (mm)
Maksimum	158	58.56	9.02
Minimum	109	20.07	3.36
Ortalama	127.58±6.40*	39.85±6.28*	5.71±0.64*

*Ortalama±Standart Sapma

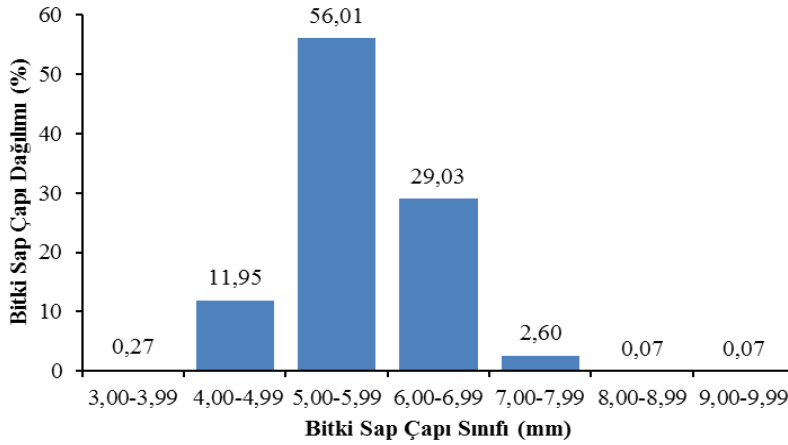
Denemelerde kullanılan haşhaş bitkilerinin boylarına, kapsül çaplarına ve sap çaplarına ilişkin dağılımlar sırasıyla Şekil 4.8, 4.9 ve 4.10'da verilmiştir. Haşhaş bitkilerinin boy dağılımları incelendiğinde, kullanılan haşhaş bitki boylarının yaklaşık %85'inin 120-140 cm aralığına sahip olduğu görülmektedir. Denemelerde kullanılan kapsül çaplarının yaklaşık %89'unun 30-50 mm aralığında olduğu belirlenmiştir. Bitki sap çaplarının ise yaklaşık %85'inin 5-7 mm grubunda yer aldığı görülmüştür.



Şekil 4.8. Denemede kullanılan bitkilerin boy dağılımı



Şekil 4.9. Denemede kullanılan bitkilerin kapsül çapları (mm)



Şekil 4.10. Denemede kullanılan bitkilerin sap çapları (mm)

Laboratuar koşullarında yapılan denemelerde başarı kriterleri göz önünde bulundurularak elde edilen bulgular değerlendirilmiş ve başarı kriterlerinin her biri ayrı ayrı ele alınarak sunulmuştur. Tasarım VII'de oluşturulan sistemle gerçekleştirilen laboratuar denemelerinde üç farklı ilerleme hızında (1, 1.5 ve 2 km/h), üç farklı tutucu tekerlek devir sayısında (70, 90 ve 110 min⁻¹) ve sabit yedirici helezonun devir sayısında (510 min⁻¹) 5 tekerrürlü olarak çalışılmıştır. Sonuçlar 3 farklı tutucu tekerlek devri ve ilerleme hızında, ortalama bitki boyu, kapsül çapı ve sap çapları parametrelerine göre verilmiştir.

4.3.2.1. Sağlam haşhaş kapsülleri oranı (Başarı 1)

Tasarım VII ile yapılan deneme sonuçları farklı ilerleme hızları için Başarı 1 değerleri Çizelge 4.16, 4.17 ve 4.18’de sunulmuştur. Her tekerrüre ait başarı oranları yüzdelik olarak verilmiştir. Ayrıca her bir tutucu tekerlek devri için ortalama başarı değerleri hesaplanmıştır.

Sağlam haşhaş kapsülleri oranında (Başarı 1) en yüksek değer %99.35 oranı ile 2 km/h ilerleme hızı ve 90 min⁻¹’lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir. En düşük değer ise %95.49 oranı ile 1 km/h ilerleme hızı ve 110 min⁻¹’lık tutucu tekerlek devrinde gerçekleşmiştir.

1 ve 1.5 km/h ilerleme hızlarında tutucu tekerlek devir sayılarının artmasıyla Başarı 1 değerlerinin düştüğü gözlemlenmektedir. Tutucu tekerlek devir sayısının artmasıyla haşhaş bitkilerinin yedirici helezon arasına alınmadan tutucu tekerlekler arasına hızla çekilmesi sonucu kapsüllerin parçalanmasına neden olmaktadır. 2 km/h ilerleme hızında ise 90 min⁻¹ tutucu tekerlek devrinde optimum kombinasyon elde edilmiştir.

Çizelge 4.16. 1 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 1 (%)	Ortalama Başarı 1 (%)
1	110	123.50	41.65	5.81	93.33	95.49
2	110	128.09	40.02	5.68	90.32	
3	110	127.30	41.17	5.88	96.67	
4	110	127.71	38.11	5.60	97.14	
5	110	129.25	40.45	5.70	100	
1	90	128.09	40.86	5.76	96.97	96.54
2	90	128.72	38.30	5.64	100	
3	90	129.75	40.83	5.85	94.44	
4	90	127.06	40.24	5.68	93.94	
5	90	129.18	35.69	5.54	97.37	
1	70	124.03	42.73	6.05	96.55	98.77
2	70	128.53	42.70	5.90	100	
3	70	125.67	40.03	5.74	100	
4	70	124.48	39.73	5.62	97.3	
5	70	125.36	36.50	5.76	100	

