

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

MEYVE HASADINA YARDIMCI PLATFORM TASARIMI

Maksut Barış EMİNOĞLU

**TARIM MAKİNALARI VE TEKNOLOJİLERİ MÜHENDİSLİĞİ
ANABİLİM DALI**

**ANKARA
2016**

Her hakkı saklıdır

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

28.06.2016

Maksut Barış EMİNOĞLU

ÖZET

Doktora Tezi

MEYVE HASADINA YARDIMCI PLATFORM TASARIMI

Maksut Barış EMİNOĞLU

Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK

Ülkemizde özellikle sofralık olarak tüketilen meyvelerin hasadı yoğun olarak elle yapılmaktadır. Tarım işçileri çoğunlukla bir toplama kabı ve merdiven yardımıyla elle hasat işlemini gerçekleştirmektedirler. Merdivene inilip çıkılması, hasat işlemi devam ederken doldurulan toplama kabının boşaltılması, merdivenin ağaç tacı etrafında yer değiştirilmesi gibi benzeri sebeplerle kayıp zamanlar oluşmaktadır. Bu kayıp zamanlar çalışma verimliliğini azaltmaktadır. Toplama kaplarının hacimlerinin sınırlı olması sebebiyle hasat sürekliliği kesintiye uğrayabilmektedir. Ülkemizde iş kazaları kayıtları sağlıklı olarak tutulmamasına rağmen meyve hasadında çalışmanın güvenlik açısından riskli olduğu bilinmektedir.

Bu çalışmada, iş güvenliği ile ilgili sakıncaların ve kayıp zamanların en aza indirilmesi hedeflenmiştir. Hasat işçilerinin meyve tacının yüksek bölgelerine güvenle ulaşmalarını sağlayabilecek meyve hasadına yardımcı bir platform prototipi tasarlanmış, projelendirilmiş ve imal edilmiştir. Ayrıca bu meyve hasat platformu, toplanan ürünün kasalar için ayrılan yere yerleştirilerek kolaylıkla taşınmasını sağlayabilecek ve işletmede bulunan tarım arabasına monte edilebilecektir. Bu platform düşey ekseninde aşağı yukarı hareket edebilecek ve ağaç tacına doğru sağa ve sola açılacak özelliktedir. Geliştirilen bu prototip ile elle ve meyve hasat platformu ile toplanan meyve miktarları karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistik analiz sonucunda platform ile meyve hasadında elle meyve hasadına göre %28 daha fazla meyve toplandığı belirlenmiştir.

Haziran 2016, 86 sayfa

Anahtar Kelimeler: Ergonomi, meyve hasadı, hasada yardımcı platform, insan iş gücü.

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

DESIGNING A PLATFORM TO HELP FOR FRUIT HARVESTING

Maksut Barış EMİNOĞLU

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Agriculturer Machinery and Techonology Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK

In our country, especially the harvesting for fresh fruit market is done by hand. Agricultural workers mostly perform the operation using a picking bag and ladder. Missing times have been composed due to climbing and go down ladder, emptying filled picking bag while the harvesting process continuing, changing places of ladder around the tree crown etc. These missing times have reduced work efficiency. Because of limited volume of picking bag, harvest continuity can be interrupted. In our country work accidents can't be recorded reliably, fruit harvesting is known risky in terms of occupational safety.

In this study, these drawbacks related with occupational safety and lost time is aimed to minimize. A prototype of orchard platform was manufactured to allow fruit harvest workers to reach high zone of tree crown safely. Also this orchard platform aimed to provide harvested fruit containers to be transported easily at reserved space and it can be mounted on a trailer in agricultural enterprises. This platform can be move up and down vertically and open right and left towards to tree crown. Fruit harvesting with developed prototype and fruit harvesting by hand were compared in terms of harvested fruit amount. According to statistical analysis, fruit harvesting with platform was collected 28% more fruit than fruit harvesting by hand.

June 2016, 86 pages

Key Words: Ergonomics, fruit harvesting, orchard platform, labor,

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Çalışmalarımı yönlendiren, araştırmalarımın her aşamasında bilgi, öneri ve yardımlarını esirgemeyerek yaratıcı fikirleri ile yetiştirme ve gelişmeye katkıda bulunan danışman hocam Prof. Dr. Ramazan ÖZTÜRK'e (Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği ABD) teşekkürlerimi sunarım.

Ergonomi ve prototipin tasarım aşamalarında desteğini eksik etmeyen Tez İzleme Kurulu üyeleri Prof. Dr. Ali İhsan ACAR (Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği ABD) ve Prof. Dr. Velittin KALINKARA (Pamukkale Üniversitesi Denizli Teknik Bilimler MYO) hocalarıma teşekkür ederim.

Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi önceki dekanı Prof. Dr. Ahmet ÇOLAK hocama tarım arabası temini konusunda gösterdiği destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım süresince desteklerini ve bilgilerini esirgemeyen Ankara Üniversitesi Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği ABD öğretim üyeleri Prof. Dr. H. Hasan SİLLELİ ve Yrd. Doç. Dr. Caner KOÇ'a teşekkür ederim.

Doktora tez projemin imalatı aşamalarında yardımlarını bilgilerini eksik etmeyen TEKNİKA TEKNİK A.Ş. genel müdürü Mak. Yük. Müh. Emin GÖK'e, Mak. Müh. Musa ÖZEL'e, Mak. Yük. Müh. Rıza ARAT'a, Mak. Müh. Nusret BABACAN'a, Mustafa ÇOLAK'a, imalat resimlerini hazırlayan Hüseyin KARAKURT'a ve Tek. Öğr. Mustafa KADIOĞLU'na teşekkürlerimi sunarım.

Bilgisayar ortamında üç boyutlu modellerin hazırlanmasında yardımcı olan Zir. Müh. Emin HASTÜRK'e, arazi çalışmalarında gönüllü olarak saha çalışmalarını tamamlamamı sağlayan A.Ü. Ziraat Fakültesi öğrencileri Aykut YAVUZ, Ertan BULUT, Osman Uğur ÇELEBİ, Güngör ÖZMEN, Aydın Ozan ÇETİNTAŞ, Veli Görkem Mirza'ya, çalışma arkadaşlarım Araş. Gör. Okray OREL ve Araş. Gör. Uğur YEGÜL'e teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım süresince fedakârlık göstererek beni destekleyen, motive eden, yüreklendiren eşim başta olmak üzere ailemin büyükten küçüğe bütün fertlerine en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Doktora tez çalışması kapsamında tasarladığım prototipi imal etmemi sağlayan Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Koordinatörlüğü'ne sağladığı destekten (Proje no: 1314347005 "Meyve Hasadına Yardımcı Platform Tasarımı isimli Doktora Tez Projesi) dolayı teşekkür ederim. TÜBİTAK Eğitim Bursları Müdürlüğü'ne tez çalışmamı "2211-C Öncelikli Alanlara Yönelik Doktora Burs Programı" tarafından desteklemeye değer bulunduğu ve sağladığı destekten dolayı teşekkür ederim.

Maksut Barış EMİNOĞLU
Ankara, Haziran 2016

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iv
SİMGELER DİZİNİ.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Meyve hasadı.....	4
1.1.1 Meyve hasat yöntemleri.....	8
1.1.1.1 Meyvelerin elle hasadı.....	8
1.1.1.2 Meyvelerin mekanik hasadı	10
1.1.1.3 Hasada yardımcı araçlar ile meyve hasadı	17
1.1.2 Hasat üzerine etkili parametreler	19
1.2 Meyve Hasadında Kullanılan Ekipmanlar	19
1.2.1 Meyve hasadında kullanılan yardımcı araçlar	20
1.2.2 Meyve hasadında kullanılan platformlar	24
1.2.3 Meyve hasadında kullanılan makinalar	27
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	34
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	47
3.1 Materyal.....	47
3.1.1 Denem parseli.....	47
3.1.2 Tasarım için kullanılan bilgisayar paket programları.....	49
3.2 Yöntem.....	49
3.2.1 Tasarlanan meyve hasat platformu	50
3.2.1.1 Statik mukavemet analizleri	52
3.2.1.2 Yanal stabilite.....	59
3.2.1.3 Hidrolik sistem.....	62
3.2.1.4 Elektronik kontrol sistemi.....	63
3.2.1.5 Güvenlikle ilgili uyarı işaretleri.....	65
4. ARAŞTIRMA BULGULARI.....	67

5. SONUÇ	75
5.1 Öneriler	77
KAYNAKLAR	79
ÖZGEÇMİŞ	85



SİMGELER DİZİNİ

<u>Simge</u>	<u>Birim</u>
BG	Beygir Gücü
cm	Santimetre
dk	Dakika
da	Dekar
°	Derece
GPa	Giga Pascal
h	Saat
ha	Hektar
Hz	Hertz
kg	Kilogram
km	Kilometre
kN	Kilo Newton
kW	Kilo Watt
L	Litre
m	Metre
mm	Milimetre
MPa	Mega Pascal
N	Newton
s	Saniye
V	Volt
t	Ton

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Türkiye’de tarımsal üretim yapılan alanların büyüklüğü ve dağılımı	1
Şekil 1.2 Meyvenin elle hasadı.....	9
Şekil 1.3 Makinalı meyve hasat yöntemleri ve bunlara ilişkin özellikler.....	13
Şekil 1.4 Kablolulu sarsıcı	14
Şekil 1.5 Eksantrik silkeleyici.....	15
Şekil 1.6 Hasada yardımcı araçlar	17
Şekil 1.7 Turunçgillerin toplanmasında kullanılan hasat makası	20
Şekil 1.8 Hasat önlüğü	21
Şekil 1.9 Hasat sepeti	21
Şekil 1.10 Meyve hasadında kullanılan kasalar	22
Şekil 1.11 Dal sarsıcı	22
Şekil 1.12 Taraklı tip elektrikli dal ve yaprak sarsıcı	23
Şekil 1.13 Pnömatik dal ve yaprak sarsıcı	23
Şekil 1.14 Yere dökülen meyveleri toplayan aletler	24
Şekil 1.15 Tek kişilik platform	25
Şekil 1.16 Çekilir tip platform	25
Şekil 1.17 Çok kişilik kendi yürür hasat platformu.....	26
Şekil 1.18 Şemsiye tipi gövde sarsıcı	27
Şekil 1.19 Kendi yürür zeytin ve üzüm hasat makinası	28
Şekil 1.20 Üzüm ve zeytin hasat makinasının ana yapı elemanları	29
Şekil 1.21 Ceviz hasat makinası	30
Şekil 1.22 Gövde sarsıcı ve toplayıcılar	31
Şekil 1.23 Elma hasadında kullanılan toplayıcı makina	32
Şekil 1.24 Turunçgiller hasat makinası	33
Şekil 2.1 Zeytin üretiminde maliyet kalemleri	34
Şekil 2.2 Bazı bahçe bitkilerinin hasadı için gerekli insan iş gücü ihtiyaçları.....	35
Şekil 2.3 Turunçgiller hasat makinası	37
Şekil 2.4 Hasat platformunun genel görünüşü.....	39
Şekil 2.5 Hasat edilen meyve miktarının haritadaki dağılımı.....	42
Şekil 3.1 Meyve parsellerinde yapılan ölçümler	48
Şekil 3.2 Prototipin bilgisayar ortamındaki üç boyutlu modeli.....	51
Şekil 3.3 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin toplam deformasyonu	53

Şekil 3.4 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin gerilme değerleri	53
Şekil 3.5 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin ömür değerleri	54
Şekil 3.6 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin güvenlik faktörü	54
Şekil 3.7 140x80x7.1 mm ölçüleri için hazırlanan modelin toplam deformasyonu.....	56
Şekil 3.8 140x80x7.1 mm ölçüleri için hazırlanan modelin gerilme değerleri	56
Şekil 3.9 140x80x7.1mm ölçüleri için hazırlanan modelin ömür değerleri	57
Şekil 3.10 140x80x7.1 mm ölçüleri için hazırlanan modelin güvenlik faktörü	58
Şekil 3.11 5°'lik yanal eğimde platformun şematik görünüşü	60
Şekil 3.12 Destek ayağı ilave edilmiş platformun şematik görünüşü	61
Şekil 3.13 Meyve hasat platformunun hidrolik sisteminin şematik görünümü	63
Şekil 3.14 Elektronik kontrol sisteminin şeması	64
Şekil 3.15 Endüktif sensör	65
Şekil 3.16 Çalışma sırasında karşılaşılabilecek risklerle ilgili piktogramlar	66
Şekil 4.1 Meyve hasat platformunun makas kolları kapalı genel görünüşü	67
Şekil 4.2 Meyve hasat platformunun makas kolları ve destek ayakları açık görünüşü	67
Şekil 4.3 Meyve hasat platformunun hacimsel koordinatları	68
Şekil 4.4 Meyve hasat platformu ile meyve hasadı	70
Şekil 4.5 Elle meyve hasadı.....	70

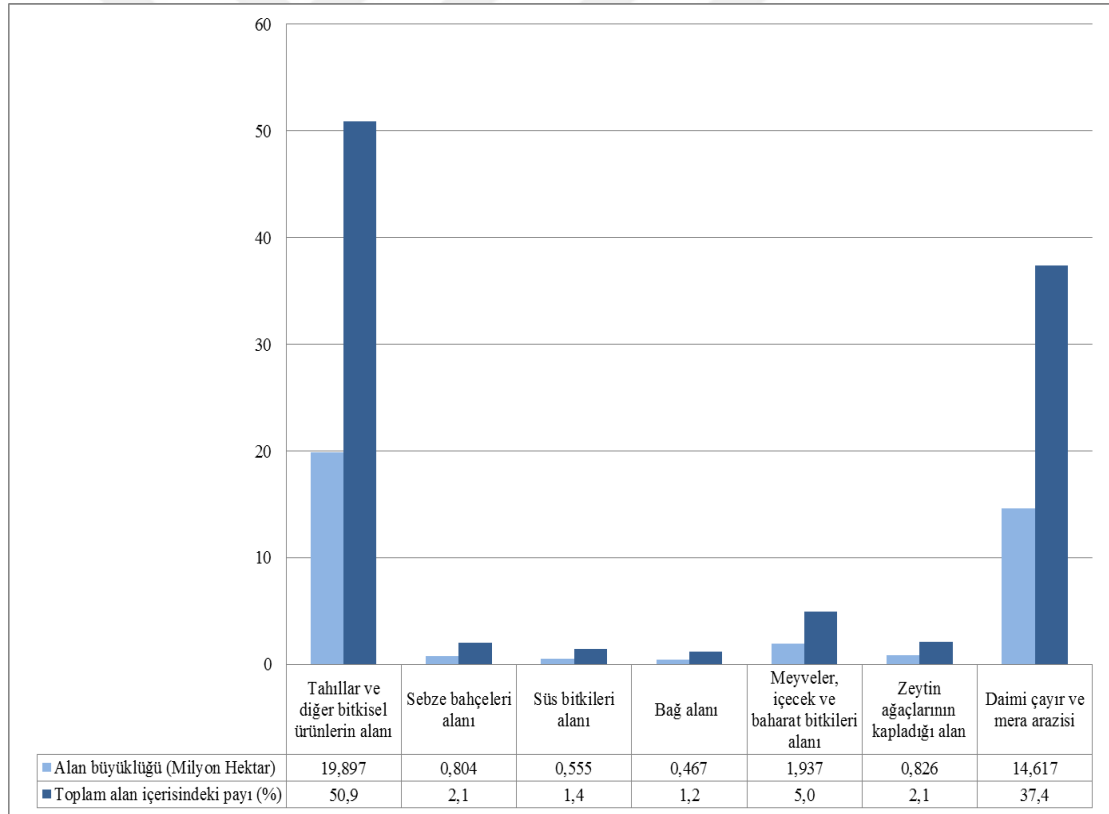
ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Türkiye'deki meyveliklerin üretim değerleri	2
Çizelge 1.2 Meyveler için hasat ölçütleri	5
Çizelge 2.1 Bazı meyve türlerinde hasat için gerekli işgücünün toplam işgücü gereksinimi içindeki payı	36
Çizelge 3.1 Meyve parsellerinden alınan ölçümler	48
Çizelge 3.2 St 37 malzeme için bazı temel özellikler	52
Çizelge 3.3 ANSYS 15.0 paket programdaki analiz sonuçlarının makas sisteminde kullanılacak dikdörtgen profillerin et kalınlığına göre değişimi	58
Çizelge 3.4 1250 mm iş genişliğine sahip tarım arabasına monte edilmiş hasat platformu için stabiliteye etkili kuvvetler	59
Çizelge 3.5 Destek ayağı ilave edilmiş model için yanal stabiliteye etkili kuvvetler	61
Çizelge 4.1 Meyve hasat platformunun genel ölçüleri	68
Çizelge 4.2 Elle ve meyve hasat platformu ile hasat edilen erik miktarları	72
Çizelge 4.3 Hasat edilen meyve miktarına ilişkin varyans analiz tablosu	74
Çizelge 4.4 Meyve hasat miktarlarının muamelelere göre karşılaştırılması	74

1. GİRİŞ

Ülkemiz, tarım alanında geniş bir üretim potansiyeline sahiptir. Toprak ve iklim koşullarının elverişli olması nedeniyle tarım sektörü ekonomimizdeki önemini korumaktadır.

Ülkemizde 2014 yılı verilerine göre yaklaşık 39.1milyon hektarlık tarım alanının %50.9'unu tahıl ekili alanlar oluşturmaktadır. Diğer bitkisel ürünlerin, %2.1'ini sebze yetiştirilen bahçe alanları, %1.4'ünü süs bitkileri alanları, %1.2'sini bağ alanları, %5'ini meyveler içecek ve baharat bitkileri, %2.1'ini zeytin ağaçları, %34.4'ünü ise daimi çayır ve mera alanları oluşturmaktadır (Anonim 2014).



Şekil 1.1 Türkiye’de tarımsal üretim yapılan alanların büyüklüğü ve dağılımı (Anonim 2014)

Ülkemizde 2014 yılında üretilen tarımsal üretim değeri yaklaşık olarak 98.1 Milyar TL olarak hesaplanmıştır. Bitkisel üretim değeri toplam tarımsal üretimin %43’ünü

oluşturmuş ve yaklaşık değeri 42.17 Milyar TL olarak belirlenmiştir. Meyveler, içecek ve baharat bitkileri toplam tarımsal üretim değerinin %30.4'ünü oluşturarak, üretime katkıları yaklaşık 29.8 Milyar TL olmuştur (Anonim 2014).

Meyve üretimi açısından Türkiye gerek Avrupa'da ve gerekse Dünyada önemli bir potansiyele sahiptir. Ülke coğrafyası göz önüne alındığında her bölgede meyvecilik yapılmaktadır. Türkiye'deki meyveliklerin üretim değerleri çizelge 1.1'de verilmiştir.

Çizelge 1.1 Türkiye'deki meyveliklerin üretim değerleri (Anonim 2015)

Grup adı	Ürün adı	Toplu meyveliklerin alanı (da)	Üretim (t)
Üzüm	Üzüm (Sofralık-Çekirdekli)	2.292.341	1.305.491
	Üzüm (Sofralık-Çekirdeksiz)	340.132	586.419
	Üzüm (Kurutmalık-Çekirdekli)	611.638	379.263
	Üzüm (Kurutmalık-Çekirdeksiz)	720.591	955.300
Turunçgiller	Portakal (Washington)	390.098	1.350.600
	Portakal (Yafa)	19.627	70.638
	Portakal (Diğer)	133.259	395.560
	Mandalina (Satsuma)	227.421	725.880
	Mandalina (Clementin)	28.158	83.550
	Mandalina (King)	1.801	6.365
	Limon	285.701	750.550
	Greyfurt (Altıntop)	63.476	250.025
	Turunç	152	2.135
Diğer Meyveler-Taş Çekirdekli ve Yumuşak Çekirdekli	Elma (Golden)	435.372	680.500
	Elma (Starking)	687.663	1.002.500
	Elma (Amasya)	164.139	230.285
	Elma (Grannysmith)	78.564	121.674
	Elma (Diğer)	348.360	534.800

Çizelge 1.1 Türkiye'deki meyveliklerin üretim değerleri (Anonim 2015) (devam)

Grup adı	Ürün adı	Toplu meyveliklerin alanı (da)	Üretim (t)
Diğer Meyveler- Taş Çekirdekli ve Yumuşak Çekirdekli	Ayva	59.154	112.900
	Armut	249.673	463.623
	Yenidünya	9.759	12.717
	Şeftali (Nektarin)	53.452	81.927
	Şeftali (Diğer)	391.585	560.800
	Erik	204.517	279.761
	Kayısı	1.221.598	680.000
	Kiraz	814.078	535.600
	Vişne	212.764	183.500
	Çilek	141.893	375.800
	Ahududu	4.885	4.320
	Böğürtlen	2.464	2.425
	Dut	20.806	69.334
	Nar	307.511	445.750
Zeytin ve Diğer Sert Kabuklular	Zeytin (Sofralık)	2.236.460	400.000
	Zeytin (Yağlık)	6.132.886	1.300.000
	Badem	296.714	80.000
	Fındık	7.026.279	646.000
	Ceviz	718.196	190.000
	Kestane	111.080	63.750
	Antep Fıstığı	2.914.179	144.000

Ülkemizdeki toplu meyveliklerin üretim alanlarının verildiği çizelge 1.1 incelendiğinde fındık, zeytin, antepfıstığı, sofralık çekirdekli üzüm ve kayısının geniş alanlarda yetiştiriciliğinin yapıldığı görülmektedir. En yüksek üretim değeri 1.350.600 tonla portakala (Washington) ait olurken bu üretim değerini sofralık çekirdekli üzüm ve yağlık zeytin takip etmektedir.

Bu tez çalışmasında öncelikle ülkemiz tarım sektörü içerisinde önemli bir yer tutan meyve yetiştiriciliğinde kullanılan hasat yöntemleri, ekipmanlar, meyve hasadı konusunda yapılmış çalışmalar anlatılacaktır. Ardından sofralık meyvelerin hasadında işçilere güvenli bir çalışma ortamı sunabilecek ve toplanacak ürüne zahmetsizce ulaşılmasını sağlayacak hasada yardımcı ekipmanlardan olan Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Çiftliği için tasarlanan meyve hasat platformu tanıtılacaktır. Meyve hasat platformu ve elle yapılan hasat çalışmasının sonuçlarının karşılaştırılmasına değinilecektir.

1.1 Meyve Hasadı

Meyve yetiştiriciliğinin en önemli aşamalarından bir tanesi olan meyvelerin hasadı, geniş anlamda meyvelerin daldan herhangi bir şekilde ayrılması, toplanması, taşınması, temizlenmesi, sınıflandırılması ve saklanması işlemlerini kapsamaktadır.

Hasat döneminde yapılacak yanlış uygulamalar, ürün miktarının beklenilenden daha az olmasına neden olabilmektedir. Çünkü bir yıl boyunca harcanan emek ve masrafın karşılığının alınması hasat kayıplarının azaltılmasıyla mümkün olmaktadır. Bu nedenle meyve hasadında bir takım ölçütlerin göz önüne alınması gerekmektedir.

Bu ölçütler;

- Kabuk alt zemin rengi,
- Kabuk üst rengi,
- Meyve eti sertliği,
- Nişasta miktarı,
- Meyve suyu miktarı,
- Suda çözünen kuru madde miktarı,
- Titre edilebilir asit miktarı,
- Olgunluk oranı (Kuru madde/Asit),
- İrilik ve şekil,
- Meyvenin daldan ayrılma durumu,
- Meyve etinin çekirdekten ayrılma durumu,
- Gelişme süresi (tam çiçeklenmeyle hasat arası),
- Tam çiçeklenmeden sonraki sıcaklık toplamı,
- Aroma (koku) durumu,
- Solunum hızı,
- Özgül ağırlık,
- İç etilen miktarı,
- Etil kabuk çatlaması olarak sıralanabilmektedir.

Bu ölçütlerin her biri meyve olgunluğuna işaret etse de her meyve için bu ölçütlerin tamamı hasat işlemine karar vermek için kullanılmayabilir. Çizelge 1.2’de hangi ölçütün hangi meyvenin hasadı için kullanılabileceği belirtilmiştir.

Çizelge 1.2 Meyveler için hasat ölçütleri (Anonim 2008)

	Elma	Armut	Ayva	Şeftali Nektarin	Kayısı	Erik	Kiraz- Vişne	Üzüm	Ceviz	Badem	Kestane
Gelişme Süresi	++	++	0	0	0	+	0	0			
Kabuk yüzeyi, pus	+	0	0	0	0	+	+	++			
Zemin Rengi (Kabuk alt)	++	+	0	++	++	++	0	++			
Üst renk (Kabuk üst rengi)	++	++	++	++	++	+	++	+			
Et Sertliği	++	++	0	++	++	++	0	0			
Et Rengi	+	0	0	+	+	++	0	0			
S.Ç.K.M. Miktarı	+	++	0	+	+	+	++	+			
Nişasta Miktarı	++	++	0	0	0	0	0	0			
İç etilen miktarı	+	+	0	0	0	0	0	0			
Daldan kopma	+	+	0	0	0	0	+	0	++	++	++
Sıcaklık toplamı	0	++	0	0	0	+	0	0			
Tanen miktarı	0	0	+	0	0	0	0	0			
Çekirdekten ayrılma	0	0	0	+	0	0	0	0	+	+	++
İrilik ve şekil	0	0	0	+	0	0	0				
Titre edilebilir asit miktarı	0	0	0	0	0	+	+	+			
SÇKM/Asit oranı	0	0	0	0	0	+	0	++			
Özgül ağırlık	0	0	0	0	0	0	+	0			
Etili kabuk Çatlaması	0	0	0	0	0	0	0	0	++	++	++

(++ işaretli olan ölçütler 1. derecede, + işaretli olanlar 2. derecede önemlidir. 0 önemli değildir.)

Meyve hasadı farklı açılardan sınıflandırılabilir. Bahçedeki bir parselin ürününün herhangi bir zorunluluk olmaksızın ara vermeden bir seferde veya bölümler halinde hasat edilmesine göre; tümünden hasat ve seçmeli hasat olarak ikiye ayrılmaktadır. Tümünden hasat, meyvenin tümünden sıyırma şeklinde toplanması işlemidir. Ürünü fabrikasyon amacıyla kullanılacak bahçe bitkilerinde uygulanmaktadır. Mekanik hasat uygun bir yöntem olarak geniş ölçüde kullanılır. Gerekli durumlarda hasat elle de yapılabilir. Hasat, parselin büyüklüğü, verimi ve işçi sayısına göre belirli bir sürede tamamlanmaktadır. Toplanan ürünler arasındaki olgunluk veya gelişme farklarının az olması, bu sürenin mümkün olduğunca kısa olmasına bağlıdır. Doğru hasat zamanı bu sürenin ortasına uyarlanır. Bu zamanda ürünün büyük çoğunluğu hasat

olgunluğuna gelmiştir. Ancak bir kısmı henüz yeterince olgunlaşmamışken bir kısmı da fazla olgunlaşmıştır. Araya hasat sũresi de girdiğinde olgunluk farkları artar. Bu yõntem gelişme dõneminde bir defa çiçek ačan meyve tũrlerinde kullanılabilir (Karaçalı 2011).

Bir õrnek parselin tũmden hasadına zorunlu nedenlerle ara verilebilir ve işlem 2–3 defada tamamlanabilir. Bu durumda her hasat işleminde ũrũnde gelişme farkları kũçük olsa bile, tũm o hasatlar gõz õnũne alındığında bu farklılıklar artacaktır (Karaçalı 2011).

Seçmeli hasat, bir õrnek parselde gelişmekte olan ũrũnden her defasında belirli õlçũde gelişmiş ve olgunlaşmış olanların sečilerek hasat edilmesi işlemidir. Bahçe bitkilerinde yaygın bir şekilde uygulanır. Bu aynı zamanda bir meyve seyreltmesi işlemi gibi yapılıır ve õyle etki eder. Bu yõntemde hasat sayısı birden fazladır ve iki işlem arasında zorunlu bir gelişme sũresi yer alır. Hasat dõnemi, çeşidin çiçeklenme õzellikleri, iklim koşulları ve verimine gõre uzayıp kısalabilmektedir. Őrneđin, şeftalide 2, çilekte 2–4 hafta sũrmektedir. Ancak daima tũmden hasattan daha uzundur. Bu uygulamada her hasat işleminde toplanan ũrũnler arasındaki gelişme ve olgunluk farkları, tũmden hasada gõre çok daha kũçũktür (Karaçalı 2011).

Meyve ve sebzelerin verim õzellikleri tũr ve çeşide gõre değişir. Genelde meyve tũrleri yılın belirli bir dõneminde yoğun şekilde çiçek aıtıkları iãin, meyveler de buna uygun olarak belirli bir dõnemde hasat olgunluğuna gelir. Ancak bitki ũzerindeki meyveler gerek gelişmeye başlama zamanının, gerekse gelişme koşullarının farklı olması nedeniyle aynı olgunluk durumunda olmazlar veya farklı zamanlarda hasat olgunluğuna gelirler. Örneğin, çiçeklenme dõnemi 10 gũn sũren bir ağacın meyveleri arasındaki olgunluk farkı da 10 gũn kadar olur. Olgunluk farkları, çeşit õzelliđi, hava koşullarına bağlı olarak çiçeklenme dõnemi uzunluğu-kısalığı, gelişme dõnemi koşulları, bitki ũzerindeki meyve miktarı ve yerleşim durumlarına gõre bũyũr veya kũçũlũr. Örneğin, meyve ađaãlarında 10–20 gũn olabilir. Doğru zaman, bunun ortasına rastlar; ancak sıcaklığın giderek azaldığı sonbahar dõneminde biraz erkene, sıcaklığın giderek yũkseldiđi ilkbahar dõneminde biraz geãe kayabilir. Buna gõre tũmden hasat iãin õnceden saptanan uygun hasat zamanı bu durumlar gõz õnũne alınarak uygulanabilir.

Örneğin kararlı sıcaklığın olduğu dönemlerde “0” zamanı uygun hasat zamanıdır. Hasat 10 günde bitirilecekse, meyve toplamaya “0” zamanından 5 gün önce başlanır ve 5 gün sonra tamamlanır. Seçmeli hasat yapılacaksa, ilk hasat genelde meyvenin %15-20’si yeterince olgunlaştığında yapılır. Daha sonra belirli aralıklarla 2. ve 3. hasat yapılır. Birbirini izleyen iki hasat arası dönem, gelişmenin hızlı olduğu yüksek sıcaklıklarda kısa, düşük sıcaklıklarda uzun olur (Karaçalı 2011).

Hasat şeklinin seçiminde; tür ve çeşit, mevsimin hava koşulları ve pazar durumu belirleyicidir. Genelde erkenci çeşitler bu dönemdeki yüksek pazar fiyatları nedeniyle seçmeli, orta ve geç mevsim çeşitleri tümünden hasat edilir. Değeri yüksek ve hasat dönemi kısa olan ürünler yüksek verim ve kalite için seçmeli toplanır. Örneğin sofralık zeytin, nektarin, kayısı, erik vb. Çiçeklenme dönemi ve gelişme mevsiminin serin geçtiği yıllarda, bir örnek olgunluk için seçmeli hasat tercih edilir. Çiçeklenme döneminin gelişmeye bağlı olarak uzun sürdüğü türlerde de hasat seçmeli yapılır. Örneğin; incir, çilek vb. (Karaçalı 2011).

Kitlesele üretim yapılan türlerde hasat tümünden ve genellikle mekanik şekilde yapılır. Örneğin; muz, üzüm, kayısı, erik, vişne, portakal, greylfurt, limon, mandarin ve kuru meyveler gibi. Depolanan orta-geç mevsim çeşitleri de tümünden hasat edilir. Örneğin; elma, armut, ayva. Buna karşı, kolay bozulur, nazik yapılı meyvelerde seçmeli hasat tercih edilir. Örneğin; şeftali, nektarin, sofralık kayısı. Kiraz gibi hasat işçiliğinin maliyetinin yüksek olduğu türlerde ise hasat tümünden yapılır (Karaçalı 2011).

Tümünden ve seçmeli hasadı karşılaştırdığımızda;

- Seçmeli hasatta verim yüksek olur. Çünkü meyvenin bitki üzerinde ortalama gelişme süresi daha uzundur.
- Seçmeli hasat meyve seyrletmesi etkisi yapar. Bu sebeple seçmeli hasatta meyve kalitesi yüksek, toplanan ürünler arasındaki kalite ve olgunluk farkları az olur.
- Seçmeli hasatta, pazardaki meyve miktarı giderek artar ve ürün yüksek fiyat bulurken, tümünden hasatta pazar kısa sürede dolar ve fiyat hızla düşer.
- Hasat giderleri seçmeli hasatta daha yüksektir. Çünkü;

- İşçinin eğitim gereksinimi fazla, çalışma verimi seçme işlemi nedeniyle düşüktür.
- Toplanan ürünün ağaç üzerinde yoğunluğu azaldığı için çalışma verimi düşer.
- Aynı parselde birden fazla hasat işlemi yapıldığı için hasat süresi uzar ve genel giderler artar (Karaçalı 2011).

1.1.1 Meyve hasat yöntemleri

Hasat elle, yarı mekanize ve tam mekanize şeklinde üç farklı yöntemle yürütülmektedir. Yarı mekanize sistemde yalnız meyveler ve çalışan insanların taşınması için araç kullanılmaktadır. Tam mekanize sistemde ise meyvelerin daldan ayrılması ve toplanması tamamıyla mekanik araçlarla yapılmaktadır (Gezer 1998b).

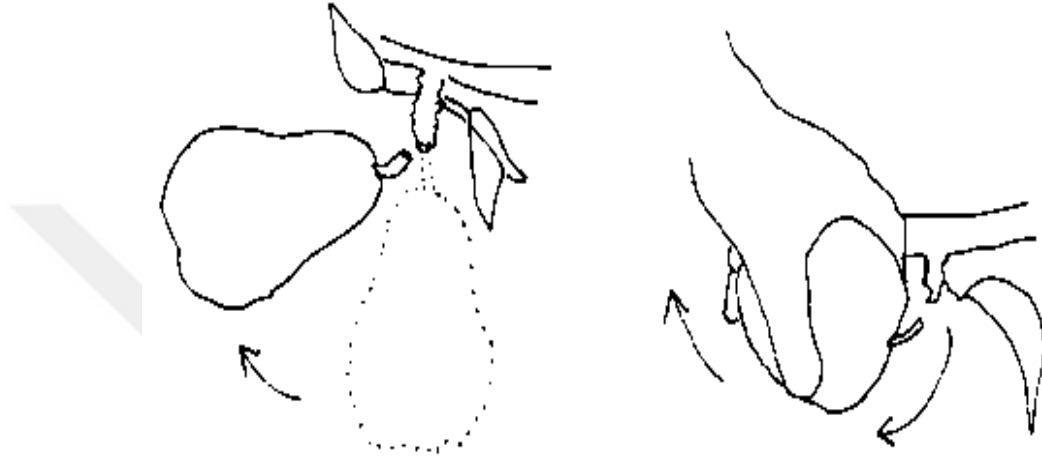
Taze tüketim ve fabrikasyon için meyve hasadı, meyvelerin zedelenebilirlik derecesine göre farklı hasat yöntemleri, farklı plantasyon ve ağaç şekli gerektirmektedir. Taze tüketim için elle hasat ve bazı yardımcı aletler kullanılıp, dar sıra ve bodur anaç üretim yapılırken, fabrikasyon amacıyla hasat için yüksek boylu ağaçlarda makina kullanılmaktadır (Moser ve Özgüven 1984).

Meyvelerin ağaçtan topluca silkelenmelerini amaçlayan mekanik hasat yöntemi, meyve hasadında teknik ilerlemenin sağlandığı alanlardan biridir. Mekanik hasatta ağacın ana gövdesini ya da dallarını sarsan, ağaca dalgalı olarak hava ya da su püskürten, tırmık biçimindeki yakalama kollarıyla ağacın içerisine giren birçok makina kullanılmaktadır (Çetinkaya 1989).

1.1.1.1 Meyvelerin elle hasadı

Elle meyve hasadı; işçinin alt dallardaki meyveleri ayakta, üst dallardakileri ise merdiven üzerinde alması, omzundaki torba ya da sepete doldurması, dolan torba veya sepeti merdivenden indirerek taşınması ve kasalara boşaltmasıdır.

Elle hasatta (Şekil 1.2); insan, meyvelerin biçim, boyut ya da olgunluğunu fiziksel ve biyolojik faktörlerine bakmaksızın konularını doğrulukla belirleyebilmektedir. Görme-düşünme işbirliği ile bu faktörlerin her birine dikkat ederek karar vermektedir. Aynı işbirliği, fiziksel ve biyolojik faktörlerin değerlendirilmesinin göz önüne alınmasıyla daha üstün bir seçim tekniğini beraberinde getirmektedir (Erdoğan 1992).



Şekil 1.2 Meyvenin elle hasadı (Kitinoja ve Kader 2003)

Elle hasatta şekil 1.2’de gösterildiği gibi bitki avuç içinde sapın doğrultusu merkezde olacak şekilde tutulur ve yukarı doğru çekilerek koparılır. Koparmada meyve cinsine bağlı olarak döndürme, eğme gibi yöntemler uygulanarak meyvenin kopma direnci daha kolay yenilebilmektedir. Bazı bitkiler için meyvenin dalla birleştiği yerde doğal bir kopma ya da saptan ayrılma tabakası bulunabilir. Meyvenin olgunlaşmasıyla bu tabaka gelişmekte ve meyve genellikle daha rahat kopartılabilmektedir (Erdoğan 1992).

Toplama ve taşıma sırasında dikkatli davranılması ürün kayıplarının azaltılmasına yardımcı olacaktır. Elle hasat yapanlar pamuklu eldivenler giyerek, tırnaklarını keserek, yüzük ve bilezik gibi takılarını çalışma sırasında çıkararak mekanik hasarı azaltmaya yardımcı olabilirler (Kitinoja ve Kader 2003).

Meyvenin koparılma eylemine karar verildikten sonra, elin hareketiyle meyve koparılması, kaba konulması gibi karar ve eylemler birbirini izlemektedir. Bu karar ve

eylemler deneyimli işçilerde yüksek düzeyde gelişmiştir. Elle hasadın geliştirilmesi için her kademe üzerinde durulması gerekmektedir. Aksi halde usta bir işçi ile sıradan bir işçi arasındaki farklılık ortadan kalkabilir.

Elle hasatta meyvenin mekanik zedelenmesi daha az olmasına rağmen bazı problemler söz konusudur. Bunlar;

- Meyveye ulaşma ya da meyvenin uygun yerde olmayışı,
- Üzüksü meyveler ve turunçgillerin dikenlerinin toplayıcıları rahatsız etmesi,
- Uzanarak toplama nedeniyle iş veriminin azalması,
- Meyve seçimi için gün ışığına ihtiyaç duyulması sebebiyle hasadın günün sıcak saatlerinde yapılması,
- Meyveyi taşıma sırasında zedelemeyecek şekilde keskin kenar ve köşelere sahip olmayan taşıma kaplarının gerekliliği,
- Çalı formundaki bitkileri hasat etmek için eğilerek çalışma gibi yanlış pozisyonlarda çalışmaktan kaynaklı ağrı ve zorlanmalar,
- Yüksek yapılı ağaçların hasadında merdiven kullanımı sırasında oluşabilecek kazalar olarak sıralanabilmektedir.

Elle hasat yöntemi yoğun emek gerektirdiği için daha çok vasıfsız ve mevsimlik işçilerin istihdamı halinde ekonomik olmaktadır. İşçi, büyük ağaçlarda toplam hasat süresinin %65-85'ini meyveye uzanma ve koparma süresinde harcamaktadır. Hasatta merdiven kullanılması halinde ise zamanın büyük bölümünün merdiven taşınması ve kurulması sırasında harcanmasından dolayı iş verimi %70-80 azalmaktadır. Bu yüzden, araştırmacılar işçiyi daha iyi ortamda çalıştıracak ve iş verimini artıracak yardımcı araçların geliştirilmesine yönelmişlerdir (Kirişçi ve Tuncer 1988).

1.1.1.2 Meyvelerin mekanik hasadı







Meyvelerin mekanik hasadında ürünün hasadı kısmen veya tamamen hasat makinaları kullanılarak yapılır. Meyve hasadında mekanizasyonun önemli ilkeleri; sarsma, tutma ve taşımadır. Mekanik hasatta ürün çeşitli mekanik etkilere maruz kaldığından sert kabuklular için daha uygun bir yöntemdir. Bunun yanında fabrikasyon amacıyla hasat edilen meyvelerde kullanılır.

Fabrikasyon için meyveler silkeleme, tutma ve toplama şeklinde makina ile hasat edilmektedir (Şekil 1.3). Meyvelerin daldan düşürülmesi titreşimli dal ve gövde sarsıcılarıyla sağlanmaktadır. Meyveler çok ender olarak sopalı, darbeli silkeleyiciler veya su ve hava akımı ile düşürülmektedir. Sert çekirdekli yumuşak etli (kiraz) meyveler tenteler yardımıyla tutulmakta, ceviz gibi ürünler ise yerden toplanmaktadır. Meyve toplama düzenleri (tenteleri), sofralık meyveler için kullanılanlara göre yapısal olarak daha basit düzeneklerdir. Çünkü bu yöntemlerde meyvelerin belirli oranlarda zedelenmelerine izin verilmektedir. Toplama düzenleri olarak katlanabilir tenteler, iki parçalı şemsiye, katlanır şemsiye gibi, titreşim veya silkeleme mekanizması ile birlikte, traktöre asılır, çekilir veya kendi yürür makineler şeklinde yapılabilmektedir. Güç gereksinimleri 70 kW dolayındadır (Tuncer ve Özgüven 1989).

Meyvelerin mekanik hasadında kullanılan makineler ve sistemler aşağıda sıralanmıştır;

1. Temas etkili makineler: Elle hasattakine benzer şekilde meyvenin koparıldığı bu temas etkili makinelerle sofralık çeşitler hasat edilebilmektedir. Bu makinelerde döner mil üzerine dizilmiş parmaklara sahip koparma ünitesinin ağaç tacı içerisindeki tarama etkisi ile meyveler alınmaktadır. Parmak araları olgunlaşmış meyve dışındaki ince dal, sürgün, yaprak ve küçük meyvelerin geçebilecekleri kadardır (Kirişçi ve Tuncer 1988). Parmak yerine esnek kancaların kullanıldığı sistemlerde ise esnek kancalar olgun meyveyi koparmakta, dal veya budak geldiğinde ise esneyerek kurtulmaktadır (Güzel 1998).

2. Kütleli makineler (Sarsıcılar): Fabrikasyon amacıyla üretimi yapılan meyvelerin hasadı için daha çok meyveye kuvvet iletilmesi ilkesi ile çalışan makineler üzerinde durulmuştur. Bu amaçla kullanılan gövde ya da dala bağlanan mekanik sarsıcılar veya sıvı püskürtücülerin meydana getirdiği kuvvet; gövde, dal ve sap aralığına ya da doğrudan meyveye aktarılmaktadır. Silkeleme ile meyvede oluşan atalet kuvveti sapın burulma ve çekme gerilmeleri oluşturmaktadır. Oluşturulan salınım kuvvetleri sapın karşılamayacağı düzeye ulaştıkça meyve kopar. Ağaca hasar vermeden optimum hasat düzeyine ulaşmak

Özellikler	Hasat Yöntemleri					
	Sarsma – dökülen meyvelerin yakalanması				Sarsma – bir araya toplama	
						
	Kesikli ilerleme			Kesiksiz ilerleme	Kesikli ilerleme	Kesiksiz ilerleme
Kullanılan aletler	Halat sarsıcı Gergi bezi	Dal-gövde sarsıcı – 2 yakalama çerçevesi	Gövde sarsıcı Titreşimli kanatlı yak. Çerçevesi	Pervazlı v. döner silindirik sarsıcı – kanatlı yakalayıcı	Dal – Gövde sarsıcı Toplayıcı alet	Pnöm. – hid. Kim. – elekt. Toplayıcı ve ayırıcı alet
Ağaç şekilleri	Bodur veya yüksek	Bodur veya yüksek	Bodur	Çit	Bodur veya yüksek	Bodur, yüksek veya çit
Sarsıcı Frekans (Hz)	5 – 10	5 – 20	15 – 30	10 – 25	5 – 20	Pnöm (120 kW) Hid. (80 kW)
Gemlik (mm)	2 – 100	10 – 50	5 – 15	10 – 40	10 – 50	Elek. (10-20 kW)
Güç (kW)	5 – 15	5 – 30	30 – 70	30 – 50	5 – 30	Kim. Ethrel
İş gücü gereksinmesi	3	2	1	1	2	2
Hasat verimi (Ağaç/h)	8 – 10	50 – 70	30 – 50	(Çit) 250 – 300	50 – 70	100 – 150
Kiraz (kg/işg. h) (60 kg/Ağaç)	160 – 200	1500 – 2100	1800 – 3000	5000 – 6000		
Elma (kg/İşg. h) (200 kg/Ağaç)	530 – 660	5000 – 7000	6000 – 10000	(20 kg/Ağaç)	5000 – 7000	10000 – 15000

Şekil 1.3 Makinalı meyve hasat yöntemleri ve bunlara ilişkin özellikler (Tuncer ve Özgüven 1989)

için, uygun sarsma frekans ve genliğinin seçilmesi gerekmektedir. Meyveye gövde ya da dal aracılığı ile kuvvet iletenler uygulamada daha başarılı olmaktadır (Kirişçi ve Tuncer 1988).

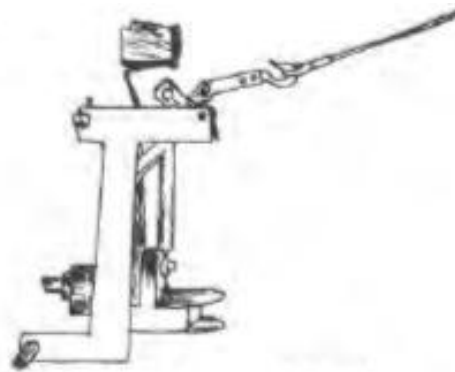
3. Gövde sarsıcılar: Sarsma kuvveti gövde aracılığı ile meyveye iletilmektedir. En yaygın olarak kullanılan gövde sarsıcısı döner hareketli atalet kütleli olanıdır. Bu makinalarda sarsıcı ağaç gövdesine sıkı olarak tespit edildikten sonra iki adet balanslanmamış döner kütlelerin farklı dönme yönü ve hızlarından dolayı istenilen titreşim sağlanmaktadır. Bu tip silkeleyicilerde genlik 5–15 mm, frekans 15–20 Hz, güç ihtiyacı 30–70 kW, döner kütlelerin ağırlığı 20–60 kg, sarsıcı ağırlığı 600–1000 kg, gövde çapı ise 15–40 cm'dir. Bu silkeleyicilerde frekans hidrolik varyatör yardımıyla ayarlanmaktadır (Gezer 1997). Tek gövdeli ağaçlar için uygun olan bu sarsıcılarda iş verimleri 40–60 ağaç/h'dir. Sarsma sırasında titreşimin iyi iletilebilmesi için gövdenin iyi kavranması gerekmektedir. Ağacı saran bu yüzey 60–100 cm² arasında değişmektedir. Yaygın olarak kullanılan kelepçe, içi ceviz kabuklarıyla dolu yastıklardır. Bunlar belli kullanım süresinden sonra özelliğini yitirdiğinden değiştirilmelidir. Kelepçenin ağacı sıkma kuvveti 10–15 kN'u geçmemelidir. Çünkü yerleştirilen kelepçeler ağaç kabuğunu sıyırarak, kambiyum tabakasına zarar verebilmektedir (Kirişçi ve Tuncer 1988).

4. Dal sarsıcılar: Sarsma kuvvetini ana dallar vasıtası ile meyveye iletmektedir. Sarsma işlemi daima dal uzunluğunun 1/3'lük kısmından ve gövdeye yakın olan yerden yapılmaktadır. Çalışma frekansları 2.5–5 Hz ve iş verimleri 17-45 ağaç/h olarak düşük, fakat koparma etkinlikleri %90 olarak daha yüksektir (Kirişçi ve Tuncer 1988).

5. El silkeleyiciler: Önceleri meyvelerin makina ile sarsılmasında kullanılmıştır. Bu aletle ağaç kökten ya da kalın dallardan sarsılmayıp küçük yan dallardan sarsılmaktadır. Yapısı bakımından bu tip sarsıcı yol inşaatında kullanılan basınçlı hava çekiçlerine benzemektedir. Yüksek titreşim hareketi mekanik olarak tahrik edilen bir piston veya bir krank-biyel mekanizması ile sağlanmaktadır. Sarsıcıya bağlanan bir elektrik motoru eğilebilir bir mil üzerinden krank-biyel mekanizmasını tahrik etmektedir. Daha yukarıda

bulunan dallara ulaşabilmek için ileri geri titreşim hareketi yapan kirişin uzunluğu 2–3 m olabilmektedir. Titreşimin zararsız olarak dala aktarılmasında kirişin dala temas eden ucuna, üzerine kauçuk kaplanmış bir çatal yerleştirilmektedir. Bu tip silkeleyiciler küçük yapılı ağaçların mekanik hasadında kullanılmaktadır. İş verimi elle toplamaya göre yaklaşık iki kat daha fazladır (Gezer 1998a).

6. Kablolu sarsıcılar: Şekil 1.4’de görüldüğü gibi basit yapıda olup çoğu kez traktöre monte edilebilmektedir. Bu tip sarsıcılarda kablo kuvveti, kuyruk mili üzerinden eksantrik bir kasnakla sağlanır ve mafsalı diğer bir yönlendirme kasnağı ile ağaca iletilir. Dal hareketsiz konumundan saptırılınca elastikiyeti dolayısıyla geri gelmekte ve böylece titreşim sağlanmaktadır. Titreşim hareketi ağacın geriye doğru esnemesiyle tamamlanmaktadır. Hasat verimi traktörün ağaca doğru yönlendirilmesi ve ağaç dallarına kelepçenin bağlanıp çıkarılmasındaki zaman kayıplarına bağlıdır ve dolayısıyla düşüktür. Bu tip silkeleyicilerde strok mesafesi 20–60 mm, titreşim frekansı ise 5-8.5 Hz’dir. Bu tip silkeleyicilerin sakıncası, kullanıcının ehliyetine bağlı olmakla beraber bir ön gerdirmeye ihtiyaç duyulmasından dolayı sık sık dal ya da ağaç kırılmalarının görülmesidir. Ayrıca kablonun çekilmesinde oluşan reaksiyon kuvvetlerini karşılayabilmek için ağır bir taşıt aracına gerek duyulmaktadır. Bu nedenle bu silkeleyiciyi taşıyan traktör kütlesi önemlidir (Gezer 1998a).