Çizelge 4.17. 1.5 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Bitki Boyu (cm)	Kapsül Çapı (mm)	Sap Çapı (mm)	Başarı 1 (%)	Ortalama Başarı 1 (%)
1	110	127.29	40.01	5.67	88.57	95.62
2	110	130.60	42.88	5.89	96.67	
3	110	129.21	37.81	5.40	100	
4	110	128.11	38.07	5.47	94.12	
5	110	128.81	41.43	5.70	93.75	
1	90	127.20	37.63	5.57	94.18	97.41
2	90	130.31	39.01	5.73	96.55	
3	90	129.83	39.52	5.95	100	
4	90	127.28	40.12	5.82	100	
5	90	129.74	39.57	5.65	96.3	
1	70	125.96	38.70	5.40	93.75	98.14
2	70	124.42	40.41	5.80	100	
3	70	125.58	41.07	5.64	100	
4	70	126.36	41.80	5.79	96.97	
5	70	126.62	38.01	5.71	100	

Çizelge 4.18. 2 km/h ilerleme hızında sağlam kapsül oranları (Başarı 1)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Bitki Boyu (cm)	Kapsül Çapı (mm)	Sap Çapı (mm)	Başarı 1 (%)	Ortalama Başarı 1 (%)
1	110	128.30	37.97	5.59	94.44	95.96
2	110	128.13	37.96	5.42	100	
3	110	129.08	42.71	5.89	97.05	
4	110	127.53	41.94	5.83	96.66	
5	110	129.72	43.32	6.02	91.66	
1	90	128.64	39.98	5.94	100	99.35
2	90	126.41	38.83	5.56	100	
3	90	129.07	41.24	5.81	100	
4	90	128.87	40.02	5.70	96.77	
5	90	128.06	39.55	5.70	100	
1	70	126.08	40.45	5.72	97.06	95.69
2	70	126.94	37.90	5.41	100	
3	70	128.81	38.54	5.61	94.74	
4	70	124.78	39.01	5.68	100	
5	70	126.53	40.43	5.69	86.67	

4.3.2.2. Sap uzunlukları (Başarı 2)

Tasarım VII ile yapılan deneme sonuçları farklı ilerleme hızları için Başarı 2 değerleri Çizelge 4.19, 4.20 ve 4.21’de sunulmuştur. Çizelgelerde haşhaş kapsüllerinde kalan sap uzunlukları her tekerrür için ayrı ayrı verilmiştir. Ayrıca her bir tutucu tekerlek devri için kalan sap uzunlukları da ölçülmüştür. Kalan sap uzunlukları (Başarı 2) bakımından, en düşük başarı değeri 6.85 cm ile 1 km/h ilerleme hızı ve 70 min⁻¹’lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir. En yüksek başarı değeri ise 5.30 cm ile 2 km/h ilerleme hızı ve 70 min⁻¹’lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir.

1 km/h hızda sap uzunlukları ortalamasına bakıldığında tutucu tekerlek devri arttıkça kalan sap boylarının azaldığı görülmektedir. 1 km/h hızında kalan sap boyları bakımından en düşük değer 5.39 cm ortalaması ile 110 min⁻¹’lık tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir.

1.5 ve 2 km/h ilerleme hızlarında ise 90 min⁻¹’lık tutucu tekerlek devrinde sap uzunluklarının sırasıyla 6.71 ve 6.61 mm ile grubun en büyük değerlerine sahip olmuşlardır.

Çizelge 4.19. 1 km/h ilerleme hızında ortalama kalan sap uzunluğu (Başarı 2)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ort. Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 2 (cm)	Ortalama Sap Uzunluğu (cm)
1	110	123.50	41.65	5.81	4.33	5.39
2	110	128.09	40.02	5.68	5.11	
3	110	127.30	41.17	5.88	5	
4	110	127.71	38.11	5.60	5.80	
5	110	129.25	40.45	5.70	6.72	
1	90	128.09	40.86	5.76	6.63	6.34
2	90	128.72	38.30	5.64	6.18	
3	90	129.75	40.83	5.85	6.63	
4	90	127.06	40.24	5.68	6.13	
5	90	129.18	35.69	5.54	6.13	
1	70	124.03	42.73	6.05	5.55	6.85
2	70	126.94	37.90	5.41	4.47	
3	70	128.81	38.54	5.61	7.59	
4	70	124.78	39.01	5.68	4.27	
5	70	126.53	40.43	5.69	4.92	

Çizelge 4.20. 1.5 km/h ilerleme hızında ortalama kalan sap uzunluğu (Başarı 2)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ort. Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 2 (cm)	Ortalama Sap Uzunluğu (cm)
1	110	127.29	40.01	5.67	5.30	5.94
2	110	130.60	42.88	5.89	5.65	
3	110	129.21	37.81	5.40	6.87	
4	110	128.11	38.07	5.47	6.12	
5	110	128.81	41.43	5.70	5.78	
1	90	127.20	37.63	5.57	4.89	6.71
2	90	130.31	39.01	5.73	8.60	
3	90	129.83	39.52	5.95	7.03	
4	90	127.28	40.12	5.82	6.04	
5	90	129.74	39.57	5.65	7.00	
1	70	125.96	38.70	5.40	7.16	6.57
2	70	124.42	40.41	5.80	6.93	
3	70	125.58	41.07	5.64	6.51	
4	70	126.36	41.80	5.79	6.51	
5	70	126.62	38.01	5.71	5.73	

Çizelge 4.21. 2 km/h ilerleme hızında ortalama kalan sap uzunluğu (Başarı 2)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ort. Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 2 (cm)	Ortalama Sap Uzunluğu (cm)
1	110	128.30	37.97	5.59	5.11	6.50
2	110	128.13	37.96	5.42	5.66	
3	110	129.08	42.71	5.89	7.48	
4	110	127.53	41.94	5.83	6.96	
5	110	129.72	43.32	6.02	7.28	
1	90	128.64	39.98	5.94	6.88	6.61
2	90	126.41	38.83	5.56	7.24	
3	90	129.07	41.24	5.81	6.84	
4	90	128.87	40.02	5.70	4.96	
5	90	128.06	39.55	5.70	7.11	
1	70	126.08	40.45	5.72	5.28	5.30
2	70	126.94	37.90	5.41	4.47	
3	70	128.81	38.54	5.61	7.59	
4	70	124.78	39.01	5.68	4.27	
5	70	126.53	40.43	5.69	4.92	

4.3.2.3. Depoya ulaşan haşhaş kapsül oranı (Başarı 3)

Depoya ulaşan haşhaş kapsül oranında (Başarı 3) en yüksek değer %98.08 oranı ile 1 km/h ilerleme hızında ve 70 min⁻¹'lik tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir. En düşük değer ise %90.14 oranı ile 1.5 km/h ilerleme hızında ve 90 min⁻¹'lik tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir (Çizelge 4.22).

1 km/h hızda depoya ulaşan haşhaş kapsülleri ortalamasına bakıldığında tutucu tekerlek devri arttıkça başarı oranının azaldığı görülmektedir. 1 km/h hızında depoya ulaşan haşhaş kapsülleri bakımından en düşük değer %91 ortalama ile 110 min⁻¹'lik tutucu tekerlek devrinde elde edilmiştir.

1.5 ve 2 km/h ilerleme hızlarında ise 70 min⁻¹'lik tutucu tekerlek devrinde başarı oranları sırasıyla %94.58 ve %95.63 ile grubun en büyük değerlerine sahip olmuşlardır.

Çizelge 4.22. 1 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ort. Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı(mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 3 (%)	Başarı 3 Ortalama (%)
1	110	123.50	41.65	5.81	90	91
2	110	128.09	40.02	5.68	87.1	
3	110	127.30	41.17	5.88	96.67	
4	110	127.71	38.11	5.60	90.62	
5	110	129.25	40.45	5.70	90.62	
1	90	128.09	40.86	5.76	100	92.34
2	90	128.72	38.30	5.64	93.1	
3	90	129.75	40.83	5.85	83.33	
4	90	127.06	40.24	5.68	87.88	
5	90	129.18	35.69	5.54	97.37	
1	70	124.03	42.73	6.05	96.87	98.08
2	70	128.53	42.70	5.90	96.77	
3	70	125.67	40.03	5.74	96.77	
4	70	124.48	39.73	5.62	100	
5	70	125.36	36.50	5.76	100	

Çizelge 4.23. 1.5 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ort. Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı(mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 3 (%)	Başarı 3 Ortalama (%)
1	110	127.29	40.01	5.67	85.71	92.21
2	110	130.60	42.88	5.89	96.67	
3	110	129.21	37.81	5.40	100	
4	110	128.11	38.07	5.47	91.18	
5	110	128.81	41.43	5.70	87.5	
1	90	127.20	37.63	5.57	82.35	90.14
2	90	130.31	39.01	5.73	86.21	
3	90	129.83	39.52	5.95	93.55	
4	90	127.28	40.12	5.82	96	
5	90	129.74	39.57	5.65	92.59	
1	70	125.96	38.70	5.40	96.87	94.58
2	70	124.42	40.41	5.80	93.55	
3	70	125.58	41.07	5.64	93.55	
4	70	126.36	41.80	5.79	93.94	
5	70	126.62	38.01	5.71	95	

Çizelge 4.24. 2 km/h ilerleme hızında depoya ulaşan kapsül oranları (Başarı 3)

Tekerrür	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ort. Bitki Boyu (cm)	Ortalama Kapsül Çapı (mm)	Ortalama Sap Çapı (mm)	Başarı 3 (%)	Başarı 3 Ortalama (%)
1	110	128.30	37.97	5.59	94.44	93.49
2	110	128.13	37.96	5.42	100	
3	110	129.08	42.71	5.89	94.11	
4	110	127.53	41.94	5.83	90	
5	110	129.72	43.32	6.02	88.88	
1	90	128.64	39.98	5.94	92.86	92.54
2	90	126.41	38.83	5.56	93.55	
3	90	129.07	41.24	5.81	96.3	
4	90	128.87	40.02	5.70	90.32	
5	90	128.06	39.55	5.70	89.65	
1	70	126.08	40.45	5.72	94.12	95.63
2	70	126.94	37.90	5.41	100	
3	70	128.81	38.54	5.61	97.37	
4	70	124.78	39.01	5.68	100	
5	70	126.53	40.43	5.69	86.67	

4.4. Sap Uzunlukları ve Morfin Değerleri Arasındaki İlişki

Farklı kapsül çapları ve sap uzunluklarına göre elde edilen morfin oranları analiz sonucu elde edilmiştir. Elde edilen değerler kapsül çapları ve sap uzunluklarına göre değerlendirilmiştir (Çizelge 4.25). Sonuçlar incelendiğinde morfin oranlarının kapsül boyutlarının büyükten küçüğe doğru değişimiyle arttığı görülmektedir. Sap uzunluğuna ilişkin grup ortalamalarına göre de kapsülde kalan sap uzunluklarının artmasıyla morfin oranlarının azaldığı belirlenmiştir. Bundan dolayı Toprak Mahsulleri Ofisi'nin haşhaş kapsül alım genelgesine göre kapsülde kalan sap uzunluğunun değişimine bağlı olarak alım fiyatı da düzenlenmektedir.