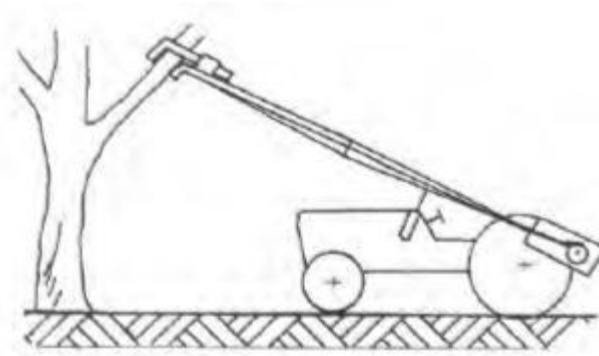


Şekil 1.4 Kablolu sarsıcı (Gezer 1998a)

7. Alternatif hareketli sarsıcı: Traktör üç nokta askı düzenine bağlanır. Sarsıcıyı hidrolik olarak kaldırıp indirmek suretiyle ağaç yüksekliğine uydurmak mümkündür.

Burada bir hidrolik motor tarafından hareket ettirilen krank-biyel mekanizması ve bir kirişten oluşan ünite zıt doğrultuda ileri geri hareket ettirilmektedir. Sarsıcı, kiriş ve yakalanan dal birinci kütleyi; tahrik motorunu içine alan muhafaza ise ikinci kütleyi oluşturmaktadır. Sistem tüm olarak ağırlık merkezinden asılmış bir sarkaç gibidir ve serbest titreşime uygundur. Ayrıca her yönde serbestçe kullanılabilir. Bu tip sarsıcının üstünlüğü, küçük kütlelerle büyük titreşim kuvvetlerinin elde edilebilmesidir. Ağırlığının az ve sarkaç şeklinde asılabilmesi nedeniyle traktöre hiçbir titreşim aktarılmamaktadır. Kirişinin ucuna bağlı bulunan kelepçe hidrolik yolla açılıp kapatılabilir. Kademesiz hidrolik tahrik mekanizması nedeniyle frekans kademesiz olarak değiştirilebilir. 20–40 mm genlik ve 10–20 Hz frekans uygulanabilmekte, 40 cm çapa kadar gövde ya da dalların silkelenmesinde kullanılabilir. Güç gereksinimini 10–30 kW olup, sarsıcı kütlesi 100–200 kg ve kelepçe yüzeyi $2 \times 30 \text{ cm}^2$ 'dir (Gezer 1998a).

8. Eksantrik silkeleyici: Şekil 1.5'te görüldüğü gibi bir kılavuz boru tarafından sarılmış bulunan sarsıcı kirişe bir krank-biyel mekanizmasıyla ileri geri titreşim hareketi yaptırılması ilkesiyle çalışmaktadır. Sarsıcı kiriş ya bir hidrolik motor ya da traktörün kuyruk mili tarafından tahrik edilmektedir. Kirişin ucuna bağlanan bir kelepçe hidrolik yolla açılıp kapatılabilir. Frekansı ise 8.5–16.5 Hz arasında ayarlanabilmektedir. Ayrıca istenirse silkeleyici kiriş, traktör üzerine yerleştirilebilen bir hidrolik silindir ile kaldırılıp indirilebilir. Bu tip silkeleyicinin en önemli sakıncası titreşimi traktöre aktarmasıdır (Kural 1995).



Şekil 1.5 Eksantrik silkeleyici (Kural 1995)

9. Küçük dal ve yaprak sarsıcıları: Küçük dal ve yaprakların mekanik olarak yakalanması veya ritmik darbeli hava ya da suyun küçük dal ve yapraklara yöneltmesi ile elde edilen titreşimin; dolaylı olarak kuvvetin meyveye iletilmesini sağlamaktadır. Bu tip sarsıcıların çalışma frekansları 0,6–3.3 Hz ve iş verimleri temas etkili makinalarda olduğu gibi ağaç altına fazla girilememesi nedeniyle 5–10 ağaç/h olarak oldukça düşüktür. Küçük dal sarsıcılarından ritmik hava darbeli sarsıcılar, kütleli makinaların en yüksek iş verimine sahip olan tipleridir. Çalışma frekansları oldukça düşük olup (0,8–1.6 Hz), 160–240 km/h'lik yüksek hava hızına sahiptirler. Bu yüksek hava hızı etkisiyle meyveler aşırı zarar görmektedir. Bazen bu zarar ertesi yılın veriminde azalmaya yol açabilmektedir (Kirişçi ve Tuncer 1988).

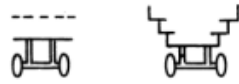
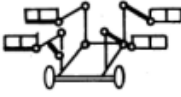
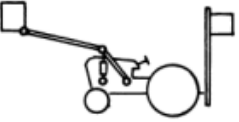

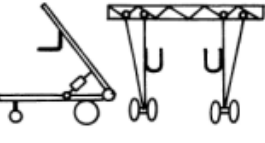

10. Otomatik makinalar: Elle yapılan işlemin benzerini yapmaktadır. Hasat edilecek meyve bir kamera yardımıyla belirlendikten sonra vakumlu bir eleman yardımıyla koparılmaktadır (Güzel 1998). Son yıllarda bu konuda yoğunlaşan çalışmalar tek tek meyve hasadına yönelmiş ve bilgisayar destekli robotik sistemleri gündeme getirmiştir.

Mekanik hasat alanındaki çalışmalar özellikle; meyvenin dalından koparılması, uygun platformlarla tutulması ya da toplanması, sarsıcı etkinliğinin artırılması, sarsma süresinin kısaltılması ve meyvelerdeki zedelenmelerin önlenmesi alanlarında yoğunlaşmaktadır (Gezer 2005). Hasadın mekanize edilebilirliğini etkileyen faktörler şu şekilde sıralanabilmektedir (Tuncer ve Özgüven 1989):

- Çok fazla sayıda çeşit olması,
- Farklı plantaj ve şekil budaması yöntemleri
- Meyvelerin termik-mekanik dayanım azlığı,
- Çok yıllık bitki oluşları,
- Eş zamansız olgunlaşma,
- Makinaların ilk satın alma bedelinin yüksek oluşu.

1.1.1.3 Hasada yardımcı araçlar ile meyve hasadı

El işçiliği ile makinaryı kombine eden sistemlerdir. Sabit veya hareketli platformları bulunan mobil araçlardır. Meyvenin toplanması dışındaki işlemler mekanikleşmiştir. Bu yardımcı araçlar elle hasat sırasında, insan hareketini azaltmak, toplama dışındaki süreyi en aza indirmek ve optimum çalışma koşullarına ulaşmak amacıyla kullanılır. Başka bir deyişle hasat süresi boyunca verimliliğin artırılmasını sağlamaktadır. Alışılmış merdiven-toplama kabı ikilisi ile hasatta, toplam hasat zamanının yaklaşık %50-60'ı koparma işlemi için harcanmaktadır. Bu, esas zaman olarak nitelendirilebilmektedir. Merdivenin yerleştirilmesi, üstüne çıkılması ve sepetin boşaltılması gibi işlemlerde geçen yardımcı zamanların kısaltılması amacıyla hasat yardımcı araçları geliştirilmiştir. Bunlarla koparıcının en kısa zamanda ağacın bölümlerine kuvvet harcamaksızın ulaşması mümkün olabilmektedir. Bunlar, üzerinde güvenle ve hızla hareket edilebilen ve koparılan meyvenin içine bırakıldığı taşıma kaplarına da sahip olan platformlardır (Şekil 1.6). İşletmecilik açısından, bu platformlar budama ve seyreltme gibi işlemlerde de kullanılarak amortismanları azaltılmaya çalışılabilir (Erdoğan 1992).

Hasat yardımcı araçları	Düzlemsel hareketliler	Hacimsel hareketliler
Çekilir		
Traktöre monteli		
Kendi yürür		

Şekil 1.6 Hasada yardımcı araçlar (Erdoğan 1992)

Şekil 1.6’da görüldüğü gibi, hasat yardımcı araçları tahrik biçimlerine göre çekilir, traktöre bağlanan ve kendi yürür olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. Hareket serbestliğine göre düzlemsel ve hacimsel hareket edenler olarak iki gruba; üzerindeki toplayıcı sayısına göre ise bir kişilik, iki kişilik veya çok kişilik olarak da sınıflandırılabilirler. En basit platform hareketsiz olup, römork üst platformun özel şekillendirilmesiyle elde edilmiştir (Erdoğan 1992).

Tek kişilik platformlar genellikle üç boyutta hareket etmekte olup, bir kol üzerinde hareket eden kafes biçiminde koruyucuları vardır. Kendi yürür olan aracın komutası platformdan yapılır. İş veriminin %20–25 kadar artmasına karşın maliyetin yüksek oluşu sınırlayıcı bir faktördür. Genellikle üç tekerlekli olup bunlardan ikisi muharriktir. Çalışma koşullarına bağlı olarak denge bozulabilmekte ve kazalara neden olabilmektedir (Erdoğan 1992).

Çok kişilik platformlar genellikle dört tekerlekli yapılmaktadır. Bunlardan bazıları ağacın içine ve dışına doğru yatay ve düşey hareketlerle birlikte her türlü ileri geri hareketi sağlayabilmektedirler. Çok kişilik hareketli platformların bazıları sabit basamaklar, bazıları ise hareketli kollara sahiptir. Bunların uç kısmında oturan işçiler meyvenin yakınına kadar ulaşabilmektedir. Koparılan meyvenin taşınması için işçinin hemen yanına kadar uzatılmış olan konveyörler bulunabilmektedir (Erdoğan 1992).

Hasada yardımcı araçların tasarımında en önemli konulardan biri ergonomik özelliklerdir. Görme açısı, omuz, dirsek ve kol açıları göz önüne alınmak suretiyle konveyör yüksekliği belirlenebilir. Yorgunluğa neden olan en hassas durum dirseğin yükselmesidir. Sürekli dirsek yükseliş sınırı 8 cm kadardır. Bu nedenle basamaklı platformların yükseklikleri insanın antropometrik ölçüleri göz önüne alınarak yapılmalıdır. Bunun yanı sıra meyve bahçelerinin tesis ediliş şekli, ağaçların budanması ve şekillenmesi, optimum ağaç aralıkları bu tip ekipmanların tasarıma etki eden diğer faktörlerdendir (Erdoğan 1992).

1.1.2 Hasat üzerine etkili parametreler

Meyve hasadında mekanizasyon ilkelerinin uygulanabilmesi, öncelikle hasat edilecek meyvenin temel biyoteknik özelliklerinin bilinmesi ve makinaların tasarımında bu özelliklere uyulmasına bağlıdır. Örneğin; koparma için geometrik ölçüler, kütle, yoğunluk, kopma kuvveti; taşıma için ise sürtünme ve akış katsayısı gibi değerler önemlidir. Sert çekirdekli meyvelerde, tür ve çeşit özellikleri, verim ve yetiştiricilik teknikleri açısından büyük farklılıklar gözlenmektedir. Örneğin, bunlarda verim birkaç kg'dan 1500 kg'a kadar, 1 ha'daki ağaç sayısı ise 100'den 30.000'e kadar değişebilmektedir. Bu durum, hasat sistemlerinin tasarımını, imalatını ve standardizasyonunu zorlaştırmaktadır. Günümüz şartlarında yeterli sayılabilecek etkinlikte bir mekanik hasat ancak bazı şartların uygunluğuna bağlıdır. Bunların bazıları, yetiştiricilik özellikleri meyve ve ağaçların fiziko-mekanik özellikleri ve hasat sistemlerinin mekanik ve teknolojik özellikleri olarak sıralanabilir.

Meyvelerin mekanik hasadında, meyve ile ilgili olarak; meyvenin dala tutunma kuvveti, fiziksel dayanımı, boyutu, elastisitesi, olgunluk durumu ve değerlendirilme şekli bilinmelidir. Ağaçla ilgili olarak; dikim yöntemi, budama şekli, sıra arası ve sıra üzeri mesafe, taç şekli, yükseklik, dal sayısı ve uzunluğu, dal yaylanma katsayısı ve kuvvet faz açısı parametreleri belirlenmelidir. Hasat sistemleriyle ilgili olarak ise; titreşim genliği, frekansı, sarsma süresi, güç tüketimi ve iş başarısı gibi faktörler hasat sistemlerinin tasarımında önemli olmaktadır (Gezer 2005).

Meyvelerin mekanik hasadında temel makina prensiplerine uygun özelliklerde bahçe tesisi, meyve sertlik, kabuk kalınlığı gibi konularda biyoteknolojik çalışmalar yapılmalıdır.

1.2 Meyve Hasadında Kullanılan Ekipmanlar

Meyve hasadında kullanılan ekipmanlar yardımcı araçlar, platformlar ve makinalar olarak gruplandırılabilir.

1.2.1 Meyve hasadında kullanılan yardımcı araçlar

Meyve hasadında; hasat makasları, hasat önlükleri, hasat sepetleri, bahçe kasaları ve dal sarsıcı gibi yardımcı araçlar kullanılmaktadır.

Hasat Makasları, özellikle turunçgiller ve sofralık üzüm hasadında kullanılırlar. Şekil 1.7'de görüldüğü gibi uçlarının küt yapıda olmasıyla budama makaslarından ayrılır. Sapı silme kesebilmesi için meyveye gelen yüzü hafif bölmeli olmalıdır.



Şekil 1.7 Turunçgillerin toplanmasında kullanılan hasat makası (Anonim 2016a)

Hasat önlükleri, çadır bezinden yapılmış olan önlükler iki askı yardımıyla toplayıcının omuzlarından asılır. Önlüğün alt yanı açılır kapanır olduğundan boşaltması kolay olmaktadır. Önlük omuzlardan asılı olduğundan toplayıcı iki elini de rahat bir şekilde kullanabilmektedir. Önlüğü dolan toplayıcı ağaçtan iner, önlüğün altını açarak meyveleri bahçe kasalarına yavaşça boşaltır. Bu önlükler özellikle elma ve turunçgillerin toplanmasında oldukça kullanışlıdır (Şekil 1.8).



Şekil 1.8 Hasat önlüğü

Hasat sepetleri, söğüt dalları veya kamıştan yapılmış 5–10 kilogramlık sepetlerdir (Şekil 1.9). Bu sepetlerin içlerinin talaş veya plastik süngerle yastıklanması şarttır. Toplayıcı, sepeti omzuna asarak veya bir çengel yardımıyla merdivenin basamağına ya da bir dala tutturarak iki eli ile çalışabilir.



Şekil 1.9 Hasat sepeti (Anonim 2012a)

Bahçe kasaları, genellikle plastikten imal edilmiştir (Şekil 1.10). Toplanan meyveler bahçede kasalara boşaltıldıktan sonra bunlar ambalaj yerlerine gönderilirler. Kasalar üst

üste konulduklarında meyvelerin zedelenmemesi için fazla doldurulmamalıdır (Özbek 1977).



Şekil 1.10 Meyve hasadında kullanılan kasalar (Anonim 2012b)

Dal sarsıcılar, uç kısımlarındaki kanca ile seçilen dala tutturularak, üzerindeki motordan aldığı dönü hareketini doğrusal harekete çeviren bir krank biyel mekanizması ile git-gel hareketi yaparak dalı sarsmaktadır (Şekil 1.11).



Şekil 1.11 Dal sarsıcı (Anonim 2016b)

Şekil 1.11’de görülen bu motorlu dal sarsıcı iki zamanlı 3 BG dizel bir motora sahiptir. Dakikada 2000 titreşim uygulayabilmektedir. Uzunluğu 2.7 metredir. Kanca genişliği 42 milimetredir.

Elektrikli dal ve yaprak sarsıcılar şekil 1.12’de görüldüğü gibi taraklı tipte olabilirler.



Şekil 1.12 Taraklı tip elektrikli dal ve yaprak sarsıcı (Anonim 2016b)

Şekil 1.12’de görülen taraklı tip sarsıcılar, özellikle iyi budanmamış ve kancanın tutturulacağı dalın seçilemediği durumlarda ağaç tacının içinde çalışırlar. Sırta asılır tipte olan bu makina yaklaşık 2 kg ağırlığındadır. Uç kısımdaki çubuklar fiberden yapılmış olup uzunlukları yaklaşık 35 cm’dir. 30 voltluk bataryasıyla 8 saat çalışma imkânı sunar. Teleskopik olarak uzunluğu 2-3.4 m arasında ayarlanabilmektedir.

Dal ve yaprak sarsıcılar pnömomatik de olabilirler (Şekil 1.13).



Şekil 1.13 Pnömomatik dal ve yaprak sarsıcı (Anonim 2013)

Şekil 1.13’de görülen pnömatik olarak tahrik edilen sarsıcılar, bağlandığı kompresörün özelliğine göre aynı anda 4-8 kişi çalışabilmektedir. Uzunlukları 5–7 m arasında ayarlanabilmektedir. Üzerindeki 6 BG motor sayesinde kompresörün kendisi rahatlıkla hareket ettirilebilmektedir.

Yere dökülen meyveleri toplayan farklı tiplerde aletler bulunmaktadır (Şekil 1.14)



Şekil 1.14 Yere dökülen meyveleri toplayan aletler (Anonim 2016c)

Şekil 1.14’de görülen toplayıcılar, dönerek ilerleyen tablasının üzerindeki diken benzeri uçların topladığı zeytinleri, ön taraftaki sepete iletmektedir. Yere dökülen cevizlerin kauçuktan yapılmış uzun ve elastik çubukların arasına girerek toplamasını sağlayan tipleri de bulunmaktadır.

1.2.2 Meyve hasadında kullanılan platformlar

Hasat platformları el işçiliğinin etkinliğinin artırılmasında, toplayıcıya daha güvenli ve rahat bir çalışma ortamı sağlanmasında işletmelere önemli bir avantaj sağlamaktadır.

Şekil 1.15’de tek kişilik meyve hasadında ve yüksek ağaçların bakımında kullanılan bir platform görülmektedir.



Şekil 1.15 Tek kişilik platform (Anonim 2012c)

Şekil 1.15’de görülen platformun arka tarafında hidrolik tahrikli birbirinden bağımsız iki adet muharrik tekerleği ve önde dümenleme tekerleği bulunmaktadır. 11 BG dizel Lombardini motora sahip ve yakıt deposu 20 L’dir. Maksimum ilerleme hızı 25 km/h, bumu aşağıdayken yüksekliği 1.4 m, çalışma yüksekliği 5 m, yükleme kapasitesi 150 kg olup kabinden kumanda edilmektedir.

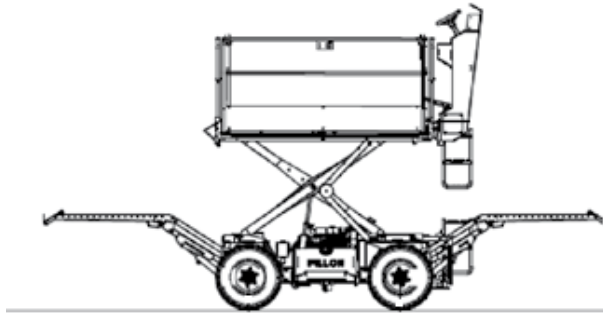
Meyve hasadında şekil 1.16’da görülen traktör tarafından çekilir tip platformlarda kullanılmaktadır.



Şekil 1.16 Çekilir tip platform (Anonim 2012d)

Şekil 1.16’da görülen hasat platformu çekilir tip olup toplanan ürünleri depoya ileten vakumlu ileticilere sahiptir. Platformda her işçi için bir vakumlu iletici bulunmaktadır. Makina üzerindeki hidrolik sistemler traktör kuyruk milinden tahrik edilmektedir. İşçiler platformu sıra arası mesafeye göre genişletip daraltabilmektedirler. Toplayıcı en geniş 12 cm çapındaki elmaları toplayabilmektedir. Yapılan ön araştırmalarda işçilerin veriminin %50 arttırdığı belirlenmiştir.

Meyve hasadında kullanılan diğer bir platform tipi de çok kişilik kendi yürür meyve hasat platformudur (Şekil 1.17).



Şekil 1.17 Çok kişilik kendi yürür hasat platformu (Anonim 2012e)

Şekil 1.17’de görülen çok kişilik hasat platformu, 3 silindirli bir motora sahiptir. Bu platform hidrolik tahrikli olup 0–3km/h ve 0–20 km/h hıza ulaşabildiği iki hız kademesi mevcuttur. Uzunluğu 4.2 m, yüksekliği 2.75 m, 4 tekerleğinde de fren tertibatı

bulunmaktadır. Dört tekerleği de muharrik olan tiplerinde arka tekerleklerden dñmenleme yapılmaktadır. Platform tabanının yerden yüksekliği 2.9 metreye kadar yükseltilebilmektedir.

1.2.3 Meyve hasadında kullanılan makinalar

Meyve hasadında kullanılan makinalar çalışmaları için gereken gücü traktörden ya da kendi üzerlerindeki motordan alabilmektedirler. Bu makinalar özellikle fabrikasyon için üretilen meyvelerin hasadında kullanılmaktadır. Ayrıca yurt dışında sert kabuklu meyvelerin hasadı makinalarla yapılmaktadır.

şemsiye tipi gövde sarsıcılar özellikle zeytin hasadında kullanılan makinalardır (şekil 1.18). Traktörün önüne veya arkasına bağlanabildiği gibi mini yükleyicilere de bağlanılarak kullanılabilir. Ortasındaki kısa ağaç gövdesini kavramakta ve traktörden tahrik edilen hidrolik sistemle meydana gelen sarsma hareketiyle ağaca titreşim iletilmektedir. Yaklaşık 6 metre çapında bir alana dökülen zeytinler makinanın haznesine toplanmaktadır. Hidrolik kol 3.5 m uzayabilmektedir. Sistem yaklaşık 90 BG traktöre ihtiyaç duymaktadır. Hasat sonunda ürünün toplandığı hazne 3 m kadar kaldırılarak römork vb. araçlara boşaltılabilmektedir.



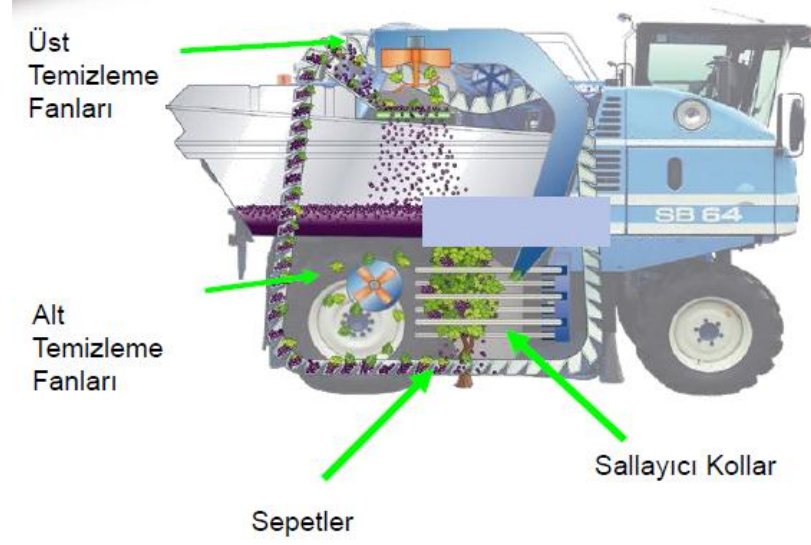
şekil 1.18 şemsiye tipi gövde sarsıcı (Anonim 2012f)

Son yıllarda ülkemizde de satılmaya başlanan kendi yürür zeytin ve üzüm hasat makinaları, terbiye sistemine alınmış ve büyük ölçekli işletmeler için oldukça kullanışlıdır (Şekil 1.19).



Şekil 1.19 Kendi yürür zeytin ve üzüm hasat makinası (Anonim 2012g)

Şekil 1.19’da görülen makina 175 BG 6 silindirli motoruyla hidrostatik pompa tarafından tahrik edilmekte ve her bir tekerlekte bulunan hidrostatik motorlar yardımı ile hareket etmektedir. Çatısı ağaçları hasat ünitesinin arasına alacak şekilde tasarlanmıştır. Eğimli araziye uyum gösterebilmektedir. Şekil 1.20’de kendi yürür zeytin ve üzüm hasat makinasının ana yapı elemanları gösterilmektedir.



Şekil 1.20 Zeytin ve üzüm hasat makinasının ana yapı elemanları (Anonim 2012g)

Şekil 1.20’de görülen kauçuktan yapılmış sallayıcı kollar ürünle ilk temas eden parçalardır. Sallayıcı kolların titreşimiyle ürün hasat edilmektedir. Sallayıcı kollarla ağaçtan ayrılan yaprak ve zeytin taneleri taşıyıcı sepetlerin içine düşer. Yaprak vb. hafif yabancı maddeler fanlarla üründen dışarı atılırken, ürünler konveyör ile depoya taşınır. Depo dolduğunda ise istenilen yere kolayca boşaltılabilir. Sıra arası mesafenin 3 m’den daha büyük olduğu arazilerde üzüm hasadında da kullanılabilir. İsteğe bağlı olarak ilaçlama, budama, gübreleme gibi birçok işlem için ekipmanlar bağlanabilmektedir.