Çizelge 4.25. Kapsül boyutu ve sap uzunluğuna göre morfin oranları

Sap Uzunluğu (cm)	Kapsül Boyutu	Ortalama Morfin Oranı (%)	Grup Ortalama Morfin Oranı (%)
0	BÜYÜK	0.747	0.861
	ORTA	0.894	
	KÜÇÜK	0.943	
5	BÜYÜK	0.685	0.807
	ORTA	0.755	
	KÜÇÜK	0.981	
10	BÜYÜK	0.692	0.741
	ORTA	0.748	
	KÜÇÜK	0.782	
15	BÜYÜK	0.737	0.735
	ORTA	0.683	
	KÜÇÜK	0.784	

4.5. İstatistiksel Bulgular

Tasarım VII'ye ait deneme sonuçlarına uygulanan lojistik regresyon analizi sonucunda faktörlerden kalan sap boyunun Başarı 1 üzerine istatistiksel açıdan

etkili olduğu belirlenmiştir. Başarı 1 için yapılmış olan analiz sonuçları Çizelge 4.26’te görülmektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.26. Başarı 1 kriterinin farklı değişkenlere göre lojistik regresyon analizi

Değişkenler	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
İlerleme Hızı	-.128	.300	.183	1	.669	.880
Tutucu Tek. Devri	-.339	.303	1.253	1	.263	.712
Kalan Sap Boyu	.224	.083	7.215	1	.007	1.251
Kapsül Çapı	-.020	.054	.135	1	.713	.980
Sap Çapı	-.339	.502	.455	1	.500	.713
Constant	8.496	3.077	7.625	1	.006	4897.475

Başarı 2 üzerine ilerleme hızı, tutucu tekerlek devri, bitki boyu, kapsül çapı ve sap çapının etkilerinin ortaya konulması için gerçekleştirilen çoklu regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.27’da sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde; tutucu tekerlek devri ile bitki boyu değişkenlerinin Başarı 2 üzerinde etkili olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.27. Başarı 2 kriterinin farklı değişkenlere göre çoklu regresyon analizi

Model	Standart Dışı		Standart	t	Sig.
	B	Std. Hata	Beta		
(Constant)	-26.053	2.899		-8.986	.000
İlerleme Hızı	-.174	.157	-.028	-1.106	.269
Tutucu Tek. Devri	-.445	.154	-.074	-2.885	.004
Bitki Boyu	.279	.020	.356	13.860	.000
Kapsül Çapı	.015	.010	.039	1.455	.146
Sap Çapı	-.150	.211	-.019	-.711	.477

a. Bağımlı Değişken: Kalan Sap Boyu

Başarı 3 için gerçekleştirilen lojistik regresyon analizi sonuçları Çizelge 4.28’de sunulmuştur. Sonuçlar incelendiğinde; sap çapının ve tutucu tekerlek devrinin Başarı 3 üzerinde etkili olduğu saptanmıştır ($p<0.05$).

Çizelge 4.28. Başarı 3 kriterinin farklı değişkenlere göre lojistik regresyon analizi

Değişkenler	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)
İlerleme Hızı	.056	.133	.176	1	.675	1.057
Tutucu Tek. Devri	-.338	.132	6.549	1	.010	.714
Bitki Boyu	-.009	.017	.280	1	.596	.991
Kapsül Çapı	-.003	.008	.135	1	.713	.997
Sap Çapı	.703	.179	15.486	1	.000	2.021
Constant	1.445	2.416	.357	1	.550	4.240

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Tasarım VII’de oluşturulan sistemle, üç farklı ilerleme hızında (1, 1.5 ve 2 km/h), üç farklı tutucu tekerlek devir sayısında (70, 90 ve 110 min⁻¹) ve sabit yedirci helezonun devir sayısında (510 min⁻¹) gerçekleştirilen laboratuvar denemeleri sonucunda; sağlam haşhaş kapsül oranları (Başarı 1), sap uzunlukları (Başarı 2) ve depoya ulaşan haşhaş kapsül oranları (Başarı 3) kriterleri saptanmıştır. Elde edilen bulgulardan çalışma sınırları içerisinde en yüksek sağlam haşhaş kapsül oranları ve depoya ulaşan haşhaş kapsül oranları ile en düşük sap uzunlukları ortalamalarına göre ulaşılan çalışma parametreleri Çizelge 5.1’de verilmiştir. Bu optimum başarı kriterlerine göre üç farklı çalışma kombinasyonu ortaya çıkmıştır. Bu kombinasyonlar; 1 km/h ilerleme hızı ile 70 min⁻¹ tutucu tekerlek devri (Alternatif 1), 2 km/h ilerleme hızı ile 70 min⁻¹ tutucu tekerlek devri (Alternatif 2) ve 2 km/h ilerleme hızı ile 90 min⁻¹ tutucu tekerlek devrinden (Alternatif 3) oluşmaktadır. Alternatif 1’de Başarı 3, Alternatif 2’de Başarı 2 ve Alternatif 3’de Başarı 1 optimum değerlerde elde edilmiştir.