Sert kabukluların hasadında genellikle ağacı sarsan, kendi yürür veya traktöre bağlanan bir gövde sarsıcı ve dökülen ürünü toplayan ayrı bir makina kullanılmaktadır (Şekil 1.21). Bu makinalardan gövde sarsıcı ağaçları silkelerken, her bir tekerleğin önünde bulunan fırçalarla dökülen cevizler ezilmemesi için kenarlara süpürülmektedir. Ardından başka bir makinayla vakum etkisiyle toplanan ürün, yabancı materyaller uzaklaştırıldıktan sonra konveyörle depoya iletilmektedir.

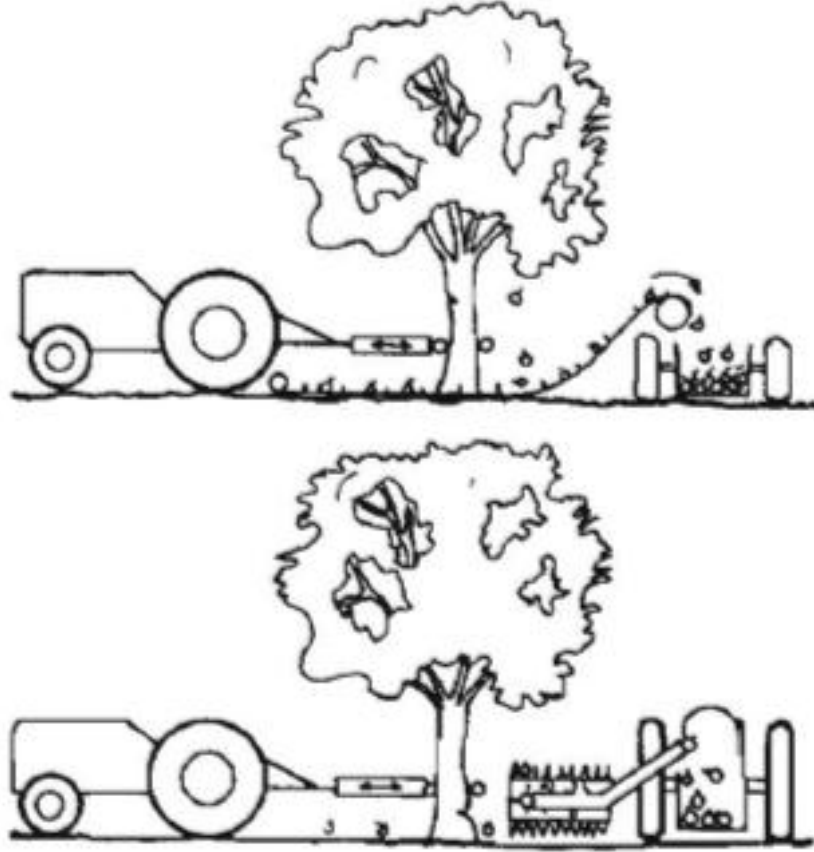


Şekil 1.21 Ceviz hasat makinası (Anonim 2012ğ)

Yurt dışında oldukça büyük uygulama alanı olan bu makinaların ülkemizde kullanılmamasının sebepleri arasında, ülkemizdeki ağaçların bodur tipte olmaları ve arazilerin makinanın çalışabileceği yapıda olmaması gösterilebilmektedir.

Sert çekirdeklielerde farklı tasarımlarda hasat makinaları kullanılmaktadır (Şekil 1.22). Bunlarda daha ziyade titreşim sağlayan sistemler geliştirilmiştir. Makinalar ağacı sarsan titreşim düzeni ve titreşimle koparılan veya düşürülen meyveleri toplayan üniteler olmak üzere iki önemli bölümden oluşmaktadır. Titreşimi sağlayan düzen, makina

önüne yerleştirilmiş ağacın gövde ve dalını kavrayacak şekilde ve belli aralıklarla titreşim sağlayan kollardan ibarettir.



Şekil 1.22 Gövde sarsıcı ve toplayıcılar (Ülger 1982)

Sarsma ve titreşim sonunda dökülen meyveleri toplayan platform ise “V” veya şemsiye şeklinde olup, bu toplama sistemiyle meyveler bir kanala yığılmakta ve buradan elevatörlerle boylama sistemine iletilmektedir (Ülger 1982).

Elma gibi yumuşak çekirdekli meyvelerin hasadında kullanılan makinalar ilke olarak sert çekirdekli ürünlerin hasadında kullanılan makinalara benzemektedir. Titreşim düzeni ve titreşimle koparılan veya düşürülen meyveleri toplayan üniteler aynı ya da farklı makinalar üzerinde olabilmektedir (Şekil 1.23).



Şekil 1.23 Elma hasadında kullanılan toplayıcı makina (Anonim 2012h)

Şekil 1.23’de görülen bu makina önde ve yanda süpürme üniteleri ile traktörle çekilen temizleme, iletim ve depolama kısımlarından oluşmaktadır. Önlerdeki ve yanlardaki süpürme üniteleri elmaları bir araya toplayarak makinanın temizleme ünitesine iletmektedir. 70 cm çapındaki fanının oluşturduğu hava akımıyla hafif yabancı materyaller uzaklaştırılırken ürün bir bantlı götürücüsüyle depoya iletilmektedir. Çalışma sırasında ilerleme hızı 3 km/h’e çıkabilmektedir. Saatte yaklaşık 12 ton ürün hasat edebilmektedir. Hidrolik üniteler hareketini kuyruk milinden almaktadır. Sistemin toplam güç tüketimi 15 BG kadardır. Ünitelerin tamamı traktör kabininden kumanda edilebilmektedir.

Turunçgiller hasadında kullanılan makinalar büyük ölçülerde olmalarından dolayı iş makinalarına benzemektedirler. Bu makinalar genellikle ağaç sırasının her iki yanında birer adet olacak şekilde çalışmaktadır. Her iki yanda sarsıcı ünite bulunmaktadır. Ağaç tacının arasına giren sarsma ünitesinin üzerinde, dairesel olarak dizilmiş uzun çubuklar bulunmaktadır. Koparılan meyveler iki yanda birbirine açılı olarak duran tablaların üzerine düşmektedir. Tabla üzerindeki elevatör ünitesi ürünleri makinanın arkasından gelen römorka iletilmektedir (Şekil 1.24).

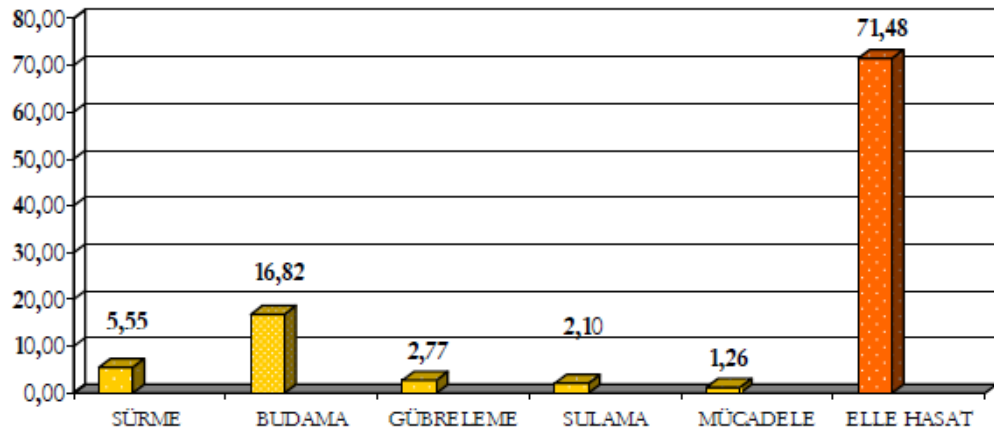


Şekil 1.24 Turunçgiller hasat makinası (Anonim 2012ı)

Şekil 1.24’de görülen makinanın meyveleri ağaçtan koparma oranı %95’dir. Bu makina bir günde 120 işçiye eşdeğer iş yapabilmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Ülkemizde özellikle taze tüketilen meyvelerin elle hasadı sıklıkla başvurulan bir yöntemdir. Elle hasatta mekanik zedelenmelerin az olması ürünün ihraç edilebilmesi açısından önemli bir avantajdır. Buna rağmen meyvelerin elle hasadının toplam iş gücü gereksinimine ve toplam maliyetlere etkisi oldukça fazladır. Araştırmacılar bu konuda birçok çalışma yapmışlardır.



Şekil 2.1 Zeytin üretiminde maliyet kalemleri (Keçecioğlu 1975)

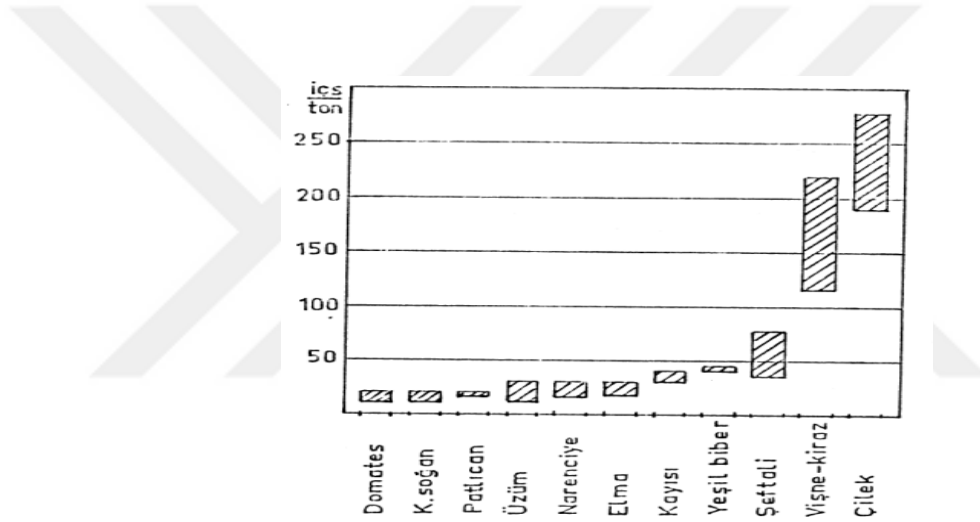
Şekil 2.1’de görüldüğü gibi, Keçecioğlu (1975) yaptığı çalışmada zeytin üretiminde maliyetin %71’ini elle hasat işleminin oluşturduğunu belirtmiştir.

Kleisinger vd. (1979) yaptıkları çalışmada, örnek olarak 100 kg elmanın elle hasadında, yaklaşık toplam işgücü masrafının %60’ının ve yine yaklaşık toplam masrafın %25’inin hasat işlemi için olduğu belirtmişlerdir. Şıralık elmaların üretimi için Almanya şartlarında 100 kg elmanın hasat maliyetinin 11 € olduğunu hesaplamışlardır.

Güleryüz (1982) yaptığı çalışmada, üzüksü meyvelerin 100 kilogramının hasat masrafını 33 € olarak tespit etmiş, vişne ve kiraz gibi meyve türlerinde de hasat masrafının yüksek olduğu belirtmiştir.

Ülger (1982) eserinde, meyve hasadında mekanizasyonla, birim üretimin hasat zamanının kısalmakta ve meyve olgunlaştıktan sonra uygulanan 2-3 günlük hasat gecikmesinin sebep olduğu %45–50 meyve kayıplarının ortadan kaldırıldığını belirtmiştir. Ayrıca, işçilikte ortalama %50 oranında azalma ve birim maliyette ise %50-70 oranında kazanç sağlandığını ortaya koymuştur. Bu nedenle, birçok ülkede taze meyve ve meyve suyu gibi gıda maddeleri ihracatına yönelik gelişmelere paralel olarak meyve hasat mekanizasyonuna kademeli olarak geçilmesi gerekliliğini vurgulamıştır.

Şekil 2.2’de, bazı bahçe bitkilerinin 1 tonunun hasadı için gereken insan işgücü ihtiyaçları grafik şeklinde gösterilmiştir.



Şekil 2.2 Bazı bahçe bitkilerinin hasadı için gerekli insan iş gücü ihtiyaçları (Erdoğan 1988)

Şekil 2.2’de görüldüğü gibi vişne kiraz ve çilekte 1 ton ürünün hasadı için gereken insan işgücü 200 saatin üzerinde olmaktadır (Erdoğan 1988).

Yıldız (1998) yaptığı çalışmada, antep fıstıklarının bir sopayla dallara vurularak ya da sallanarak bir toplama yüzeyine düşürülmesiyle yapılan hasat işleminin üretim için gereken toplam işçiliğin %43.33’ü olduğunu belirtmiştir.

Gezer (2001) çalışmada, bazı meyve türlerinde hasat için gerekli iş gücünün toplam işgücüne oranlarını belirtmiştir.

Çizelge 2.1 Bazı meyve türlerinde hasat için gerekli işgücünün toplam işgücü gereksinimi içindeki payı (%) (Gezer 2001)

Meyve türü	Hasat iş gücü (%)
Narenciye	31
Şeftali	38
Elma	41
Kayısı	43
Zeytin	50-70
Vişne ve Kiraz	70
Fındık	74

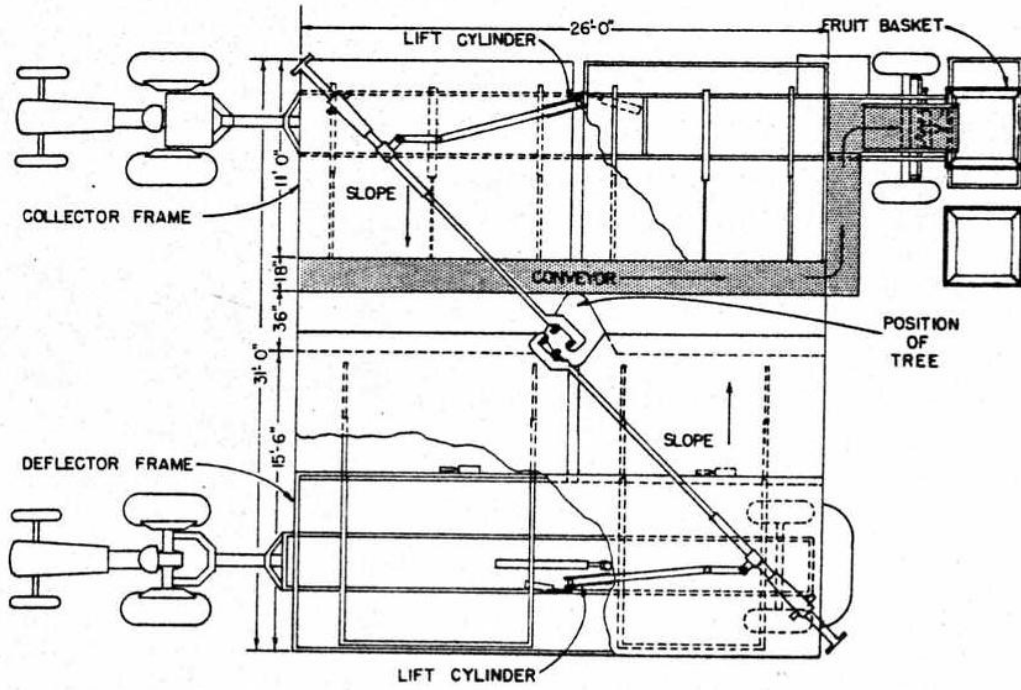
Çizelge 2.1'deki değerlere bakıldığında zeytin, fındık, vişne ve kirazın hasadı için gereken iş gücü toplam iş gücünün yarısından fazlasını oluşturmaktadır.

Ünal (2005) yaptığı çalışmada, cevizin elle hasadının işgücü maliyetinin, toplam üretim maliyetinin %30-60'ını oluşturduğunu vurgulamıştır.

Burks vd. (2005) yaptıkları ekonomik araştırmalarda ABD'deki turunçgiller üretim maliyetinin yaklaşık %40'ını hasat işçiliğinin oluşturduğunu ve bu durumun dış rekabet gücünü yarı yarıya düşürdüğünü belirtmiştir.

Elle hasadın üretim maliyet kalemleri içerisindeki bu yüksek payı, üreticileri ve araştırmacıları hasat işçiliğinin maliyetini azaltacak çözümler aramaya itmiştir. Meyve hasat mekanizasyonu konusundaki çalışmalara, ilk olarak II. Dünya Savaşı yıllarında insan işgücü konusunda dar boğazlarla karşılaşılması nedeniyle başlanmıştır. Bu dönemlerde geliştirilen bazı sistemler sayesinde 1920–1940 yılları arasında meyve hasadı için her yıl 800 milyon saat insan işgücüne ihtiyaç duyulan ABD'de daha sonraki dönemde her yıl 450 milyon saat tasarruf sağlanmıştır (Gezer 2005).

Hedden ve Coppock (1965) yaptıkları çalışmada tasarladıkları turunçgiller hasat makinasını (Şekil 2.3) greyluft ve üç farklı portakal çeşidinde denemişlerdir.



Şekil 2.3 Turunçgiller hasat makinası (Hedden ve Coppock 1965)

Şekil 2.3’de Hedden ve Coppock’un tasarladığı hasat makinası görülmektedir. Makina iki ana bölümden oluşmakta olup her parça bir traktörle çekilmektedir. Silkeleme mekanizması bu iki bölümün ortasındadır ve her biri hareketini kendi bağlı bulunduğu bölümden almaktadır. Silkeleme sonucu aşağı düşen meyveler düşey olarak eğimli duran platformların ortasına gelerek buradan bantlı bir götürücü ile depoya taşınmaktadır.

Bu araştırma sonucunda:

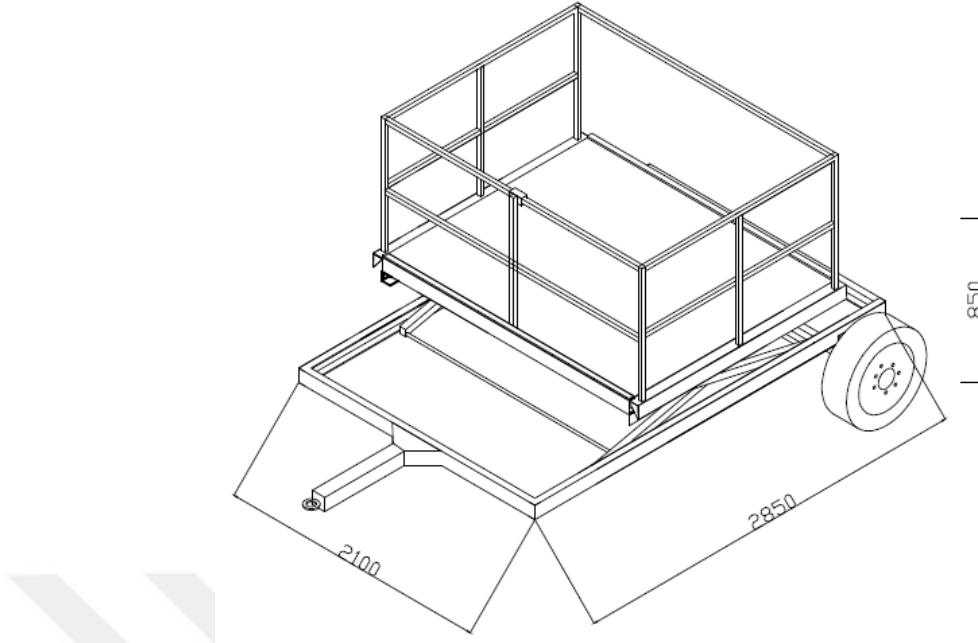
- Makinanın hasat başarısı, greyfurt için %90–98, portakal için ise %80–92 olarak belirlenmiştir.
- 4 kişilik ekiple 1 saatte 12 ağaç hasat edilmiş; bunun 10 toplayıcının işgücüne eşit olduğu belirtilmiştir.
- Bir ağacın ortalama 3.86 dk sallandığı ve bir ağaçtan diğerine 1.17 dk sürede geçildiği belirtilmiştir.

Güner ve Gezer (2001) yaptıkları çalışmada, el silkeleyicinin kayısı hasadındaki iş başarısını (kg/h ve ağaç/h), yakıt tüketimini (L/h) ve hasat etkinliğini (%) belirlemişlerdir. Denemeler 3 tekerrürlü olarak yapılmış ve her tekerrürde 1 saat süreyle hasat gerçekleştirilmiştir. Hem el silkeleyici ve hem de geleneksel yöntemde hasadı aynı kişi yapmıştır. El silkeleyicinin titreşim genliği 60 mm ve frekansı 20–23 Hz'dir. Araştırma sonucunda; el silkeleyicide ortalama iş başarısı 559 kg/h ve 9.8 ağaç/h; geleneksel yöntemdeki ortalama iş başarısı değerleri ise 403.3 kg/h ve 6.6 ağaç/h, el silkeleyicinin yakıt tüketimi ortalama 1.4 L/h ve hasat etkinliği %99.7 olarak saptanmıştır.

Erdoğan vd. (2003) Malatya'da yaptıkları çalışmada; elle hasat, geleneksel hasat ve tasarlanan bir makinayla hasadı karşılaştırmıştır. Makinayla yapılan denemelerde dallar 20, 30, 40, 50 ve 60 mm genlikte; 10, 15 ve 20 Hz frekansta 5s süreyle silkelenmiştir. Araştırma sonucunda; mekanik hasatta 6 dk'da 1 ağaç, geleneksel hasatta 20 dk'da 1 ağaç, elle hasatta ise 400 dk'da 1 ağacın hasat edildiği belirtilmiştir.

Polat vd. (2007) Gaziantep'de yaptıkları çalışmada, antep fıstığı hasadında elle ve dal silkeleyici ile hasadı karşılaştırmıştır. Denemeler 40, 50 ve 60 mm olmak üzere üç farklı genlikte; 10, 15 ve 20 Hz olmak üzere üç farklı frekansta yapılmıştır. Meyve kopma direnci Eylül ayı için 6.8 N/g olarak belirlenmiştir. 50 mm genlik ve 20 Hz frekansta elde edilen %95.5 hasat oranı uygun bulunmuştur. Bir ağacın silkeleyici ile hasadı için gereken süre 4.85 dk iken elle hasat için gereken süre 14.7 dk olarak hesaplanmıştır. 1 kg fıstığın makinayla hasadı için bir işçinin 1.56 dk çalışmasının yeterli olacağı belirlenmiştir.

Üçgül (2007) yüksek lisans tezi çalışmasında, küçük ve orta ölçekli meyve üreticisine hitap eden, traktör hidrolik güç çıkışı ile çalıştırılabilen, meyvelerin el ile hasadında kullanılacak çekilir tip yarı mekanize bir meyve hasat platformunun tasarımını ve imalatını yapmıştır. Platform; üst tabla, kızak sistemi, makas sistemi, taşıyıcı alt tabla ve hidrolik sistemden oluşturulmuştur (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Hasat platformunun genel görünüşü (Üçgül 2007)

Çalışma koşullarına göre platform 4 m genişliğe ve 1.85 m yüksekliğe kadar ayarlanabilmekte ve 4 m yüksekliğe kadar olan meyveler hasat edilebilmektedir. Platformun hareket direnci gücü, değişik tarla koşulları ve çalışma hızlarında, yüksüz ve yüklü olarak hesaplanmıştır. Yüklü platformun 4 km/h çalışma hızında ortalama hareket direnci gücü, sert ve düz tarlada 0.33 kW, yumuşak ve ıslak tarlada ise 2.88 kW olarak hesaplanmıştır.

Sazo vd. (2005), elma bahçelerinde meyve üretimindeki mekanizasyon uygulamalarında platformların önemini vurgulamıştır. Platformlarla çalışmada işçiliğin daha verimli olduğu; dolayısıyla karlılığın yüksek ve yıllık maliyetlerin düşük olduğunu belirtilmiştir.

Elkins (2012), armut hasadında 1960'lı yıllardan günümüze mekanizasyon aşamalarını değerlendirdiği çalışmada meyve hasadına yardımcı platformların kolay zedelenen ürünlerin hasadındaki önemine dikkati çekmiştir. Meyve hasat platformları tasarlanırken meyveye kolay ulaşmayı sağlayan tasarımı hızlı yapılabilen kinematik modeller geliştirilmesini, ağaç tacının ve platform tasarımının birbirine uygun

hale getirilmesini ve tasarlanacak platformun hasatla birlikte budama gibi bakım işlerine uygun olmasının ekonomik değerini artıracığını vurgulamıştır.

Robinson. vd. (2013) yaptıkları çalışmada, New York eyaletinde doğu bölgesindeki diğer eyaletlere oranla kendi yürür hasat platformlarının budama ve diğer bakım işlerinde yaygın olarak kullanıldığını belirtmişlerdir. Bu platformların hasatta oldukça az kullanıldığını ancak gelecek beş yıl içerisinde hasada yardımcı platformların yaygınlaşacağını düşünmektedirler. Ayrıca bir dönüm için hasat öncesi işçiliğin toplamı yaklaşık olarak 65 saat, hasat için ise 25 saat olduğunu belirtmişlerdir.