Çizelge 5.1. Optimum başarı kriterlerine göre çalışma parametreleri

	İlerleme Hızı (km/h)	Tutucu Tekerlek Devri (min ⁻¹)	Ortalama Başarı 1 (%)	Ortalama Başarı 2 (cm)	Ortalama Başarı 3 (%)
ALTERNATİF 1	1	70	98.77	6.85	98.08
ALTERNATİF 2	2	70	95.69	5.30	95.63
ALTERNATİF 3	2	90	99.35	6.61	92.54

Laboratuvar koşullarında geliştirilerek denemeleri gerçekleştirilen haşhaş kapsül toplama sisteminin, benzer çalışma parametreleri ile tarla koşullarında çalışacak toplama makinasına dönüştürülmesi öngörüsüyle; 3 farklı alternatifin karşılaştırılması yapılmıştır. Bu amaçla temel uygulamalar göz önüne alınarak değerlendirmeler gerçekleştirilmiştir. Değerlendirmelerde kapsül alım fiyatı 3.0 TL/kg, tohum alım fiyatı ise 3.5 TL/kg kabul edilmiştir (Anonim, 2013a). Ayrıca tarla işçisi günlük yevmiyesi 2012 yaz fiyatları esas alınarak 30 TL/gün alınmıştır. Haşhaş kapsül verimi 150 kg/da ve tohum verimi de 150 kg/da olarak kabul edilmiştir (Erdurmuş, 1990). Tarla bitki sıra arası mesafesi 0.30 m, günlük çalışma süresi ise 8 saat kabul edilmiştir.

Tarlaya dökülerek kayba neden olan haşhaş kapsülleri ve tohumlardan ileri gelen maliyet ile tarladan kapsüllerin toplanması, makinanın bağlandığı traktörün kullanılması ve taşıma işlemlerinde ihtiyaç duyulan işçilik maliyetleri değerlendirmelerde esas alınmıştır.

Alternatif 1'in değerlendirilmesi:

Depoya ulaşan kapsül oranlarının yüksek olması (%1.92 fire), sağlam kapsül oranının yüksek olması (%98.77) ve ortalama sap uzunluğunun (6.85 cm) kabul edilebilir değerde olması sistemin üstünlükleri olarak ortaya çıkmaktadır. Sağlam kapsül oranı ile depoya ulaşan kapsül oranlarının farkı sağlam olarak tarlaya dökülen kapsül oranını vermektedir (%0.69). Bu oranın çok düşük olması ve bu miktarda kapsülün tarladan toplanması işleminin, işçilik maliyeti göz önüne alındığında ekonomik olmayacağı açıktır.

Ancak bu alternatifte ilerleme hızının düşük olması nedeniyle iş başarısının diğer alternatiflere göre yarıya düşmesi en önemli sakınca olarak görülmektedir.

Fire ve işçilik maliyetlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan analiz Çizelge 5.2'de sunulmuştur. Analiz sonucunda toplam fire ve işçilik maliyeti Alternatif 1 için 43.72 TL/da olarak elde edilmiştir.

Çizelge 5.2. Alternatif 1 için fire ve işçilik maliyet analizi

%1.92 kapsül firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%1.92=2.88 \text{ kg/da} \times 3 \text{ TL/kg}=8.64 \text{ TL/da}$
%1.92 tohum firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%1.92=2.88 \text{ kg/da} \times 3.5 \text{ TL/kg}=10.08 \text{ TL/da}$
Toplam fire değeri	$8.64+10.08=18.72 \text{ TL/da}$
Teknik iş başarısı (S=B.V.t)	$0.3 \times 1 \times 8=2.4 \text{ da/gün}$
İşçilik (traktör şoförü ve taşıma)	$2 \times 30=60 \text{ TL/gün}$
Birim alan işçilik	$60/2.4=25 \text{ TL/da}$
Fire ve işçilik maliyet toplamı	$18.72+25=43.72 \text{ TL/da}$

Alternatif 2'nin değerlendirmesi:

İlerleme hızından dolayı iş başarısının yüksek olması ve ortalama sap uzunluğunun (5.30 cm) en uygun değere sahip olması sistemin üstünlükleri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu alternatifin en önemli sakıncası kapsül fire oranının yüksek olmasıdır (%4.37). Sağlam kapsül oranı (%95.69) ile depoya ulaşan kapsül oranları (%95.63) arasında farkın çok düşük değerde olması (%0.06) tarladan toplanacak sağlam kapsülün bulunmadığını ifade etmektedir.

Maliyetlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan analiz Çizelge 5.3'de sunulmuştur. Analiz sonucunda toplam fire ve işçilik maliyeti Alternatif 2 için 55.14 TL/da olarak elde edilmiştir.

Çizelge 5.3. Alternatif 2 için fire ve işçilik maliyet analizi

%4.37 kapsül firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%4.37=6.56 \text{ kg/da} \times 3 \text{ TL/kg}=19.68 \text{ TL/da}$
%4.37 tohum firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%4.37=6.56 \text{ kg/da} \times 3.5 \text{ TL/kg}=22.96 \text{ TL/da}$
Toplam fire değeri	$19.68+22.96=42.64 \text{ TL/da}$
Teknik iş başarısı (S=B.V.t)	$0.3 \times 2 \times 8=4.8 \text{ da/gün}$
İşçilik (traktör şoförü ve taşıma)	$2 \times 30=60 \text{ TL/gün}$
Birim alan işçilik	$60/4.8=12.5 \text{ TL/da}$
Fire ve işçilik maliyet toplamı	$42.64+12.5=55.14 \text{ TL/da}$