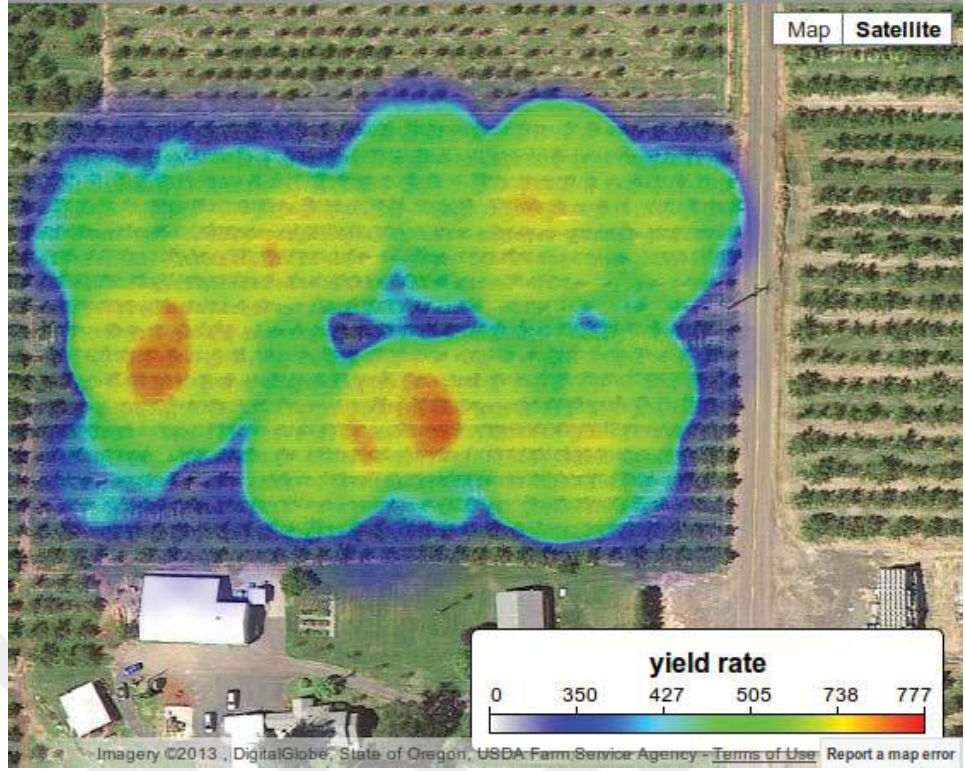
Gallardo ve Bradley (2015) yaptıkları araştırmada, Washington eyaletindeki elma üreticileri ile yaptıkları anketlere aldıkları cevapları değerlendirmişlerdir. Bu ankete toplam elma üreticilerin %25'inin katıldığını belirtmişlerdir. Yaptıkları çalışmanın sonucunda hasat platformu kullanılan işletmelerde ortalama platform kullanım süresinin 7.4 yıl olduğunu belirlemişlerdir. Hasat platformlarının etkinliğinin %7'den %60'a çıkarılması durumunda 1 kasa (ortalama 829 pound ağırlığında) elmanın hasat maliyetinin 22\$'dan 15\$'a kadar düşebileceğini belirtmişlerdir. Kurulan bahçelerin platform kullanımına uygun olmasının özellikle ağaçların sıra arası mesafesine uygun platformların kullanımının hasat etkinliği arttıracığını vurgulamışlardır. Hasat platformu kullanılan işletmeler, hasat platformu kullanılmasının sebeplerini çalışanın etkinliğinin artırılması, çalışanların güvenliğinin sağlanması, yapılan işin kalitesinin artırılması ve işin daha kolay yapılması şeklinde sıralamışlardır.

Richardson vd. (2005), New York eyaletinde elma toplayan işçilerin sırt zorlanmalarını azaltmak için yaptıkları çalışmada 14 işçi için geliştirilen bir toplama çantası için meyve toplamada vücut pozisyonlarını, konfor değerlendirmelerini, kullanılabilirliği ve hasat hızını ölçmüşlerdir. Geliştirilen yeni çantanın farklı vücut pozisyonlarında hasat hızına etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Araştırmaya katılan işçilerin % 78.6'sının yeni tasarımı tercih ettiğini, %71.4'ünün bel, boyun ve omuzlarda çalışma konforu açısından farklılık olduğunu belirtmişlerdir.

Seavert ve Whiting (2011) yaptıkları çalışmada, Washington eyaletinde elle ve mekanik yöntemle kiraz hasadını ekonomik yönüyle değerlendirmişlerdir. Araştırma sonucunda bir kilogram kiraz için mekanik hasadın 0.37\$ daha kazançlı olduğunu belirtmişlerdir. 10 yıl sonunda üreticiye kalacak kârı elle yapılan hasatta 1 ha alan için 94067 \$; mekanik yöntemle yapılan hasat için 130259 \$ olacağını hesaplamışlardır.

Wu vd. (2014) yaptıkları çalışmada, tropik meyvelerin hasadında kullanılan kendi yürür hasat platformlarının bugünkü durumunu ve gelecekteki eğilimini değerlendirmişlerdir. Hasat platformlarının yükseltilmesinde elektro-hidrolik sistemlerinin kullanılmasının yüksek kontrol hassasiyeti, hızlı dinamik yanıtlar ve düzgün hareketler sağladığını belirtmişlerdir. Ayrıca hasat platformlarının tasarımında sonlu elemanlar analizi yönteminin kullanılmasının önemli bir rol oynayacağını belirtmişlerdir. İleride hasat platformlarının güç kaynağı olarak çevre dostu hibrit motor teknolojilerine yönlenebileceğini ve gelecekte ölçüleri daha küçük ve hafif modellerin tercih edileceğini düşündüklerini belirtmişlerdir.

Tan vd. (2013), geliştirdikleri sistem ile işçilerin topladığı meyve miktarını gerçek zamanlı olarak ölçmüş ve verileri işleyerek şekil 2.5'deki verim haritasını elde etmişlerdir.



Şekil 2.5 Hasat edilen meyve miktarının haritadaki dağılımı (Tan vd. 2013)

İşçilerin topladıkları meyve miktarı, araştırmacıların tasarladıkları ekipmana yerleştirilen GPS modülü yardımıyla internet ağındaki yazılım ile işlenerek kiraz parselindeki yüksek ve düşük verimli bölgelerin belirlenmesi sağlanmıştır. Ayrıca geliştirilen yazılım yardımıyla her işçinin topladığı meyve miktarına göre ücretlendirilebileceği vurgulanmıştır.

Ampatzidis vd. (2012) yaptıkları çalışmada, geliştirdikleri işçi izleme sistemi yazılımı ile kiraz hasadında çalışan işçilere ait verileri toplamış ve değerlendirmişlerdir. Bu çalışmada her işçinin, 1 dakikada topladığı meyve miktarı, topladığı toplam meyve miktarı, topladıkları kova sayısı, kova sayısına göre hasat ücreti, meyve ağırlığına göre hasat ücreti, bir kovadaki meyve ağırlığının alt ve üst sınırları, her kovadaki ortalama meyve ağırlığı değerleri elde edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre çalışan 4 işçi için bu parametrelerin farklı olduğu belirtilmiştir.

Richardson vd. (2006) yaptıkları araştırmada, elma hasadında çalışan göçmen işçilerin kaslarındaki zorlanmaları değerlendirmek amacıyla laboratuvarında ve elma bahçesinde alınan 12 farklı ölçümü karşılaştırılmışlardır. Laboratuvarında alınan ölçümlerde sürekli olarak kolun yukarıda tutulması ve sürekli olarak omurilikte uzama pozisyonlarındaki zorlanma istatistik olarak önemli bulunmuştur. Elma bahçesinde de sürekli olarak kolun yukarıda tutulması pozisyonundaki zorlanma istatistik olarak önemli bulunmuştur.

Osorio vd. (1998), 1991-1996 yılları arasında California'nın Monterey ve Fresno bölgelerindeki tarım kazalarının raporlarını incelemişlerdir. Bu raporlardan bahçe işlerinde gerçekleşen 451 kazanın toplam kaza raporları arasında %9'luk bir orana sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Ng vd. (2015), palm yağı hasadında çalışan 446 erkek işçinin iskelet sistemindeki rahatsızlıkları ve OWAS yöntemiyle çalışma pozisyonlarını değerlendirmişlerdir. İskelet sisteminde en yaygın rahatsızlıkların sırasıyla belin aşağı bölgesi, dizler, omuzlar ve boyunda görüldüğü belirtilmiştir. OWAS yöntemiyle yapılan değerlendirmede, taze meyve demetlerinin kesilmesi ve kaldırılması ve düşen meyvelerin toplanması işlemlerindeki pozisyonların ergonomik olarak değerlendirilmesi ve uygun olmayan vücut pozisyonlarının azaltılması için çalışmalar yapılmasının gerekliliği belirtilmiştir.

Baugher vd. (2009) yaptıkları çalışmada, 2006 ve 2007 yıllarında Pennsylvania eyaletinde şeftali ve elma, Washington eyaletinde elma bahçelerinde yapılan işlerde merdiven kullanımı ve farklı şekillerde tahrik edilen meyve hasat platformları ile çalışmayı işçi verimliliği açısından değerlendirmişlerdir. Araştırma sonuçlarında budama, bahçe bakımı ve hasat gibi bahçe içlerinin tamamında işçi verimliliği ve ekonomik tasarruf açısından meyve hasat platformlarının kullanımının daha kazançlı olduğu belirtilmiştir.

Hofmann vd. (2009), 2004 ve 2005 yıllarında Washington eyaletinde 389 tarım işçisiyle yaptıkları görüşmelerde en çok çalışılan işlerin meyve hasadı, budaması ve bakımı olduğunu belirtmişlerdir. 2004 yılı için en çok bildirilen sağlık sorunlarının sıcak

havada çalışmak, kaslardaki zorlanmalar, gözlerdeki yaralanmalar ve merdivenden düşme sonucu gerçekleşen kırıklar olduğu vurgulanmıştır.

Hofmann vd. (2006), 1996 ve 2001 yılları arasında Washington eyaletinde tarım işçilerinin karşılaştıkları kazaları tanımlamak ve kategorize etmek için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışma sonucunda incelenen yaralanmaların %31'inin merdivenle çalışmadan kaynaklandığı ve bu yaralanmaların en pahalı tedavi, kayıp ve diğer masrafların ortaya çıkmasıyla sonuçlandığını belirtmişlerdir.

Salazar vd. (2005) meyve bahçelerinde çalışan işçilerin karşılaştıkları riskleri değerlendirmişlerdir. İki farklı işletmeden toplam 25 çalışan ile yapılan görüşmelerde gerçekleşen kazaların ve ramak kala olayların % 68'inin merdivenle çalışma sırasında olduğu ve işçilerin %80'nin bahçede çalışırken en az bir defa bir kaza geçirdiğini belirtmişlerdir. Bu kazalar sonucunda en çok kaslarda zorlanma ve burkulma ile kırıkların olduğu gözlenmiştir.

Thamsuwan vd. (2014), 20 erkek işçinin merdivenle elle hasat ve meyve hasat platformu ile hasat işlerinde fiziksel zorlanmalarını ve üst kolun çalışma sıklığını belirlemeye yönelik bir çalışma yapmışlardır. Borg skalası ile işçilerin yaptıkları işi değerlendirdiklerinde merdivenle çalışmada her iki omuzdaki zorlanmanın meyve hasat platformu ile çalışmadaki değerlerden yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Merdiven ile hasat işlemi sırasında tekrarlı çalışmanın omuz bölgesinde daha fazla zorlanmaya neden olduğu vurgulanmıştır. Sonuç olarak meyve hasat platformu ile çalışmanın merdiven ile hasat işlemine göre daha rahat bir çalışma olduğu söylenebilmektedir.

Günümüzde bilgisayar paket programlarının gelişmesi ile birlikte makina elemanlarının ve bunların oluşturduğu sistemlerin tasarımları bilgisayar ortamında yapılabilmektedir. Bilgisayar ortamında yapılan tasarımlar malzeme seçimi, çalışan sistemlerin ömür ve dayanım sınırlarının belirlenmesi açısından kolaylıklar sağlamaktadır. Günümüzde farklı bilgisayar paket programları ile sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak yapılan analizlere dayalı çalışmalara pek çok örnek bulunmaktadır.

Sfiru vd. (2014) yaptıkları çalışmada, üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktardıkları toprak işleme amacıyla kullanılan bir elemanı SOLIDWORKS ve AUTODESK INVERTOR programları ile analiz etmişlerdir. Malzeme ve malzemeye ait özellikler her iki programın analiz modülleri için aynı değerlerde tanımlanmıştır. Yapılan analiz sonuçlarına göre nispi yer değiştirme miktarında benzer sonuçlar gözlenmiştir. Fakat güvenlik faktörü ve maksimum gerilme değerlerinin arasında %25'in üzerinde farklılıklar bulunmuştur.

Da Silva vd. (2014), kahve hasat makinasının iki farklı modeli için sonlu elemanlar yöntemini kullanarak makinanın ana yapı organlarının gerilme ve yer değiştirme değerlerini analiz etmişlerdir. Modellerden birinin arka tekerlekleri aynı hizada (A modeli); diğersinin ise arka tekerlek eksenleri birbirinden kaçık (B modeli) olarak tasarlanmıştır. A modelinin maksimum gerilme değeri daha düşük olsa da; B modelinin ortalama gerilme ve yer değiştirme değerleri daha düşük olduğundan makina arka tekerlek eksenleri kaçık olarak imal edilmiştir. Bu şekilde imal edilen modelin arazi çalışmasında herhangi bir arıza gözlenmediğini belirtmişlerdir.

Wu-jiao vd. (2009), Çin'de üretilen en büyük motorlardan birinin krank milinin imalatında kullanılan bir ekipmanın dayanım analizleri için DEFORM-3D ve I-DEARS bilgisayar paket programlarını kullanmışlardır. Yaptıkları optimizasyon çalışmasıyla kopma gözlemlenen bölgelerdeki maksimum gerilmeyi azaltmışlardır.

Bošnjak vd. (2010), ekskavatör tekerleklerinin yatakları olduğu parçanın kopma analizini ve yeniden tasarımını yapmışlardır. Sonlu elemanlar analizi yöntemi kullanarak yaptıkları çalışmada, yeniden tasarlayıp çalışma şartlarında kullandıkları modelin başarılı olduğunu belirtmişlerdir.

He vd. (2010) yaptıkları çalışmada, bir yolcu otomobilinin amortisör yayı kulesinin erken kırılmasının nedenlerini incelemişlerdir. Otomobilin amortisör yayı kulesi bilgisayar ortamında modellenmiş ve sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Yapılan analiz ve gerçek yol testleri sonucunda sonlu elemanlar yöntemi ile

hesaplanan ömür ile gerçek kullanım şartlarında belirlenen mesafe değerlerinin uyumlu olduğunu belirtmişlerdir.

Park vd. (2010) yaptıkları çalışmada, yüksek beygir gücüne sahip bir iş makinasının dişli kutusunda yer alan planet dişli sisteminde oluşan kırılmaları incelemişlerdir. INVERTOR ile normal ve bozuk planet dişli sistemleri üç boyutlu olarak bilgisayar ortamına aktarılmış ANSYS yardımı ile sonlu elemanlar yöntemi ile analiz edilmişlerdir. Yapılan analizler sonucunda bozulmuş dişli kutusunun karşılaştığı maksimum gerilme değerinin normal dişli kutusunun karşılaştığı gerilme değerinden %26 daha fazla olduğu belirlenmiştir. Metalurjik analizlerle sonlu elemanlar yöntemi ile yapılan analizler arasında benzerlikler olduğu belirtilmiştir.

Yıldız ve Düzgün (2010) yaptıkları çalışmada, ANSYS paket programı ile sonlu elemanlar yöntemi kullanılarak dört farklı tipte fren diskinin gerilme analizlerini yapmışlardır. Analiz sonucunda farklı tiplerde havalandırma kanalları ve delikleri bulunan fren disklerinin gerilme değeri, %8'den %11'e kadar değişen değerlerde; üzerinde herhangi bir havalandırma deliği veya kanal bulunmayan fren diskine ait gerilme değerlerinden düşük bulunmuştur.

Yılmaz vd. (2011) yaptıkları çalışmada, bir turbo atomizörün ana şasesinin gerilme analizine yer vermişlerdir. Analizler sonlu elemanlar yöntemine göre yapılmış ve şaseye üç farklı kuvvet uygulanmıştır. Yapılan analizler sonunda, ana şasenin fazla yüklendiği çalışma koşullarına göre tekrar şekillendirilebileceği belirtilmiştir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu tez çalışması ile öncelikle meyve hasadında çalışan işçilerin güvenli bir şekilde olgunlaşan meyvelere ulaşmaları, merdiven basamağından daha geniş ve güvenli bir düzlemde çalışmaları amaçlanmıştır. Meyve hasadı için geçen sürenin daha verimli kullanılması, meyve hasat işçiliğinin etkinliğinin artırılması, meyve hasadında çalışan işçilerin enerji tüketiminin azaltılması ve çalışma konforunun artırılması ile uzun dönemde uygunsuz çalışma pozisyonlarından kaynaklanan rahatsızlıkların azaltılması amaçlanmıştır. Pilot bölge olarak seçilen Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde kullanıma sunulması planlanan bir meyve hasat platformu tasarımı yapılmıştır. Yapılan tasarımın boyutlandırılması için öncelikle Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde bulunan meyve parsellerindeki ağaçlara ait tasarıma etki edecek temel ölçüler belirlenmiştir. Bu ölçülere uygun olarak bilgisayar ortamında üç boyutlu bir model hazırlanmıştır. Bu üç boyutlu modeli temel alan imalat resimleri hazırlanmıştır. Bilgisayar ortamındaki üç boyutlu model imalat resimlerindeki temel ölçülere göre tekrar boyutlandırılmış ve sonlu elemanlar yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre kritik noktalarda kullanılacak malzeme ölçülerinde değişiklikler yapılmıştır. Tasarlanan modelin istenilen şekilde hareketini sağlamak amacıyla elektrik ve hidrolik donanımlar seçilmiş ve imalatı tamamlanan çelik konstrüksiyona monte edilerek prototip son halini almıştır.

3.1 Materyal

3.1.1 Deneme parseli

Bu tez çalışması kapsamında geliştirilen meyve hasat platformunun ölçülerinin belirlenmesi için öncelikle Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yetiştiriciliği yapılan meyve ağaçları ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Çizelge 3.1'de vişne, kayısı, erik, yarı bodur elma ve kiraz ağaçlarının bulunduğu parsellerden tesadüfen seçilen 50 adet ağacın taç genişliği, taç yüksekliği ve taç izdüşümünden gövdeye olan mesafe (taç derinliği) ölçülmüş ve her parsel için ortalamalar alınmıştır.

Çizelge 3.1 Meyve parsellerinden alınan ölçümler

Parsel	Parseldeki ağaç adedi	Sıra arası mesafe (m)	Sıra üzeri mesafe (m)	Ölçüm alınan örnek ağaç sayısı	Örnek taç yüksekliği ortalaması (m)	Örnek taç genişliği ortalaması (m)	Örnek taç derinliği ortalaması (m)
Vişne	526	6	4	50	5.19	4.08	2.65
Kayısı	366	8	6	50	5.39	6.37	3.78
Kiraz	146	6	4	50	5.51	6.49	3.32
Erik	675	8	6	50	4.62	4.46	2.47
Yarı bodur elma	484	8	6	50	3.52	3.49	1.93
ORTALAMA					4.85	4.98	2.83

Çizelge 3.1’de verilen ölçülerin elde edilmesine ait çalışmaları gösteren resimler şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1 Meyve parsellerinde yapılan ölçümler

Şekil 3.1’de meyve parsellerinde yapılan ölçüm çalışmaları gösterilmektedir. Her parselden seçilen örnek ağaçların en geniş taç uzunluğu, ağaç gövdesinden itibaren taç

derinliği ve ağağların boyları Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde staj yapan öğrencilerin yardımıyla ölçülmüştür.

Beş ayrı meyve parselinde yapılan ölçümler makinanın yerden yüksekliği, uzunluğu ve işçileri taşıyacak platformun yanlara açıldığında alacağı genişlik ölçüleri hakkında temel bir veri oluşturmaktadır.

3.1.2 Tasarım için kullanılan bilgisayar paket programları

Sonlu elemanlar yöntemi ile analiz edilecek katı modeller CATIA V5R21 paket programı ile hazırlanmıştır. CATIA V5R21 paket programı, imalata yönelik pek çok sektörde tasarım amacıyla kullanılmaktadır. Tasarım ve imalatın farklı uygulamalarında kullanılabilen bu programın iki boyutlu çizim, üç boyutlu katı modelleme, montaj modülü, teknik resim modülü, kinematik hareket modülü, kalıp tasarım modülü vb. özellikleri bulunmaktadır. Bu araştırmada meyve hasadına yardımcı platformun katı modelinin hazırlanması için; üç boyutlu katı modelleme, montaj ve kinematik hareket modülleri kullanılmıştır.

Katı modelleri hazırlanan meyve hasadına yardımcı platformun deformasyon, gerilme, ömür ve güvenlik faktörü analizleri ANSYS 15.0 bilgisayar paket programı ile yapılmıştır. ANSYS bilgisayar programı; mukavemet, elektrik, elektromanyetik, akışkanlar mekaniği, titreşim, ısı transferi ve daha birçok konuda çizim, analiz ve simülasyon imkanı sağlayan bir sonlu elemanlar analiz yazılımıdır. Bu araştırmada, makas kollarına gelen yüklerin oluşturduğu gerilmelere bağlı olarak statik yapı modülü kullanılmıştır.

Meyve hasadında çalışacak işçilerin sağ ve solda bağımsız çalışılması ön görüldüğünden analizlere meyve hasadına yardımcı platform prototipinin yalnızca tek bir bölümü alınmıştır.

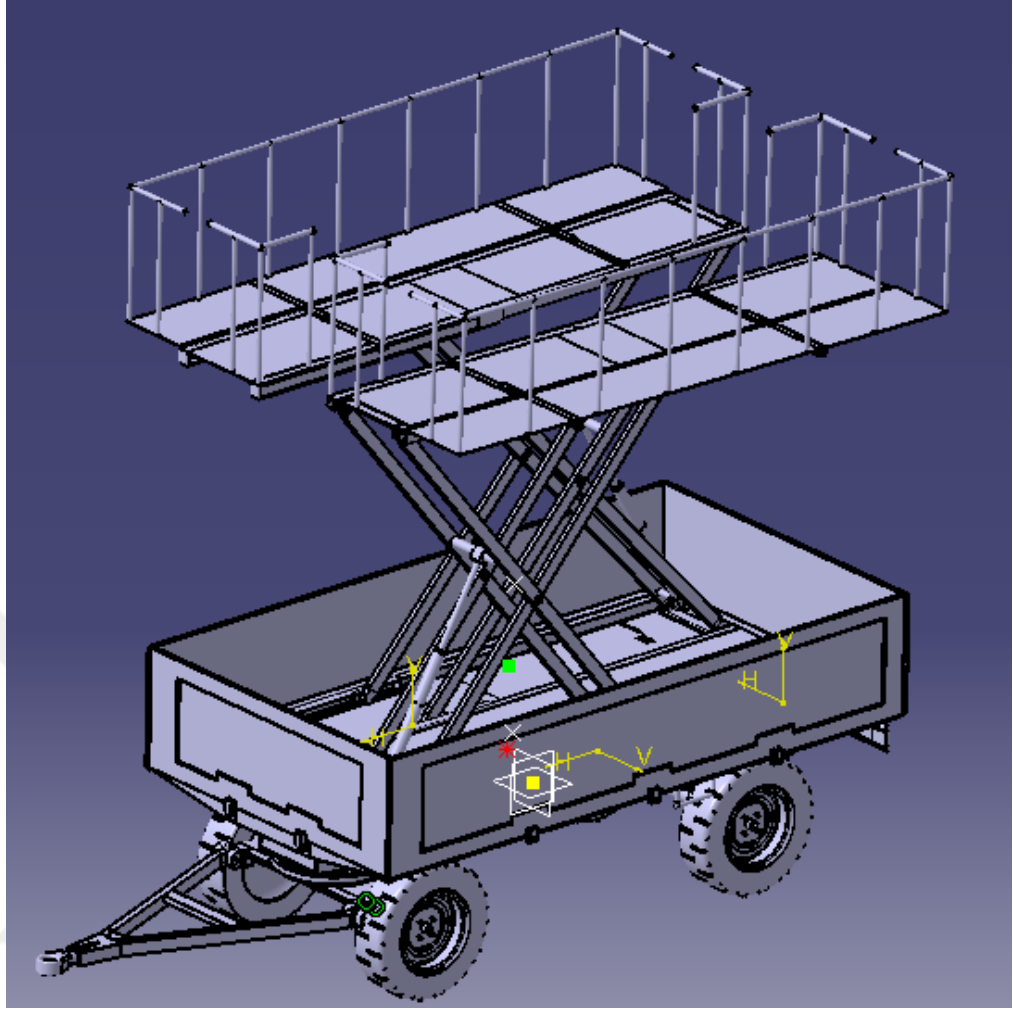
3.2 Yöntem

Materyal bölümünde tanımlanan parsellere ilişkin ölçümlerle birlikte imal edilecek taşıyıcı platformun ekonomik ve güvenli olacak şekilde maksimum ölçüleri belirlenmiştir. Ayrıca bu parsellerdeki hasat işlemleri tamamlandığında ortalama ağaç başına verimin en yüksek ve sıra uzunluğunun en büyük olduğu parsel için, tasarlanacak makinanın bir seferde aktarma yapmadan taşınması gereken maksimum ürün miktarı için meyve dolu kasaların makinaya yerleşimi de göz önünde bulundurulmuştur.