Alternatif 3'ün değerlendirmesi:

İlerleme hızından dolayı iş başarısının yüksek olması, ortalama sap uzunluğunun (6.61 cm) kabul edilebilir değerde olması ve sağlam kapsül oranının en yüksek değere (%99.35) sahip olması sistemin üstünlükleri olarak ortaya çıkmaktadır. Bu alternatifin en önemli sakıncası kapsül fire oranının yüksek değere sahip olmasıdır (%7.46). Sağlam kapsül oranı (%99.35) ile depoya ulaşan kapsül oranları (%92.54) arasındaki farkın yüksek olması (%6.81) sağlam olarak tarlaya dökülen kapsüllerin tarladan toplanmasını gerektirmektedir. Bu ise ilave toplama işçilik

maliyetini ortaya çıkarmaktadır. Bu alternatifte %7.46'lık firenin tarlada bırakılması (Alternatif 3A) ile %6.81'lik tarlaya dökülen sağlam kapsüllerin tarladan toplanmasını (Alternatif 3B) içeren iki farklı uygulama değerlendirilmiştir. İkinci uygulamada parçalanarak toplanma olanağı kalmayan kapsüller için fire oranı %0.65 (%7.46-%6.81) olarak hesaplanmıştır. Kapsüllerin tarladan toplanması için işgücü değeri 5 da/gün olarak kabul edilmiştir.

Alternatif 3A için fire ve işçilik maliyetlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan analiz Çizelge 5.4'de sunulmuştur. Analiz sonucunda toplam fire ve işçilik maliyeti Alternatif 3A için 85.24 TL/da olarak elde edilmiştir.

Çizelge 5.4. Alternatif 3A (firenin tarlada bırakılması) için fire ve işçilik maliyet analizi

%7.46 kapsül firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%7.46 = 11.19 \text{ kg/da} \times 3 \text{ TL/kg} = 33.57 \text{ TL/da}$
%7.46 tohum firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%7.46 = 11.19 \text{ kg/da} \times 3.5 \text{ TL/kg} = 39.17 \text{ TL/da}$
Toplam fire değeri	$33.57 + 39.17 = \mathbf{72.74} \text{ TL/da}$
Teknik iş başarısı (S=B.V.t)	$0.3 \times 2 \times 8 = 4.8 \text{ da/gün}$
İşçilik (traktör şoförü ve taşıma)	$2 \times 30 = 60 \text{ TL/gün}$
Birim alan işçilik	$60 / 4.8 = \mathbf{12.5} \text{ TL/da}$
Fire ve işçilik maliyet toplamı	$72.74 + 12.5 = \mathbf{85.24} \text{ TL/da}$

Alternatif 3B için fire ve işçilik maliyetlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan analiz Çizelge 5.5'de sunulmuştur. Analiz sonucunda toplam fire ve işçilik maliyeti Alternatif 3B için 25.09 TL/da olarak elde edilmiştir.

Fire ve işçilik maliyetlerinin belirlenmesine yönelik olarak yapılan analiz sonuçlarına göre; 2 km/h ilerleme hızı ile 90 min^{-1} tutucu tekerlek devri koşullarında ve tarlaya dökülen sağlam kapsüllerin tarladan toplanmasını içeren uygulama (Alternatif 3B), toplam fire ve işçilik maliyeti olarak 25.09 TL/da ile en düşük değere sahip olmuştur.

Çizelge 5.5. Alternatif 3B (firenin tarladan toplanması) için fire ve işçilik maliyet analizi

%0.65 kapsül firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%0.65=0.975 \text{ kg/da} \times 3 \text{ TL/kg}=2.93 \text{ TL/da}$
%0.65 tohum firesi	$150 \text{ kg/da} \times \%0.65=0.975 \text{ kg/da} \times 3.5 \text{ TL/kg}=3.41 \text{ TL/da}$
Toplam fire değeri	$2.93+3.41=$ 6.34 TL/da
Teknik iş başarısı (S=B.V.t)	$0.3 \times 2 \times 8=4.8 \text{ da/gün}$
İşçilik (traktör şoförü, taşıma ve toplama)	$3 \times 30=90 \text{ TL/gün}$
Birim alan işçilik	$90/4.8=$ 18.75 TL/da
Fire ve işçilik maliyet toplamı	$6.34+18.75=$ 25.09 TL/da

Başarı kriterleri ve basit maliyet unsurları dikkate alınarak yapılan değerlendirmeler sonucunda, laboratuvar koşullarında geliştirilerek denemeleri gerçekleştirilen haşhaş kapsül toplama sisteminin genel olarak başarıya ulaştığı söylenebilir. Sistemin en önemli sakıncası, haşhaş kapsüllerinin elle hasatta olduğu gibi boğum noktasından koparılmayıp, 5-6 cm'lik sap uzunluklarına sahip olarak toplanmasıdır. Ancak haşhaş kapsül alımını gerçekleştiren Toprak Mahsulleri Ofisi'nin %8'lik yabancı madde oranına karşılık gelen ve bu çalışma koşulları için belirlenen 8 cm'ye kadarki sap uzunluklarını kabul etmekte ve ürünün içerisindeki yabancı madde oranına bağlı olarak alım fiyatını düzenlemektedir. (Anonim, 2013b). Dolayısıyla sistemin ulaştığı 5-6 cm'lik sap uzunlukları kabul edilebilir değerlerdedir.