Beş ayrı meyve parselinde yapılan ölçümler makinanın yerden yüksekliği, uzunluğu ve işçileri taşıyacak platformun yanlara açıldığında alacağı genişlik ölçüleri hakkında temel bir veri oluşturmaktadır. Bu ölçümlerle birlikte imal edilecek taşıyıcı platformun ekonomik ve güvenli olacak şekilde maksimum ölçüleri 4 m yüksekliğe ulaşabilecek, yanlara açıldığında ise toplam genişliği 3 m olacak şekilde hasat platformunun temel ölçüleri belirlenmiştir.

3.2.1 Tasarlanan meyve hasat platformu

İmal edilecek prototipin öncelikli olarak şekil 3.2’de görülen bilgisayar ortamında üç boyutlu çizimleri yapılmıştır. Hazırlanan üç boyutlu model, bilgisayar ortamında çizilen iki dingilli bir tarım arabasının üzerine monte edilmiştir. Modelin üzerine monte edildiği iki dingilli tarım arabasının ölçüleri Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği’nde bulunan 4 t taşıma kapasiteli tarım arabalarından rastgele seçilen birinden alınmıştır. Alınan bu ölçülere göre bilgisayar ortamında çizimi tamamlanmıştır. Daha sonra CATIA V5R21 paket programının montaj modülü kullanılarak modellenen tarım arabası ve meyve hasat platformu birbirine monte edilmiştir. Modellenen meyve hasat platformunun makas kolları hareket ettiğinde yüksekliği artacak ve üst çalışma platformları yana açıldığında çalışma genişliği artacak şekilde CATIA V5R21 paket programının kinematik hareket modülü kullanılarak hareketli bir model hazırlanmıştır.



Şekil 3.2 Prototipin bilgisayar ortamındaki üç boyutlu modeli

Bu modelde seçilen malzemeler ve boyutlardaki kabullere göre bilgisayar ortamında analizi yapılmıştır. Tez çalışması için yapılan ilk çizimde platformun yükünün tamamını taşıyacak olan makas kolları St 37 malzeme 140x80x5.6 mm ölçülerinde dikdörtgen profil olarak seçilmiştir. ANSYS 15.0 paket programı kullanılarak yapılan analizlerde toplam deformasyon, gerilme, ömür ve güvenlik faktörü değerleri göz önüne alınmıştır. Yapılan analizlerde platform üzerine gelen yük, üst platform yana açılmış konumda düzgün yayılı yük olarak tanımlanmıştır. Yayılı yükün değeri çalışan kişi sayısı başına 100 kg ve maksimum çalışan sayısı 3 kabul edilerek işçiler için 300 kg (3000N), toplanacak meyveler için 200 kg (2000N), üst platform ağırlığı 150 kg (1500N) kabul edilerek toplamda 650 kg (6500N) alınmıştır.

3.2.1.1 Statik mukavemet analizleri

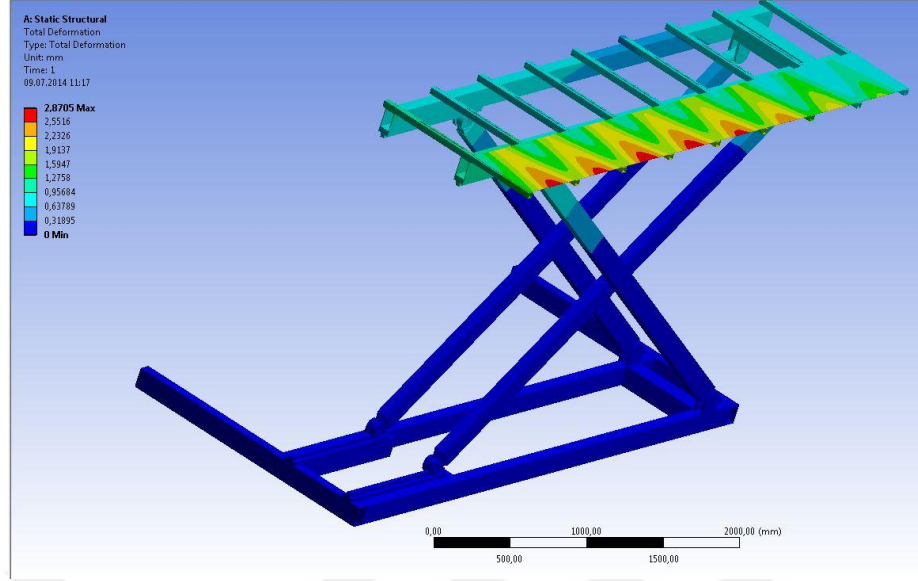
Bu kabullenmeler belirlendikten sonra makas kollarının St 37 için çizelge 3.2’de yer alan temel malzeme özellikleri analiz programının malzeme kütüphanesinden kontrol edilmiştir.

Çizelge 3.2 St 37 malzeme için bazı temel özellikler

Akma gerilme mukavemeti (MPa)	Elastisite modülü (GPa)	Poisson oranı	Özgül Kütle (kg/m ³)
205	207	0.3	7850

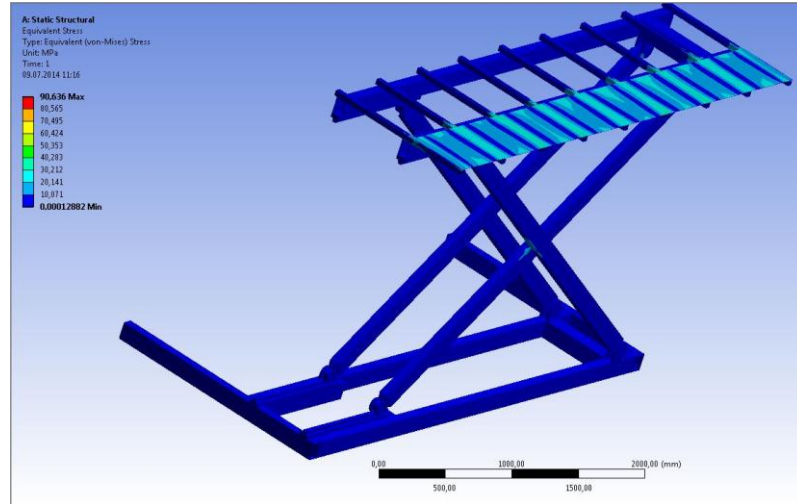
Yukarıdaki çizelgede belirtilen malzeme özelliklerindeki 140x80x5.6 mm ölçülerindeki dikdörtgen profilden imal edilmesi düşünülen makas sistemi için 6500 N’luk düzgün yayılı yük ön görülmüştür. Bu parametreler ışığında yapılan analiz sonuçları aşağıda belirtilmiştir.

- **Toplam Deformasyon (140x80x5.6 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Belirlenen kuvvet uygulandığında şekil 3.3’de görüldüğü gibi kırmızı renk ile belirtilen bölgelerde 2.87 mm, turuncu renk ile belirtilen bölgelerde 2.55 mm, yeşil renk ile belirtilen bölgelerde 1.55 mm, açık mavi ile belirtilen makasların kesişim bölgelerinde 0.63 mm değerlerine kadar deformasyon olabileceği belirtilmiştir. Koyu mavi ile belirtilen bölgelerde ise deformasyon olmadığı görülmektedir. Toplam deformasyon analizinin sonuçlarına göre makasların kesim noktaları başta olmak üzere önemli bir deformasyon görülmemektedir.



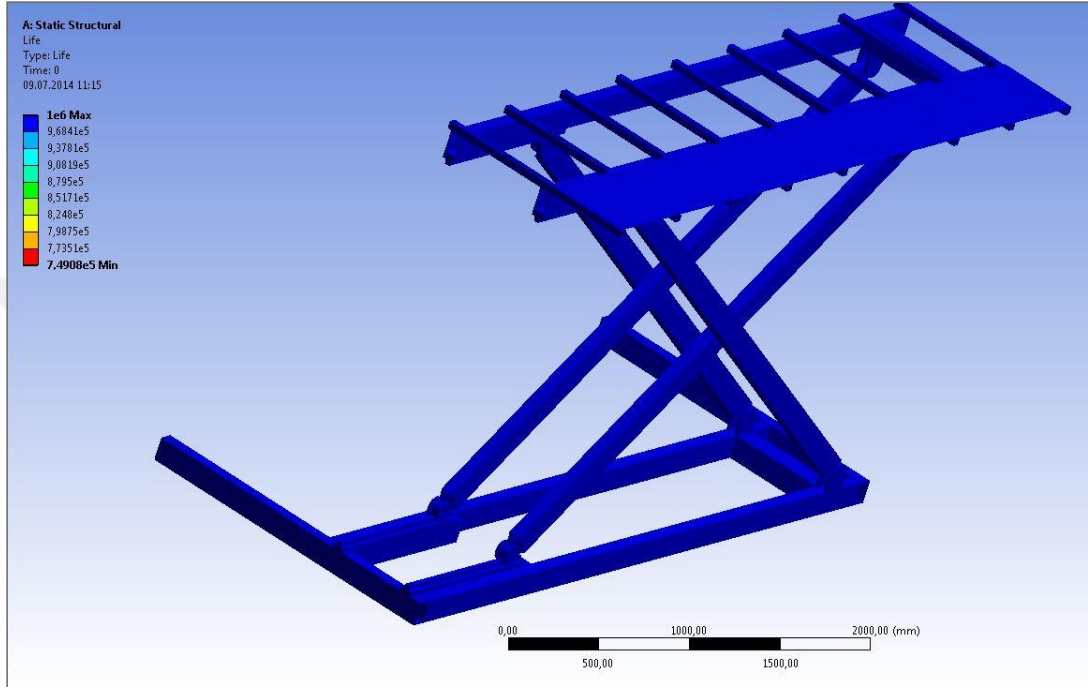
Şekil 3.3 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin toplam deformasyonu

- Gerilme (140x80x5.6 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Seçili yük sisteme uygulandığında genel olarak koyu mavi ile gösterilen elemanlara 0.00012882 MPa (N/mm^2) gerilme oluşabileceği belirtilmiştir. Makasların birleşim yerinde ise $20.1\text{-}10.7 \text{ N}/\text{mm}^2$ gerilme oluşabildiği görülmektedir. Sistemde oluşan en büyük gerilme ise $90.6 \text{ N}/\text{mm}^2$ olarak renk grafiğinde belirtilmiştir.



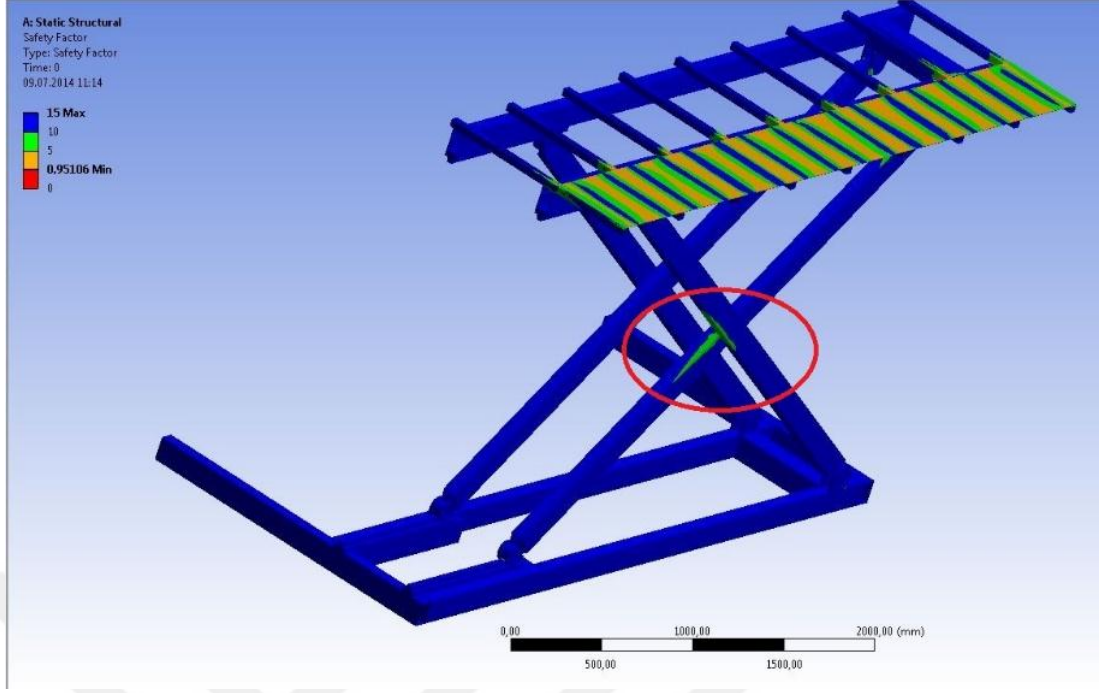
Şekil 3.4 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin gerilme değerleri

- **Ömür (140x80x5.6 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Sistemin ömrü, seçili yük ile yüklendiğinde kırmızı renkle belirtilen sayı kadar yüklenebileceğini ifade etmektedir. Şekil 3.5’de görüldüğü gibi sistemin en az 749080 defa yüklenebileceği belirtilmiştir.



Şekil 3.5 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin ömür değerleri

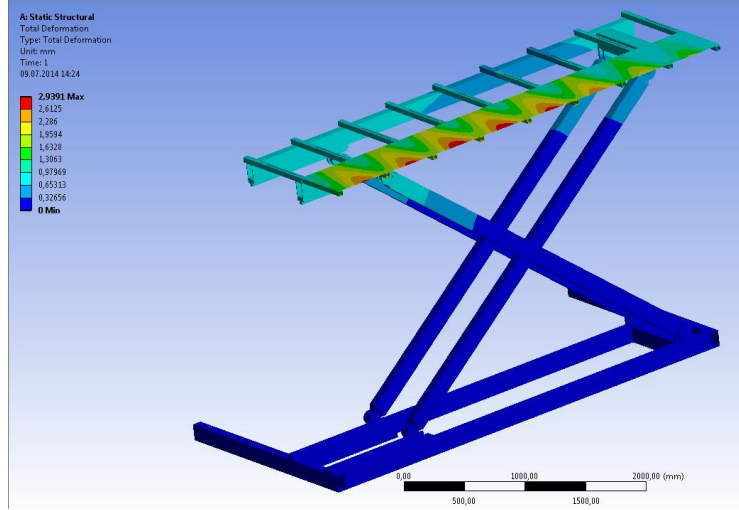
- **Güvenlik Faktörü (140x80x5.6 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Sistem seçilen yük ile yüklendiğinde şekil 3.6’da kırmızı ile gösterilen bölgeler güvensiz kabul edilmiştir. Makasların kesişim bölgeleri ise güvenlik açısından olumlu gözükmemektedir. Makasların kesim bölgelerindeki güvenlik faktörünün en küçük değeri 5’dir. Makas sisteminin minimum güvenlik faktörü 0.95 değerinde kalmıştır. Güvenlik faktörü analiz sonuçları şekil 3.6’da görülmektedir.



Şekil 3.6 140x80x5.6 mm ölçüleri için hazırlanan modelin güvenlik faktörü

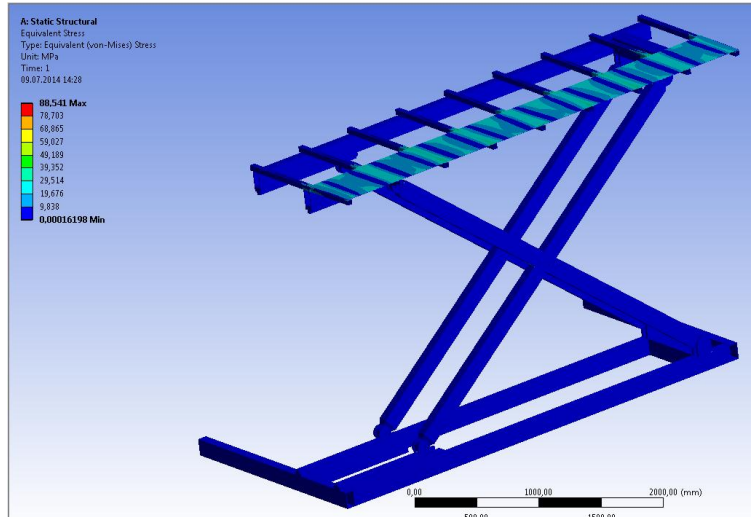
Bu tip paket programlarla yapılan analizlerde minimum güvenlik faktörünün 1'den büyük ya da mümkün olduğunca 1'e yakın olması istenmektedir. Bu nedenle aynı yük değerleri kabul edilerek 140x80x7.1 mm ölçülerindeki dikdörtgen profillerle sistem tekrar çizilmiş ve ANSYS 15.0 paket programı kullanılarak analizler tekrarlanmıştır. Aşağıda sırasıyla analiz sonuçları yer almaktadır.

- **Toplam Deformasyon (140x80x7.1 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Belirlenen kuvvet uygulandığında şekil 3.7'de görüldüğü gibi kırmızı renk ile belirtilen bölgelerde 2.94 mm, turuncu renk ile belirtilen bölgelerde 2.61 mm, yeşil renk ile belirtilen bölgelerde 1.63 mm, açık mavi ile belirtilen makasların kesişim bölgelerinde 0.65 mm değerlerine kadar deformasyon olabileceği belirtilmiştir. Koyu mavi ile belirtilen bölgelerde ise deformasyon olmadığı görülmektedir.



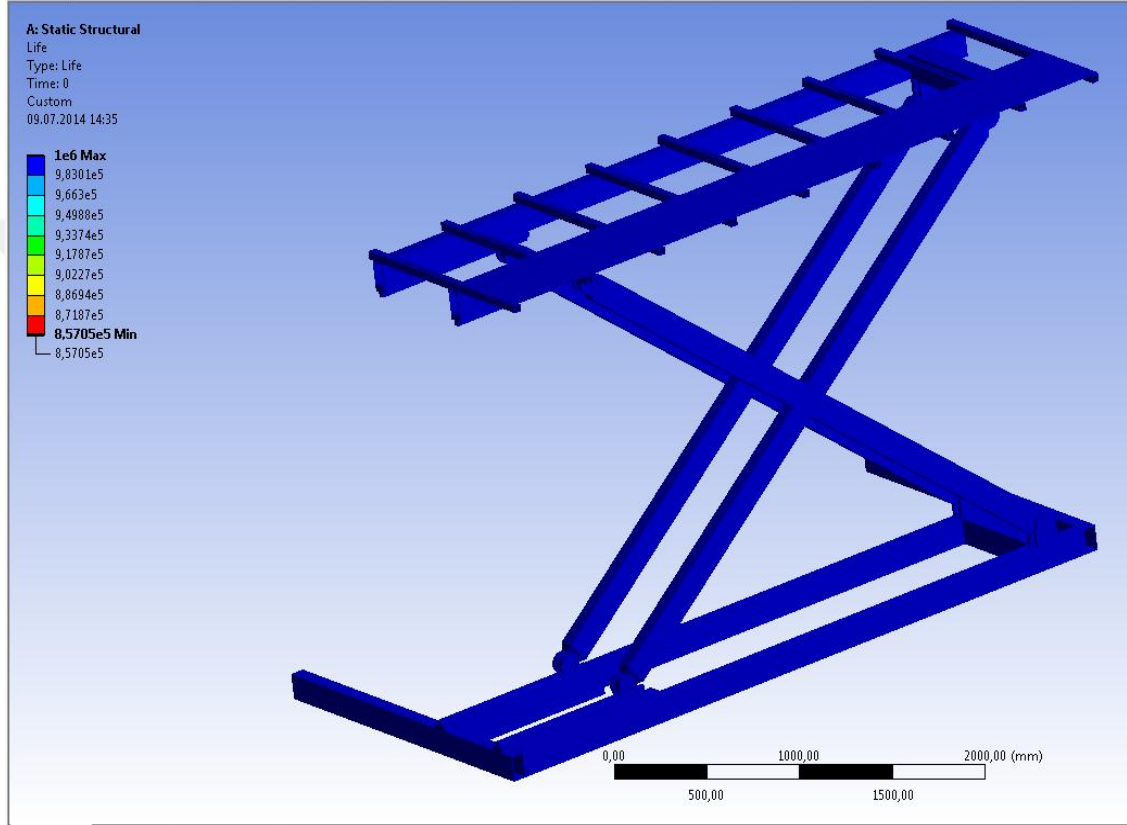
Şekil 3.7 140x80x7.1 mm ölçüleri için hazırlanan modelin toplam deformasyonu

- Gerilme (140x80x7.1 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Seçili yük sisteme uygulandığında genel olarak koyu mavi ile gösterilen elemanlara da 0.00016198 MPa (N/mm^2) gerilme oluşabileceği belirtilmiştir. Makasların birleşim yerinde ise $9.8 \cdot 0.00016 \text{ N/mm}^2$ gerilme oluşabildiği görülmektedir. Sistemde oluşan en büyük gerilme ise 88.5 N/mm^2 olarak renk grafiğinde belirtilmiştir. Bu değerler 5.6 mm et kalınlığına sahip dikdörtgen profilin gerilme değerlerinden daha düşüktür.



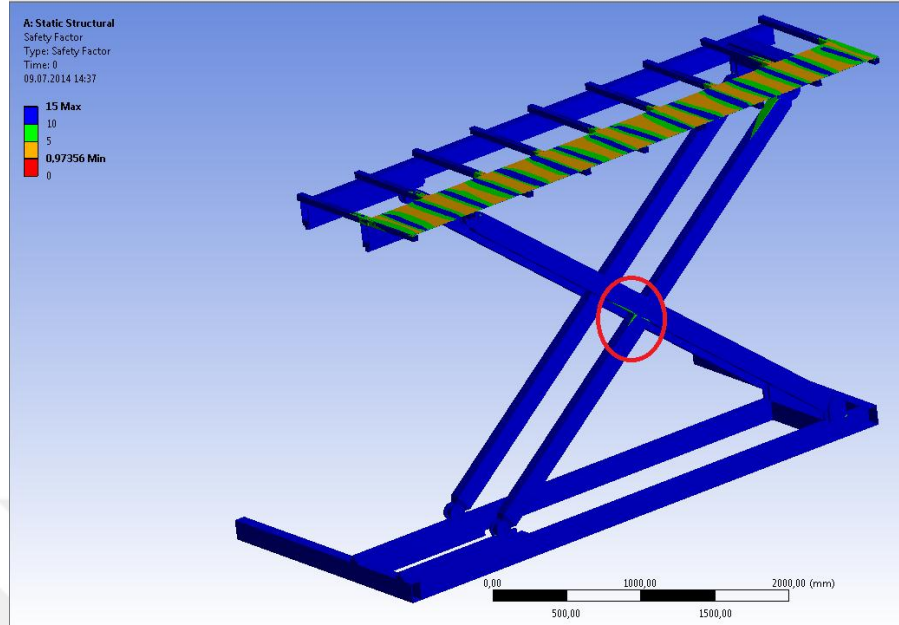
Şekil 3.8 140x80x7.1 mm ölçüleri için hazırlanan modelin gerilme değerleri

- **Ömür (140x80x7.1 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Sistemin ömrü, seçili yük ile yüklendiğinde kırmızı renkle belirtilen sayı kadar yüklenebileceğini ifade etmektedir. Şekil 3.9'da görüldüğü gibi sistemin en az 857050 defa yüklenebileceği belirtilmiştir. Bu değer 5.6 mm et kalınlığına sahip dikdörtgen profilin ömür değerlerinden daha yüksektir.



Şekil 3.9 140x80x7.1mm ölçüleri için hazırlanan modelin ömür değerleri

- **Güvenlik Faktörü (140x80x7.1 mm ölçülerindeki dikdörtgen profil için):** Malzemenin et kalınlığı 7.1 mm alındığında minimum güvenlik faktörü 0.97 değerine çıkmıştır. Makasların kesim bölgelerindeki güvenlik faktörünün en küçük değeri 5'dir. Makasların kesişim bölgeleri 5.6 mm et kalınlığındaki profille karşılaştırıldığında, yeşil bölgenin yani güvenlik faktörünün minimum 5 olduğu bölge daha küçük bir alan kapladığından güvenlik açısından olumlu gözükmektedir. ANSYS paket programı ile iki farklı et kalınlığına sahip dikdörtgen profilin karşılaştırılmasına ilişkin sonuçlar çizelge 3.3'de verilmiştir.



Şekil 3.10 140x80x7.1 mm ölçüleri için hazırlanan modelin güvenlik faktörü

Çizelge 3.3 ANSYS 15.0 paket programdaki analiz sonuçlarının makas sisteminde kullanılacak dikdörtgen profillerin et kalınlığına göre değişimi

	Malzeme et kalınlığı (mm)	
	5.6	7.1
Toplam deformasyonun maksimum değeri (mm)	2.87	2.93
Sistemdeki maksimum gerilme (N/mm ²)	90.6	88.5
Makas kesim bölgesindeki maksimum gerilme (N/mm ²)	20.1	9.8
Minimum ömür değeri	749080	857050
Güvenlik faktörünün minimum değeri	0.95	0.97

Çizelge 3.3'den anlaşılacağı üzere et kalınlığı 7.1 mm olan dikdörtgen profilin maksimum gerilme, makas bölgesindeki gerilme, ömür ve güvenlik faktörü değerleri 5.6 mm et kalınlığına sahip dikdörtgen profilin değerlerinden daha olumlu olduğu görülmektedir. Makas bölgesindeki gerilmenin maksimum değeri 7.1 mm kalınlığındaki malzemede yarı yarıya azalmıştır. Sistemin minimum ömrü 7.1 mm kalınlığındaki malzemede yaklaşık 100000 defa daha fazla yüklenmesine olanak sağlamaktadır. Sadece toplam deformasyon değeri 5.6 mm kalınlığındaki dikdörtgen profil için 0.06

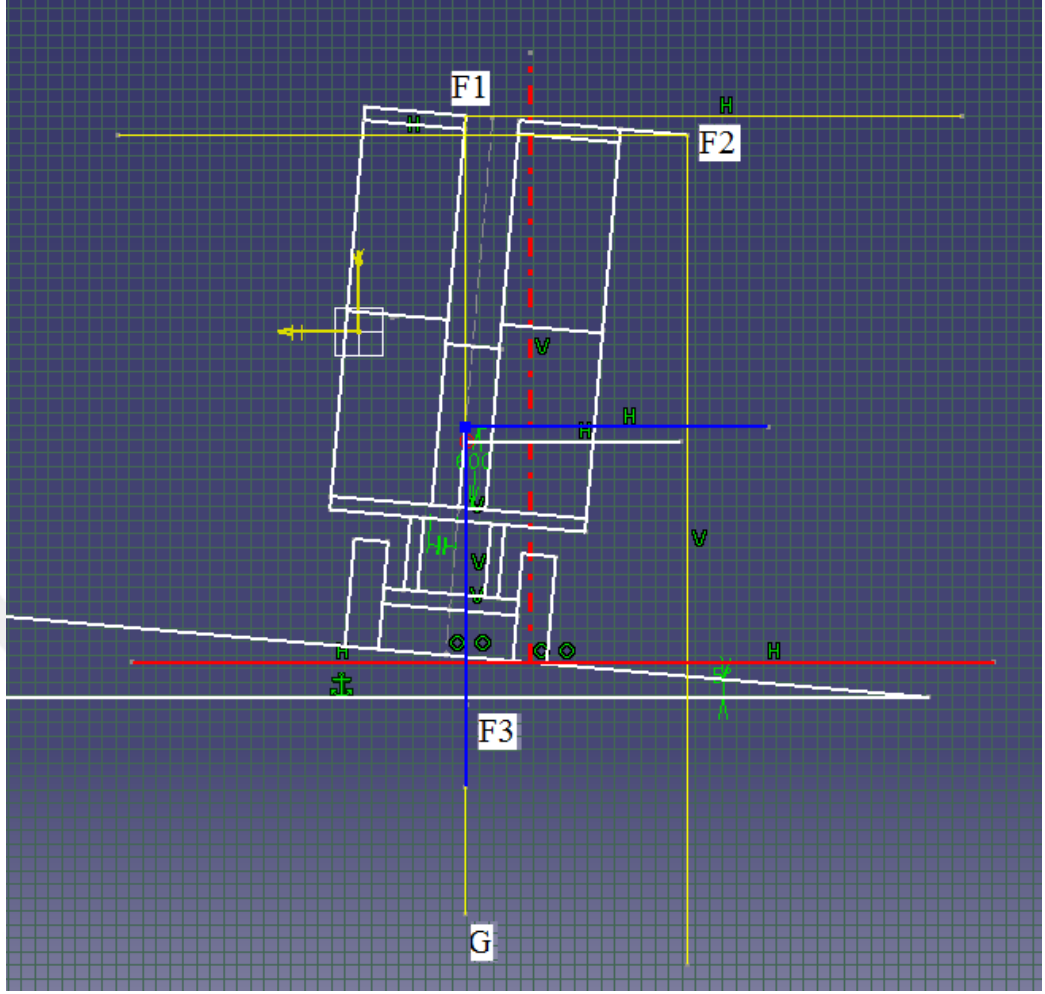
mm daha düşüktür. Yukarıdaki hesaplamalar ışığında makas sistemini oluşturacak profillerin 140x80x7.1 mm ölçülerinde olması daha ince et kalınlığına sahip dikdörtgen profilden daha iyi dayanıma sahip olacağını göstermiştir.

3.2.1.2 Yanal stabilite

Meyve hasat platformunun monte edildiği 1250 mm iz genişliğindeki bir tarım arabası ile birlikte makinanın yanal eğimdeki stabilitesinin incelenmesi amacıyla çizelge 3.4’de yer alan devrilme yönündeki ve devrilme yönüne zıt yöndeki toplam moment değerleri elde edilmiştir.

Çizelge 3.4 1250 mm iş genişliğine sahip tarım arabasına monte edilmiş hasat platformu için stabiliteye etkili kuvvetler

Eğim (°)	Prototipin toplam kütlesi (kg)	F ₁ (kg)	F ₂ (kg)	F ₁ yükünün sayısı	F ₂ yükünün sayısı	F ₃ : Toplanan meyve miktarı (kg)	Devrilme yönündeki toplam moment (Nm)	Devrilmeye ters yönündeki toplam moment (Nm)
5	1976	120	120	3	3	200	9388.8	9701.3
7.5	1976	120	120	1	1	200	6935.1	7073.4



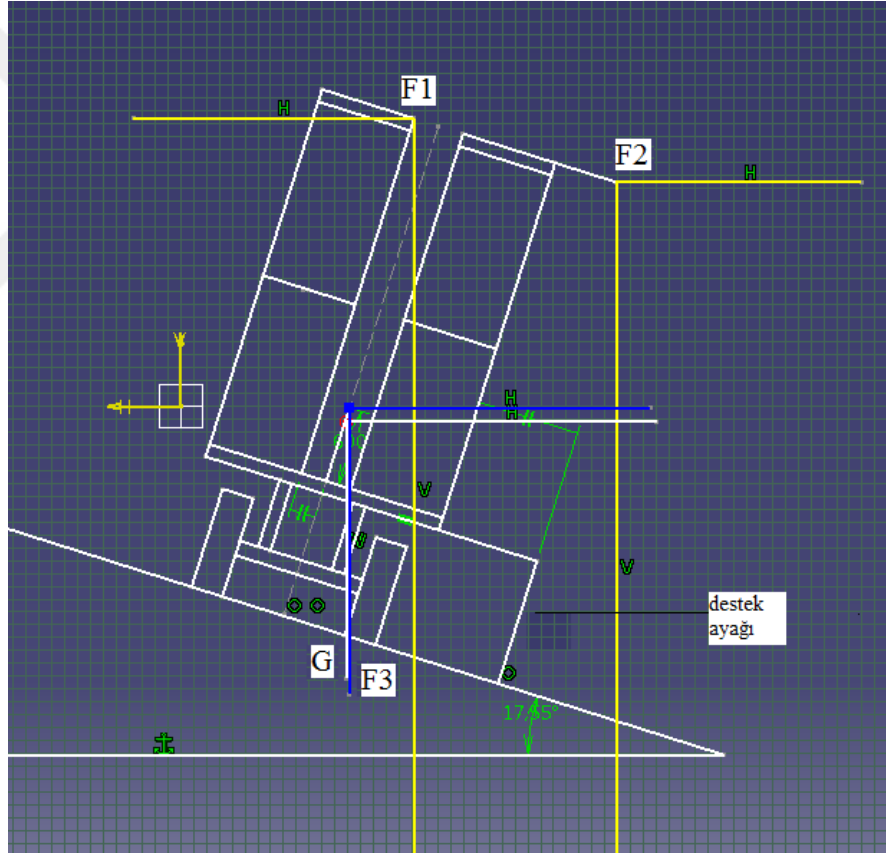
Şekil 3.11 5°'lik yanal eğimde platformun şematik görünüşü

Çizelge 3.4'deki kuvvetlerde işçiler için 120 kg, meyve kasaları için 200 kg, sistemin toplam ağırlığı 1976 kg olarak belirlenmiştir. Çizelgedeki hesaba bakıldığında yanal eğim açısının 5° olması durumunda sağ ve solda üçer işçi stabiliteyi bozmazken; açı 7.5° çıktığında sağ ve sol platformlar birer işçi için güvenli olabilmektedir.

Bu nedenle yanal stabiliteyi arttırmak için tarım arabasının ortasından yanlara uzanacak destek ayakları sisteme eklenmiştir. Bu destek ayağı eklendiğinde yapılan stabilite hesabı çizelge 3.5'de yer almaktadır.

Çizelge 3.5 Destek ayağı ilave edilmiş model için yanallı stabiliteye etkili kuvvetler

Eğim (°)	Prototipin toplam kütlesi (kg)	F ₁ (kg)	F ₂ (kg)	F ₁ yükünün sayısı	F ₂ yükünün sayısı	F ₃ Toplanan meyve miktarı (kg)	Devrilme yönündeki toplam moment (Nm)	Devrilmeye ters yönündeki toplam moment (Nm)
5	1976	120	120	3	3	200	6043.9	37391.9
7.5	1976	120	120	3	3	200	9810.5	35193.3
10	1976	120	120	3	3	200	13677.1	32845.2
12.5	1976	120	120	3	3	200	17608.3	30387.7
15	1976	120	120	3	3	200	21571.7	27858.5
17.5	1976	120	120	2	2	200	21518.0	24164.9



Şekil 3.12 Destek ayağı ilave edilmiş platformun şematik görünüşü

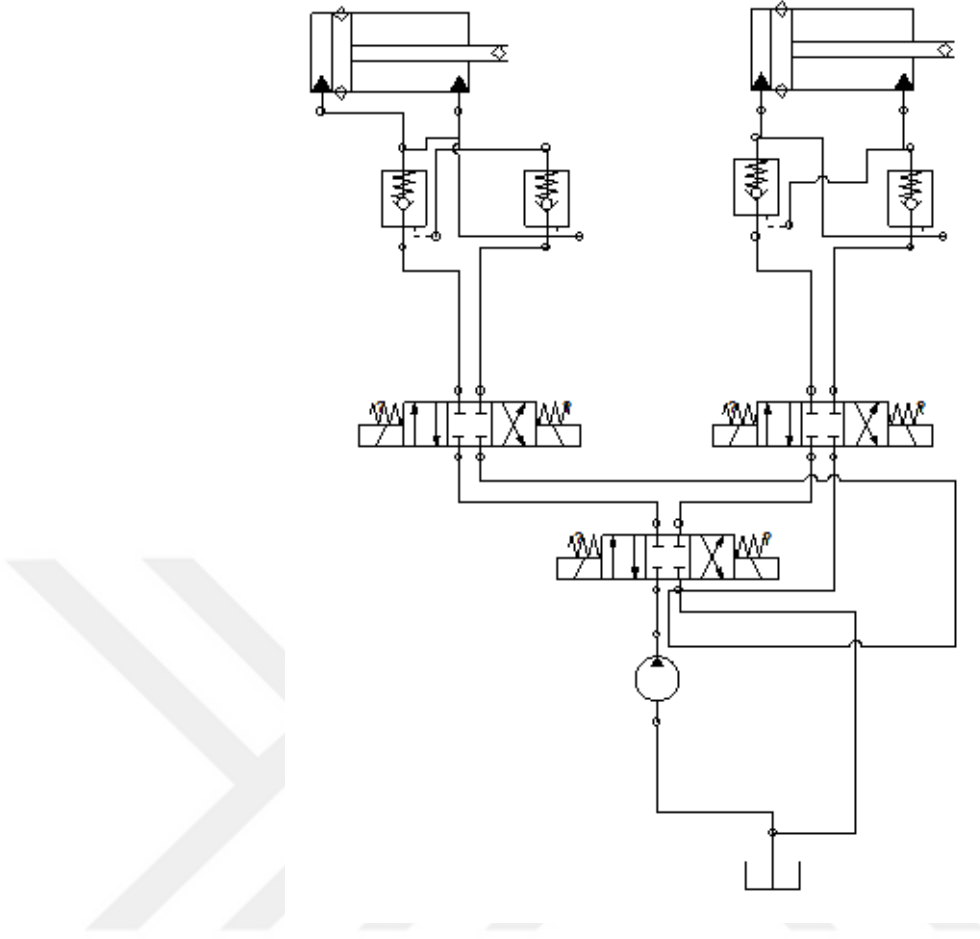
Çizelge 3.5'deki hesaplamalar göz önüne alındığında yanallı stabilite, destek ayağının tarım arabasının 80 cm dışına uzatılması durumunda yanallı eğim açısı 5°'den 15°'ye kadar sağ ve sol platformda üçer kişinin çalışabilmesine olanak sağlayacaktır. Yanallı

eğim açısı 17.5° 'ye çıktığında ise sağ ve sol platformlarda ikişer işçinin çalışabileceği ön görülmüştür.

Yanal stabiliteyi arttırmak için tarım arabasına sağda ve solda en az birer adet olmak üzere destek ayaklarının eklenmesi, bu ayakların yol ve iş konumuna alınabilmesi, farklı yanal eğim açıları için farklı yüksekliklere ayarlanabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle dört adet yanlara açılabilen ve yukarı aşağı hareket edebilen destek ayağı sisteme eklenmiştir.

3.2.1.3 Hidrolik sistem

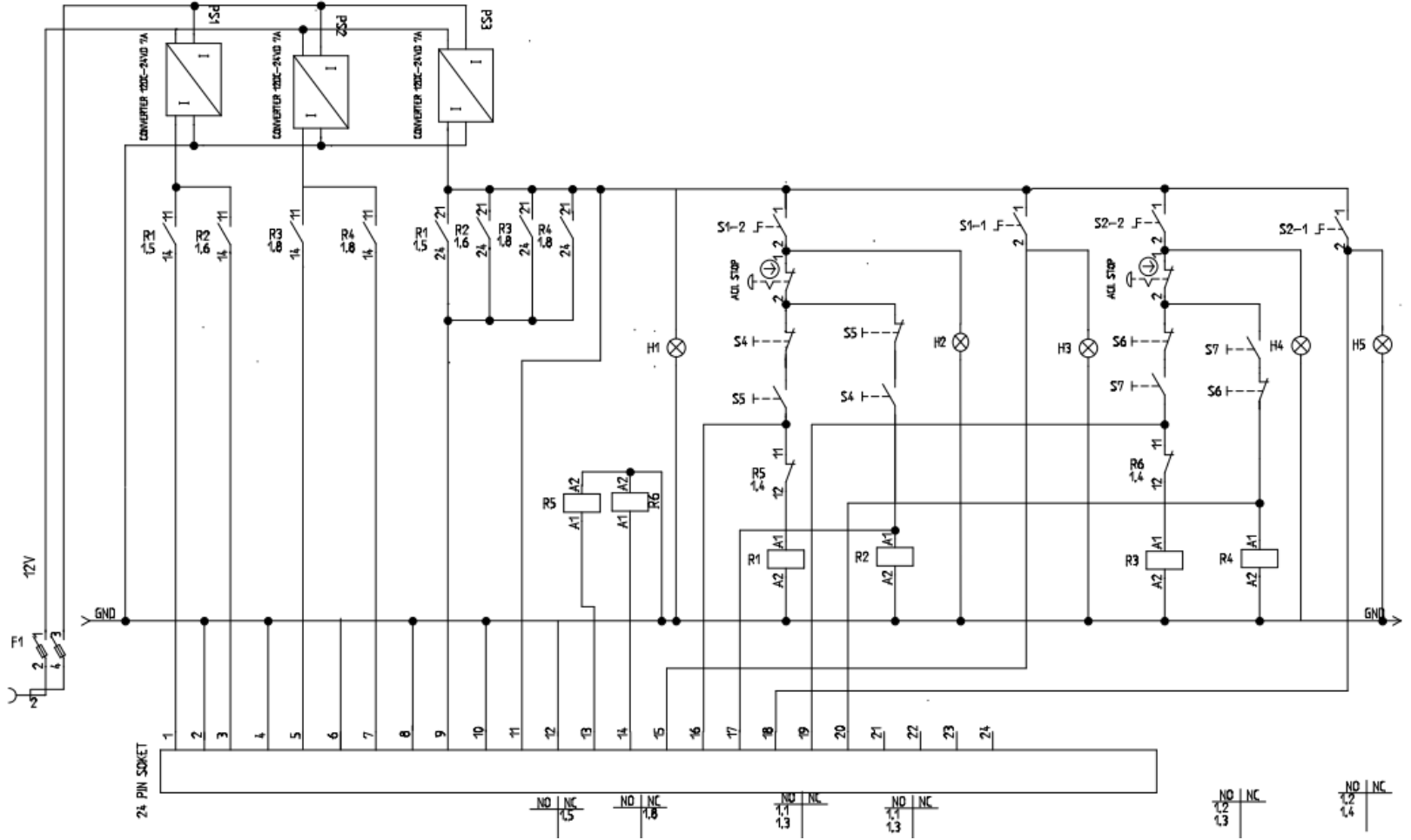
Şekil 3.13'de görülen hidrolik sistemde yağ deposu ve yağ pompası olarak traktörden yararlanılmaktadır. Bu açıdan makasların hareketinin sağlanması için traktörün çalışıyor ve traktörün hidrolik prizinden sisteme yağın basılması gerekmektedir. Ortada görülen üç konumlu dört yönlü yön denetim valfi sağ veya sol makasın hareketini sağlayan çift etkili hidrolik silindirlerin tek tek çalışmasını sağlamaktadır. Her bir silindirin alt tarafında görülen üç konumlu dört yönlü yön denetim valfleri ise her bir hidrolik silindirlerde yer alan pistonun ileri veya geri hareketini sağlamaktadır. Hidrolik silindirlerin hemen altında yer alan emniyet valfleri ise basınç düşmesi, yağ boşalması gibi durumlarda pistonun hareketini önlemek için konumlandırılmıştır.



Şekil 3.13 Meyve hasat platformunun hidrolik sisteminin şematik görünümü

3.2.1.4 Elektronik kontrol sistemi

Elektronik kontrol sisteminin ana güç kaynağı hasat platformunu çekecek tarım traktörüdür. Hasat platformunun panosuna gelen ana kablolar tarım traktörünün aküsünün kutup başlarına bağlanmıştır. Şekil 3.14’de görülen şemada öncelikle tarım traktöründen gelen gerilim 12V/24V DC/DC konvertör ile 24V değerine yükseltilmiştir. Bu 24V’luk gerilim ile kumanda beslenmektedir. Kumandalar ise hidrolik valfleri enerjilendirerek hidrolik pistonların hareketini sağlamaktadır. Sistemin kumandasını sağlayan 6 adet röle bulunmaktadır. Panoda aşırı akım kesicisi, acil durdurma butonu, kumanda seçme anahtarı ve pistonların hareketini sağlayan butonlar bulunmaktadır.



Şekil 3.14 Elektronik kontrol sisteminin şeması

Ayrıca şekil 3.15’da görülen endüktif sensörler¹ ile sağ ve solda yer alan makas kollarına bağlı hidrolik pistonların belirli bir noktadan sonra çalışması sınırlandırılmıştır. Bunun sebebi makasların maksimum açılma yüksekliğinden sonra traktörün hidrolik yağ pompasının çalışmasını önlemek; dolayısıyla traktörün fazladan yüklenmesinin önüne geçmektir.

¹ Endüktif sensör: Sensörün devresinin oluşturduğu manyetik alana giren cismin manyetik alanı değiştirmesi ile çıkış sinyalinin değişmesi; dolayısıyla manyetik alan içerisine giren cismin algılanması prensibine göre çalışan algılayıcıdır.



Şekil 3.15 Endüktif sensör

3.2.1.5 Güvenlikle ilgili uyarı işaretleri

Tasarlanan meyve hasat platformu için bir takım güvenlik uyarıları hazırlanmıştır. Güvenlik uyarıları çalışanların dikkatini oluşabilecek riskli durumlara çekmek amacıyla yerleştirilmiştir. Uyarılar destek ayakları başta olmak üzere hareketli elemanların bulunduğu ve özellikle kayıp düşme riskinin bulunduğu üst platforma yerleştirilmiştir. Piktogram olarak anılan bu uyarı etiketleri dışında işçilerin üst çalışma platformuna çıkarken kullandıkları merdivenin bağlandığı bölüme her bir platformun en fazla 600 kg

taşıyabileceğini belirten bir uyarı bulunmaktadır. Meyve hasat platformuna yerleştirilmiş olan piktogramlar şekil 3.16’da görülmektedir.



Şekil 3.16 Çalışma sırasında karşılaşılabilecek risklerle ilgili piktogramlar

Şekil 3. 16’da sol üstte yer alan uyarı, destek ayaklarına yapıştırılmıştır. Destek ayaklarının hareketli olduğunu belirtmektedir. Sol altta yer alan uyarı makaraların ve rayların bulunduğu profillere yerleştirilmiştir. Bu elemanlar hareket ettiğinde sıkışma riskinin olabileceğini belirtmektedir. Sağdaki işaret ise üst çalışma platformlarına yerleştirilmiştir. Kasaların yerleştirileceği boşluğa düşme riski olduğunu belirtmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

Bu tez kapsamında geliştirilen meyve hasat platformunun makas kolları kapalı genel görünüşü Şekil 4.1’de; makas kolları ve destek ayakları açık görünüşü ise Şekil 4.2’de verilmektedir.

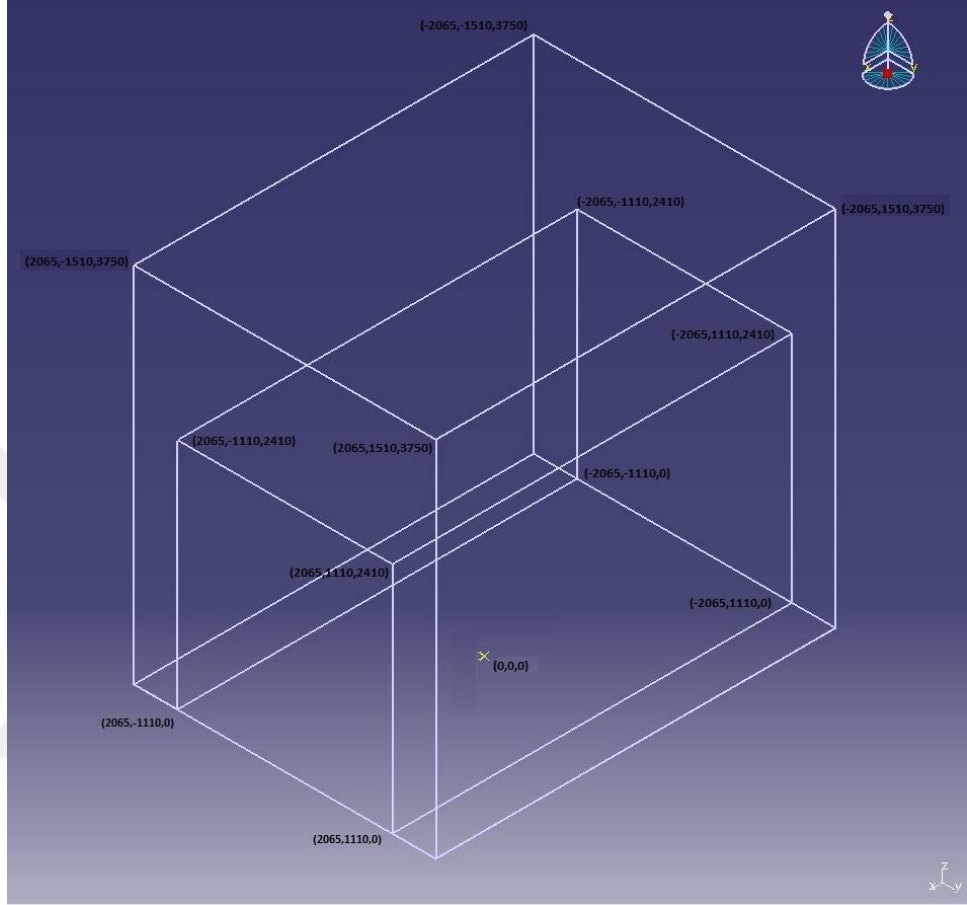


Şekil 4.1 Meyve hasat platformunun makas kolları kapalı genel görünüşü



Şekil 4.2 Meyve hasat platformunun makas kolları ve destek ayakları açık görünüşü

İmalatı yapılan meyve hasat platformunun açık ve kapalı konumda kapladığı hacim şekil 4.3’de görülmektedir.



Şekil 4.3 Meyve hasat platformunun hacimsel koordinatları

İmal edilen meyve hasat platformunun genel ölçüleri çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Meyve hasat platformunun genel ölçüleri

Yükseklik (Makaslar kapalı) (mm)	Yükseklik (Makaslar açık) (mm)	Genişlik (Yana açılan üst platform kapalı) (mm)	Genişlik (Yana açılan üst platform açık) (mm)	Uzunluk (mm)
2410	3750	2220	3100	4130

Meyve hasat platformunun makasları kapalı durumdaki yüksekliği 2410 mm, uzunluk tarım arabası ile birlikte 4130 mm, dayama ayakları kapalıyken genişliği ise 2220 mm olmaktadır. Makaslar tam açıldığında yüksekliği 3750 mm'ye çıkmaktadır. Makaslar açıkken yana açılan ve işçilerin bulunacağı kısımlar açıldığında genişlik 3010 mm'ye ulaşmaktadır.

Bu tez çalışmasında elle meyve hasadı ve meyve hasat platformu ile yapılan meyve hasadı bir saatte toplanan meyve miktarlarının karşılaştırılması ile değerlendirilmiştir. Deneme deseni olarak iki faktörlü faktörlerden biri tekrarlanan deneme düzeni seçilmiştir.