Haşhaş kapsül toplama sisteminin elde edilen bu başarıları, tarla koşullarında çalışacak kapsül toplama makinası geliştirilmesine öncülük edecek nitelik taşımaktadır.

6. KAYNAKLAR

- Aktaş, C., Erkuş, O., 2009. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, Güz 2009/2, s.47-59, İstanbul.
- Alayunt, F. N., 2000. Biyolojik Malzeme Bilgisi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Ofset Atölyesi, İzmir.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., Yıldırım, E., 2010. Sosyal Bilimlerde Araştırma Yöntemleri: SPSS Uygulamalı, Sakarya Yayıncılık, s.250, Sakarya.
- Anonim, 1988. Haşhaşın Ekimi, Kontrolü, Toplanması, Değerlendirilmesi, İmhası, Satın Alınması, Satılması, İhracı ve İthalı Hakkında Yönetmelik.
- Anonim, 2005a. Haşhaş, Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı, Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Koruma ve Kontrol Genel Müdürlüğü Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2005b. Teknik Resim III Kitabı, Megep Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2009a. Fimaks Ltd. Şti. Ürün Kataloğu.
- Anonim, 2009b. Haşhaş Yetiştiriciliği, Megep Yayınları, Tarım Teknolojileri, Ankara.
- Anonim, 2009c. <http://www.bahcesel.com/forumsel/genel-tarla-bitkileri-bilgileri/17392-hashas-etistiriciligi/>, Erişim: Mayıs 2009.
- Anonim, 2010. 2009 Yılı Haşhaş Raporu. TMO Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2011. Özdöken Tarım Makinaları Sanayi Ltd. Şti. Ürün Kataloğu.
- Anonim, 2012a. 2011 Yılı Haşhaş Raporu. TMO Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonim, 2012b. http://www.tarim.gov.tr/Files/Files/Yonetmelikler/hashasin_ekimi.pdf. Erişim: Mayıs 2012.
- Anonim, 2012c. Türkiye İstatistik Kurumu Verileri, http://www.tuik.gov.tr/VeriBilgi.do?alt_id=45, Erişim: Ağustos 2012.
- Anonim, 2012d. <http://www.belgeler.com/blg/h7k/hashas/>Erişim: Ağustos 2012.
- Anonim, 2013a. <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2012/09/20120909-4-1.pdf>, Erişim: Ocak 2013.

- Anonim, 2013b. bilgiedinme@tmo.gov.tr. Erişim: Ocak 2013.
- Anonim, 2013c. <http://www.timeturk.com/tr/2012/05/31/afganistan-da-afyon-drami.html>.
- Anonim, 2013d. <http://opiumpoppies.org/2001/07/13/poppy-cultivation-in-the-soviet-union/>.
- Arslan, N., Er, C., Camcı, H., 1986. Haşhaş ekimi yasağının kaldırılmasından beri haşhaş tarımı ve problemleri. VI. Bitkisel İlaç Hammaddeleri Toplantısı 10–16 Mayıs. s.99–118, Ankara.
- Biçkici, B., 2007. Çok Değişkenli Varyans Analizi ve Çoklu Doğrusal Regresyon Analizinin Uygulamalı Olarak Karşılaştırılması. Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Erzurum.
- Büyüköztürk, Ş., 2007. Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Chapra, S.C., Canale, R.P. 2008. Yazılım ve Programlama Uygulamalarıyla Mühendisler İçin Sayısal Yöntemler (Çeviri: H. Heperkan, U. Kesgin).
- Çerik, V., 2002. Makine Elemanları. Milli Eğitim Basımevi, Ankara.
- Çetinkaya, S., 1999. Motor Dinamiği Ders Kitabı. Nobel Yayınları, Ankara.
- Çetinkaya, S., 2010. Taşıt Mekaniği Ders Kitabı. Nobel Yayınları, Ankara.
- Darkot, B., 1963. Türkiye İktisadi Coğrafyası. İstanbul Üniversitesi. Yay. No: 139, İstanbul, 115.s.
- DIN 50100, 1978. Werkstoffprüfung; Dauerschwingsversuch; Begriffe, Zeichen, Durchführung, Auswertung.
- Erdoğan, D., 1984. Makine Malzeme Bilgisi. Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, Ankara.
- Erdurmuş, A., 1989. Haşhaş (*Papaver somniferum* L.) Hatlarında Fenolojik ve Morfolojik Karakterlerin Morfin ve Tohum Verimiyle İlişkileri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Erdurmuş, A., 1990. Haşhaş. TMO Alkasan Yayınları, Ankara.
- Eripek, S., 2002. Tarla Bitkileri. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.

- Ergin, A., Bayraktarkatal, E., Ünsan, Y. 2000. Sonlu Elemanlar Metodu ve Gemi İnşaatı Sektöründeki Uygulamaları (Seminer Kitabı). Yapım Matbaacılık, İstanbul.
- Fındık, F. 2010. Malzeme ve Tasarım Bilgisi. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Földesi, D., Hornok, L., 1992. Poppy Cultivation and Processing of Medicinal Plants. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Işıkan, M., 1955. Haşhaş Çiçekleri Üzerine Biyolojik Araştırmalar, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın No:80, Ankara.
- İlisulu, K., 1973. Yağ Bitkileri ve Islahı. Çağlayan Kitabevi, İstanbul.
- İncekara, F., 1964. Endüstri Bitkileri ve Islahı. E. Ü. Matbaası, İzmir.
- Kadıoğlu, Y., 2007. Uşak'ta haşhaş tarımının coğrafi özellikleri. **Doğu Coğrafya Dergisi**, 18: 165-186. Ankara.
- Kalaycı, Ş., 2008. SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Asil Yayınları, Ankara, 273 s.
- Karadavut, U., Arslan, N., 2006. Yabancı kökenli haşhaş (*Papaver Somniferum* L.) çeşit ve popülasyonlarının bazı bitkisel özellikleri. **Journal of Research Bitkisel Araştırma Dergisi**.1: 1-5.
- Koç, H., Camcı, H., Kadiroğlu, 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.
- Koç, H., Ülker, R., Güneş A., Gümüşçü, G., Ercan, B., Topal, İ., Kara, İ., Özdemir, F., Keleş, R., Bayrak, H., 2012. Bazı yerel haşhaş genotiplerinin tohum ve kapsül verimi açısından değerlendirilmesi, **Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu**, 255-259, Tokat.
- Koşar, Ferda., Camcı, H., Köse, 2012. A., Farklı haşhaş (*Papaver Somniferum* L.) Eskişehir ekolojik koşullarında verim, verim unsurları ve morfin verimlerinin belirlenmesi, **Tıbbi Aromatik Bitkiler Sempozyumu**, 151-155, Tokat.
- Kurbanoğlu, C., 2009. Makine Elemanları Teori, Konstrüksiyon ve Problemler. Nobel Yayınları, İstanbul.

- Kurt, H., Onurcu, Ş., Şen, İ., 2012. Uygulamalı Makine Tasarımı ve Esasları. De-ha Yayıncılık, İstanbul.
- Kutay, G., 2009. Mukavemet ve Malzeme Ders Kitabı. Birsen Yayınevi, İstanbul.
- Küçük, Y., 1996. Türkiye'nin Çeşitli Yörelerinde Yetiştirilen Haşhaş Bitkilerinde Alkaloidlerin Ekstraksiyonu ve Ekstraksiyonların Susuz Ortamlarda Özelliklerinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Ankara.
- Nalbant, M., 2000. AutoCAD ile Çizim Teknikleri ve Modelleme. Beta Basım A.Ş., İstanbul.
- Nebiler, İ., 2008. İmalat İşlemleri. Emek Matbaacılık, Manisa.
- Németh, É., 1998. Department of Medicinal Plant Production. UHFI, 1114-Budapest, Villányi str. 29, Hungary.
- Öğretir, K., 1985. Afyon Koşullarında Haşhaşın Su Tüketimi. Eskişehir Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Yayınları, No:188, Eskişehir.
- Şen, İ.Z., Özçilingir, N., 2001 Standart Makine Elemanları Çizelgeleri, De-ha Yayıncılık, İstanbul.
- Şenesen, Ü., 2009. İşletme ve İktisat İçin İstatistik. Literatür Yayıncılık, İstanbul, s.548.
- Şen, İ. Z., Özçilingir, N.,2002. Teknik Resim Temel Bilgiler. İstanbul: Ege Reklam Basım Sanatları Tesisleri, İstanbul.
- Şıklar, E., 2000. Regresyon Analizine Giriş. T.C. Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Topcu, M., Taşgetiren, S. 1998. Mühendisler için Sonlu Elemanlar Metodu. Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası, Ders Kitapları, Yayın No: 007, Denizli.
- Uçar, M., 1999. Kardan kaplinlerinde hasara etki eden faktörler ve alınması gereken tedbirler. **Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi**, Denizli, 5(2-3): 1033-1039.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Ahmet Fatih Hacıyusufoğlu

Doğum Yeri ve Tarihi : Burdur, 25.02.1978

EĞİTİM DURUMU

Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü

Yüksek Lisans Öğrenimi : Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Tarım Makinaları Bölümü

Bildiği Yabancı Diller : İngilizce

BİLİMSEL FAALİYETLERİ

a) Makaleler

-SCI

-Diğer

b) Bildiriler

-Uluslararası

Hacıyusufoğlu A.F., Doğan T., The Agriculture and Mechanization Problems of Opium (*Papaversomniferum*) in Burdur Province ,8th. International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture, Pages:453-455,Kuşadası, Poster, 17.08.2002.

-Ulusal

Doğan T.,Aydın M., Hacıyusufoğlu A.F., Bazı Pamuk (*Gossypium Hirsutum L.*) Çeşitlerinde Tohum Kaplamanın Verim Ve Verim Komponentleri Üzerine Etkileri, 21.Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Poster, 05/09/2003.

Hacıyusufoğlu A.F., Doğan T., Haşhaş Ekim Yöntemlerinin İyileştirme Olanaklarının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma, 21.Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Poster, 05.09.2003.

Aydın M., Doğan T., Hacıyusufoğlu A.F., Havlı Pamuk (Gossypium Hirsutum L.) Tohumunun Kaplanması ve Ekimi Üzerine Etkileri, Tarımsal Mekanizasyon, 21. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Poster, 04.09.2003.

Hacıyusufoğlu A.F., Türkiye’de Haşhaş Tarımında Mekanizasyon Zinciri. 27. Ulusal Tarımsal Mekanizasyon Kongresi, Poster, 07.09.2012.

c) Katıldığı Projeler

İŞ DENEYİMİ

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl : Ertuğrullar Tarım Alet ve Makinaları Fabrikası,1998
: ADVAK Ünisağ Ltd. Şti., 2000
: Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi, 2001
: Adnan Menderes Üniversitesi Aydın MYO, 2003-...

İLETİŞİM

E-posta Adresi : afatih@adu.edu.tr

Tarih : 15.07.2013