Bunun için öncelikle Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde 2. sınıf stajını yapan öğrencilerden gönüllü çalışmak isteyenler belirlenmiştir. Bu öğrencilerin boy ve kilolarının birbirine yakın olmasına özen gösterilmiştir. Toplamda 6 erkek stajyer öğrenci seçilmiştir. Daha sonra kendilerine yapacakları çalışma anlatılmıştır. Yapılan açıklamalarda kendilerini iyi hissetmedikleri günler çalışmamaları, riskli buldukları durumda çalışmamaları ve deneme boyunca aynı tempoda çalışmalarını özellikle belirtilmiştir. Stajyer öğrenciler 1 saatlik periyotlarla meyve hasat platformu veya elle meyve hasadı yapmışlardır. Her stajyer öğrenci, 6 saat meyve hasat platformu ve 6 saat elle olmak üzere toplamda 12 saat çalışmıştır. Deneme süresince tüm stajyer öğrenciler her bir saati farklı ağaçlarda olmak üzere toplamda 72 saat çalışmışlardır.

Meyve hasat platformu ile çalışılmadan önce platform ana çatısının yer düzlemine paralelliği ve destek ayaklarının sabitlenmesi yapılmıştır. Yapılan bu işlemler 1 saatlik çalışma süresine dahil edilmiştir. Meyve hasat platformu ile hasatta şekil 4.4'de görüldüğü gibi platform üzerinde çalışan stajyer öğrenciler topladıkları meyveleri yanlarındaki kasalara koymaktadırlar.



Şekil 4.4 Meyve hasat platformu ile meyve hasadı

Şekil 4.5’de elle meyve hasadı yapan stajyer öğrencilerin merdiven ve toplama kapları ile yaptıkları çalışma görülmektedir.



Şekil 4.5 Elle meyve hasadı

Elle hasatta ise her stajyer öğrenciye sağlam bir merdiven, bir adet toplama kabı ve meyve kasası verilmiştir. Elle hasatta merdivene çıkan kişi öncelikle toplama kabına meyveleri toplamış, dolan kabı daha sonra kasasına boşaltmıştır.

Stajyer öğrenciler çalışacakları ağaçları kendileri seçmişlerdir. Meyve hasat platformunun bir ağaçtan diğerine gitmesi 1 saatlik çalışma süresine dahil edilmiştir. Meyve hasat platformunun ağaçlar arasında yer değiştirmesi Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde görevli çalışanlar tarafından gerçekleştirilmiştir.

2015 yılında Haziran ayının ortasından itibaren gelişen kuvvetli yağışlar nedeniyle vişne parselinde beklenenden az meyvenin olması, ağaçlardaki meyvelerin yağışların meydana getirdiği zarardan dolayı dökülmeleri nedeniyle yalnız ön denemeler vişne parselinde gerçekleştirilmiştir. 2015 yılında gerçekleşen ilkbahar geç donları kayısı ağaçlarındaki çiçeklerin dökülmesine neden olmuştur. Kayısı parselinde yer alan ağaçlarda meyve bulunmadığı için bu parselde denemeler yürütülememiştir. Denemeler erik parselinde "giant" çeşidinde 2015 yılı Eylül ayının ilk haftasında yapılmıştır.

Elle ve meyve hasat platformu ile hasat çalışmasının karşılaştırılmasına ait denemelerden elde edilen sonuçlar çizelge 4.2'de görülmektedir. Çizelge 4.2'de çalışmanın yapıldığı tarihler, saat aralıkları, hangi saat aralığında hangi stajyer öğrencinin hangi yöntemle erik hasadı yaptığı ve topladığı erik miktarı belirtilmiştir.

Çizelge 4.2 Elle ve meyve hasat platformu ile hasat edilen erik miktarları

Tarih	Saat	Stajyer Öğrenci	Merdiven ile hasat edilen erik miktarı (kg)	Platform ile hasat edilen erik miktarı (kg)	
02.09.2015	09:00-10:00	A	23.4		
		B	25.1		
		C	17.6		
		D		21.1	
		E		16.7	
		F		24.5	
	10:15-11:15	A			35.3
		B			35.1
		C			22.7
		D	15		
		E	11.9		
		F	21.5		
	13:30-14:30	A			24.5
		B			26.4
		C			18.4
		D	13.3		
		E	14.2		
		F	15.1		
15:15-16:15	A	20.4			
	B	21.2			
	C	14.6			
	D		16.8		
	E		17.3		
	F		19.3		
03.09.2015	09:00-10:00	A	21.8		
		B	21.6		
		C	23.3		
		D		21.2	
		E		24.4	
		F		29.3	
	10:15-11:15	A			25.5
		B			26.7
		C			26.4
		D	15.7		
		E	16.4		
		F	22.2		

Çizelge 4.2 Elle ve meyve hasat platformu ile hasat edilen erik miktarları (devam)

Tarih	Saat	Stajyer Öğrenci	Merdiven ile hasat edilen erik miktarı (kg)	Platform ile hasat edilen erik miktarı (kg)
03.09.2015	13:30-14:30	A	20.9	
		B	17.9	
		C	18.4	
		D		31.7
		E		21.1
		F		26.9
	15:15-16:15	A		27.4
		B		21.3
		C		24.5
		D	26.2	
		E	18.7	
		F	22.8	
04.09.2015	09:00-10:00	A		19.4
		B		29.5
		C		19.8
		D	14.5	
		E	21.3	
		F	19.1	
	10:15-11:15	A	15	
		B	23.3	
		C	15.3	
		D		17.2
		E		32.2
		F		23.9
	13:30-14:30	A	19.3	
		B	13.5	
		C	14.3	
		D		18.9
		E		18.4
		F		32.2
	15:15-16:15	A		26.8
		B		22.5
		C		18.5
		D	15.4	
		E	14.1	
		F	26.4	
Ortalama			18.631	23.994
Ortalamanın Standart Hatası			0.675	0.875

Denemelerden elde edilen ve çizelge 4.2’de yer alan verilerin istatistik analizi sonucunun görüldüğü çizelge 4.3’de ise periyot ile seçilen yöntem arasında interaksiyon bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 4.3 Hasat edilen meyve miktarına ilişkin varyans analiz tablosu

Tekrarlanan ölçümlü faktörlerin seviyeleri arası etkisi						
Kaynak		Kareler Toplamı	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F	p
Periyot	Küresellik tahmini	206.443	5	41.289	2,176	.072
Periyot * muamele	Küresellik tahmini	14.034	5	2.807	.148	.980
Hata(Periyot)	Küresellik tahmini	948.518	50	18.970		
Bağımsız faktörlerin seviyeleri arası etki						
Popülasyon ortalamasının tahmini		32704.031	1	32704.031	885.280	.000
Muamele		517.883	1	517.883	14.019	.004
Hata		369.420	10	36.942		

Muameleler değerlendirildiğinde ise elle meyve hasadının ortalama $18.631 \pm 0,675$ kg değeri ile meyve hasat platformu ile toplanan $23.994 \pm 0,875$ kg değeri arasındaki farkın istatistik olarak önemli bulunduğu çizelge 4.4’de görülmektedir ($p<0,05$).

Çizelge 4.4 Meyve hasat miktarlarının muamelelere göre karşılaştırılması

Değişken	Muamele	N	Ortalama	Ortalamanın Standart Hatası	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Hasat miktarı	Elle hasat	36	18.631 B	0.675	4.048	11.900	26.400
	Meyve hasat platformu ile hasat	36	23.994 A	0.875	5.250	16.700	35.300

5. SONUÇ

Bu tez çalışmasında meyve hasadına yardımcı bir platform tasarlanmıştır. Tasarlanan platform iki dingilli bir tarım arabasının kasasına monte edilebilmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde hemen her işletmede bulunan tarım arabası meyve hasadının yapılacağı süreler dışında işletmenin diğer işleri için kullanılabilir. Meyve hasat platformunun tarım arabasına montajında ve demontajında destek ayaklarından yararlanılabilmektedir. Tasarlanan meyve hasat platformu sağ ve solda çalışacak işçilerin birbirinden bağımsız olarak çalışmasına olanak sağlamaktadır. Sağ ve sol çalışma platformları arasında bırakılan kasa depolama alanına 600x400x310 mm ölçülerindeki meyve kasalarından 16 adet yerleştirilebilmektedir.

Meyve hasat platformunun yukarı-aşağı hareketi elektro-hidrolik kontrol sistemi ile kademesiz olarak yapılabilmektedir. Her silindirde bulunan emniyet valfleri, hortum kopması, delinmesi, traktör bağlantı yerinden hidrolik hortumların jaklarının çıkması vb. durumlarda pistonlardaki yağın aniden dışarı çıkmasının dolayısıyla platformların aşağı inmesini önlemektedir.

Meyve hasat platformunun ön kısmında bulunan elektrik panosu içerisinde yer alan anahtarlar ile her iki platformun aşağı- yukarı hareketinin ayrı ayrı; panodan veya üst çalışma platformlarındaki kumanda elemanından yönetilme imkânı bulunmaktadır. Makas kollarının makaralarının hareket ettiği raylar üzerinde mekanik frenlemeyi sağlayacak elemanlar bulunmaktadır. Bununla birlikte mekanik frenlere temas etmeden makas kollarının yükselmesini sınırlamak amacıyla mekanik frenlerden 5 mm önce sistemi durduracak şekilde endüktif sensörler yerleştirilmiştir. Böylece sistemin çalışarak traktör hidrolik pompasının sürekli yağ basıncı sağlaması önlenmiştir.

Üst çalışma platformunda sağda ve solda üçer adet olmak üzere toplam 6 adet yanlara 500 mm açılabilen bölmeler bulunmaktadır. Bu bölmeler çalışanlar tarafından gerektiğinde ağaç tacına doğru açılarak meyve hasadı yapan kişinin uzanma mesafesini artırmaktadır.

Meyve hasat platformunun çalışacağı zemin her zaman düz olmayacağı için sistemin dengesini sağlamak amacıyla 4 adet destek ayağı bulunmaktadır. Bu ayaklar yanlara 1000 mm açılabilen dikdörtgen profillere kaynakla bağlanmıştır. Yol konumunda bu ayaklar yanlara açılmaması ve aşağıya inmemesi için pimlerle sabitlenmiştir. Destek ayakları toplamda 450 mm düşey ekseninde hareket edebilmektedir. Meyve hasat platformunun ana şasesi çalıştırılmadan önce yer düzlemine paralelliği su terazisi ile kontrol edilmelidir. Çalışma konumunda ayakların yüksekliği pimlerle sabitlenmelidir.

Meyve hasat platformun çalışması sırasında karşılaşılabilecek riskleri belirten piktogramlar riskli bölgelere yerleştirilmiştir. Üst çalışma platformlarının üç tarafını saran 950 mm yüksekliğinde korkuluklar bulunmaktadır.

İmal edilen bu meyve hasat platformu ile Ankara Üniversitesi Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nde yer alan erik parselindeki *giant* çeşidi eriklerin elle ve meyve hasat platformu ile hasadı gerçekleştirilerek yöntemler karşılaştırılmıştır. Meyve hasat platformu ile yapılan erik hasadında ortalama 23.9 kg, elle hasadında ise ortalama 18.6 kg ürün toplanmıştır. Yapılan istatistik analizler sonucunda yöntemler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Meyve hasat platformu ile meyve hasadında elle meyve hasadına göre %28 daha fazla meyve toplandığı belirlenmiştir. Meyve hasat platformunun meyve hasadında işçilik için harcanan süreyi dolayısıyla işçilik masraflarını, çalışan bireylerin yanlış duruş pozisyonlarından kaynaklanan fiziksel zorlanmalarını ve enerji tüketim değerlerini azaltacağı görülmektedir.

Tasarlanan meyve hasat platformu hasat işçisinin toplayacağı meyveye daha az zahmetle ulaşmasını sağlamaktadır. Ayrıca topladığı meyveyi kasaya bıraktığı için toplama kabını boşatmak için ve tekrar çalışacağı yere dönmek için geçireceği süreyi meyve hasadı için kullanabilmektedir. Her inip çıkmada merdivenin dengesini kontrol etmeyecek olması merdivenle hasat işlemine göre hasat işlemine daha çok zaman ayırmasını sağlamaktadır. Ayrıca hasat işlerinde çalışanlara merdivene göre daha güvenli bir çalışma ortamı sağlanmaktadır.

Meyve hasat platformu ile meyve toplayan işçinin çalıştığı alan merdivende çalıştığı alandan daha geniş olduğu için yapılan iş daha kolay bir hale gelmektedir. Üst çalışma platformunun zemin bölmeleri işçinin ayağının kaymasını önlemek amacıyla baklava desenli sacdan yapılmıştır. Böylece hasat sırasında biriken meyve artıkları ve bunlara yapışan toprak nedeniyle işçilerin kayıp düşmesi riski önlenmeye çalışılmıştır.

Yapılan denemelerde imal edilen prototipin bir takım eksikleri olduğu saptanmıştır. Bu eksikliklerin giderilmesi ek bir maliyet getireceği için ülkemizde bilimsel araştırmalar için sağlanan hızlı desteklere başvuru yapılacaktır.

5.1 Öneriler

Meyve hasat platformu tasarımı yapmak veya imal etmek isteyen araştırmacı ve/veya kişiler öncelikle ekipmanın kullanılacağı ağaçların bulunduğu parselin fiziksel koşullarını belirlemelidir. Bu konuda iki yaklaşım olabilmektedir. İlki mevcut parsel için uygun platform tasarımının yapılması; ikinci yaklaşım ise işletmenin sahip olduğu platforma uygun bahçe tesis edilmesidir. Mevcut parsel için uygun platform tasarımında, parsel içerisindeki ağaç taçlarının yükseklik, genişlik ve derinlik ölçüleri belirlenmelidir. İmal edilecek platform başta güvenlik ölçütleri olmak üzere ekonomik kriterlere göre alınan ölçülere uygun olarak boyutlandırılmalıdır. İşletmede bulunan bir meyve hasat platformuna göre bahçe tesis edilecek ise ağaçların ulaşabilecekleri en büyük taç ölçülerine göre şekil budaması yapılmalıdır. Meyve hasat platformları ile hasat işleminde ağaç tacının merkezine ulaşılması gelişen dallar nedeniyle mümkün olmayacağı için ekipmanın bu dezavantajı şekil budaması yapılırken göz önünde bulundurulmalıdır.

Tasarlanan platformun imalat aşamasına geçildiğinde ise mümkünse imalatın kontrolü aynı kişi tarafından yapılmalıdır. Makas kollarının mafsal noktalarının merkezlenmesi, hidrolik silindirlerin çalışırken eksen doğrultusunun açısının değişmemesi gerekmektedir.

İşçilerin çalışacağı üst platformun ağırlığı sağlamlıktan ödün vermeden mümkün olduğunca azaltılmalıdır. Makas kolları yukarıdayken sistemin ağırlık merkezinin yerden yüksekliğinin artacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Üst çalışma platformu yanlara açılır yapıda olacak ise açılan bölmelerdeki hareketli elemanların karşılıklı merkezlenmiş olması hareket kolaylığı açısından önem taşımaktadır. Yanlara açılan bölmeler hidrolik silindirler ile açılıp/kapatılmayacak ise yol konumunda mutlaka mekanik bir pim ile sabitlenmelidir.

Meyve hasat platformu ile çalışılırken karşılaşılabilecek riskler çalışanlara önceden anlatılmalıdır. Arazi içerisinde yanal stabiliteyi etkileyecek durumlar söz konusu ise sisteme destek ayakları eklenmelidir. Destek ayakları yanlara; yukarıda çalışan işçinin uzanma mesafesini geçecek ölçüde açılmalıdır. Çalışmaya başlamadan önce destek ayakları açılmalı ve ekipmanın ana şasesinin yer düzlemine paralelliği sağlanmalıdır. Çatının yer düzlemine paralelliği sağlanmadan platform üzerine işçi çıkarılmamalıdır. Meyve toplamaya yukarıdan başlanılmalı üst dallardaki meyveler bitince aşağıdaki dallara geçilmeli, iki ağaç arasındaki mesafede yol alınırken destek ayakları toplanmalı, işçiler platformdan indirilmelidir.

Üst çalışma platformunun zemini meyve ve toprak kalıntıları nedeniyle çalışanların kaymalarını önleyecek özellikte olmalıdır. Ayrıca hasat işleminin sıcak günlerde yapıldığı göz önünde bulundurularak işçilerin ayaklarını bastıkları zeminin sıcaklık iletim katsayısı düşük bir malzeme ile kaplanması düşünülebilir.

KAYNAKLAR

- Ampatzidis, Y.G., Whiting, M.D., Scharf, P.A. and Qin Zhang, Q. 2012. Development and evaluation of a novel system for monitoring harvest labor efficiency. *Computers and Electronics in Agriculture* 88 (2012) 85–94
- Anonim. 2008. Web sitesi: www.marim.gov.tr Erişim Tarihi: 10.05.2012
- Anonim. 2012a. Web sitesi: <http://blog.meyvelitepe.org/> Erişim Tarihi: 10.04.2012
- Anonim. 2012b. Web sitesi: <http://www.gurtanplastik.com/> Erişim Tarihi: 12.04.2012
- Anonim. 2012c. Web sitesi: <http://fieldquip.com.au/> Erişim Tarihi: 11.04. 2012
- Anonim. 2012d. Web sitesi: <http://www.goodfruit.com/> Erişim Tarihi: 11.04.
- Anonim. 2012e. Web sitesi: <http://www.pillion.com/> Erişim Tarihi: 11.04.2012
- Anonim. 2012f. Web sitesi: <http://www.olistar.com/> Erişim Tarihi: 11.04.2012
- Anonim. 2012g. Web sitesi: <http://www.newholland.com.tr/> Erişim Tarihi: 11.04.2012
- Anonim. 2012ğ. Web sitesi: <http://www.shakermaker.com/> Erişim Tarihi: 11.04.2012
- Anonim. 2012h. Web sitesi: <http://www.tuthilltemperley.com/> Erişim Tarihi: 11.04.2012
- Anonim. 2012ı Web sitesi: <http://www.oxbodev.com/> Erişim Tarihi: 11.04.2012
- Anonim. 2013. Web sitesi: <https://kadmec.com> Erişim Tarihi: 14.04.2012
- Anonim. 2014. Web sitesi: www.tuik.gov.tr Erişim Tarihi: 26.01.2016
- Anonim. 2015. Web sitesi: www.tuik.gov.tr Erişim Tarihi: 26.01.2016
- Anonim. 2016a. Web sitesi: <http://www.bahcemakaslari.com/> Erişim tarihi: 03.03.2016
- Anonim. 2016b. Web sitesi: <http://www.benza.com.tr/> Erişim tarihi: 04.03.2016
- Anonim. 2016c. Web sitesi: <http://www.makinamarka.com/> Erişim tarihi: 03.03.2016
- Baugher, T., Schupp, J., Lesser, K., Harsh, R.M., Lewis, K., Seavert, C. and Auvil, T. 2009. Mobile Platforms Increase Orchard Management Efficiency and Profitability. *ISHS 2009, Proc. IS on Appl. of Precision Agric. for Fruits and Vegetables, Acta Hort.* 824.
- Bošnjak, S., Petkovic', Z., Zrnica', N., Pantelic', M. and Obradovic', A. 2010. Failure analysis and redesign of the bucket wheel excavator two-wheel bogie. *Engineering Failure Analysis* 17 (2010) 473–485
- Burks, T., Villegas, F., Hannan, M., Flood, S., Sivaraman, B., Subramanian, V. And Sikes, J. 2005. *Engineering and Horticultural Aspects of Robotic Fruit*

- Harvesting: Opportunities and Constraints. HortTechnology January-March 2005 15(1)
- Çetinkaya, S. 1989. Vişne Hasadında Mekanizasyon Olanakları Üzerinde Bir Araştırma (Doktora Tezi, Basılmamış), Ankara Üniv., Fen Bilimleri Enst., Tarım Makinaları Anabilim Dalı. Ankara.
- Da Silva, E.P., Da Silva, F.M. and Magalhães, R.R. 2014. Application of Finite Elements Method for Structural Analysis in a Coffee Harvester. Engineering, 6, 138-147.
- Elkins, R.B. 2012. A Historical Timeline of Research Efforts to Implement Mechanized Pear Harvest in California. Proc. 1st IS on Mech. Harvesting & Handling Sys. of Fruits & Nuts. Acta Hort. 965, ISHS 2012
- Erdoğan, D. 1988. Ağaç Meyvelerinin Makina ile Hasadında Uygulanan İlkeler. Tarım Makinaları Bilim ve Tekniği Dergisi Cilt 2. No:2, Ankara.
- Erdoğan, D. 1992. Ağaç Meyvelerinin Elle Hasatı ve Yardımcı Araçların Kullanılması. Tarım Makinaları Bilim ve Tekniği Dergisi Cilt 2. No:2 , Ankara.
- Erdoğan, D., Güner, M., Dursun, E. and Gezer, İ. 2003. Mechanical harvesting of apricots. Biosystems Engineering, 85(1), 19–28.
- Gallardo, R.K. and Bradley M.P. 2015. Adoption of labor-enhancing technologies by specialty crop producers: The case of the Washington apple industry. Agricultural Finance Review Vol. 75 No. 4, 2015 pp. 514-532
- Gezer, İ. 1997. Malatya Yöresinde Kayısı Hasadında Mekanizasyon İmkanlarının Araştırılması (Doktora Tezi), Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı, Konya.
- Gezer, İ. 1998a. Birinci kayısı Şurası Sonuç Raporu. Malatya kayısı Araştırma Geliştirme ve Tanıtma Vakfı , 66-78, Malatya.
- Gezer, İ. 1998b. Mekanik Meyve Hasadında Kullanılan Bazı Sarsıcı Sistemler. Tarımsal Mekanizasyon 18. Ulusal Kongresi. Tekirdağ.
- Gezer, İ. 2001. Türkiye’de mekanik meyve hasadının durumu. Tarımsal Mekanizasyon 20. Ulusal Kongresi, Şanlıurfa, s. 251-256.
- Gezer, İ. 2005. Kayıscılıkta Mekanizasyon. Medipres Matbaacılık Yayıncılık Ltd. Şti., Malatya. ISBN 975- 00062-0-8. s 181-219.

- Güteryüz, M. 1982. Bahçe Ziraatında Büyütücü ve Engelleyici Maddelerin Kullanılması ve Önemi (H.Jansen'den Tercüme). Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No : 279, Erzurum.
- Güner, M. ve Gezer, İ. 2001. Kayısı hasadında bir el silkeleyicinin bazı parametrelerinin belirlenmesi. Tarım Bilimleri Dergisi, 7(1), 5–8
- Güzel, E. 1998. Hasat ve Harman İlkeleri ve Makinaları. Ç.Ü.Z.F. Adana.
- He, B., Wanga, S. and Gao, F. 2010. Failure analysis of an automobile damper spring tower. Engineering Failure Analysis 17 (2010) 498–505
- Hedden, S.L. and Coppock, S.E. 1965. A Tree Shaker Harvest System For Citrus. Florida State Horticultural Society Vol:78. Miami, USA.
- Hofmann, J.N., Crowe, J., Postma, J., Ybarra, V. and Keifer, M.C. 2009. Perceptions of Environmental and Occupational Health Hazards Among Agricultural Workers in Washington State. AAOHN J. 2009 September ; 57(9): 359–371. doi:10.3928/08910162-20090817-01.
- Hofmann, J.N., Snyder, K. and Keifer, M.C. 2006. A descriptive study of workers' compensation claims in Washington State orchards. Occupational Medicine 2006;56:251–257.
- Karaçalı, İ. 2011. Bahçe Ürünlerinin Muhafaza ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Basımevi, Ocak 2011, İzmir.
- Keçecioglu, G. 1975. Atalet Kuvvet Tipli Sarsıcı ile Zeytin Hasadı İmkânları Üzerine Bir Araştırma: 6-7-9-10 s., İzmir.
- Kirişçi, V. ve Tuncer, İ.K. 1988. Turunçgil Hasat Mekanizasyonu. Tarımsal Mekanizasyon 11. Ulusal Kongresi. Erzurum
- Kitinoja, L. and Kader, A.A. 2003. Small-Scale Postharvest Handling Practices: A Manual for Horticultural Crops (4th Edition). Postharvest Horticulture Series No. 8E, July 2002
- Kleisinger, S., Weihestephan, F. und Moser, E. 1979. Aufsammelverfahren Für Die Ernte Von Kemobst. Erverbstbau. 21,201-205.
- Kural, H. 1995. Bazı Meyvelerin Hasadında Mekanizasyon Uygulamaları, Doktora Semineri. Konya.
- Moser, E.ve Özgüven, F. 1984 Özel Bitkilerin Hasat Yöntemleri. Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü. Adana.

- Ng, Y.G., Mohd Tamrin, S.B., Mohd Yusoff, I.S., Hashim, Z., MD Deros, B., Abu Bakar, S. and How, V. 2015. Risk factors of musculoskeletal disorders among oil palm fruit harvesters during early harvesting stage. *Ann Agric Environ Med.* 2015; 22(2): 286–292.
- Osorio, A. M., Geiser, C. R., Husting, E.L. and Summerill K. F. 1998. Farm Injury Surveillance in Two California Counties-General Findings. *Journal of Agricultural Safety and Health Special Issue(1):89-98*
- Özbek, S. 1977. Genel Meyvecilik. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınlan, No: 2, Adana.
- Park, S., Lee, J., Moon, U. and Kim, D. 2010. Failure analysis of a planetary gear carrier of 1200HP transmission. *Engineering Failure Analysis* 17 (2010) 521–529
- Polat, R., Gezer, İ., Güner, M., Dursun, E., Erdoğan, D. and Bilim, H.C. 2007. Mechanical harvesting of pistachio nuts. *Journal of Food Engineering* 79 (2007) 1131–1135
- Richardson, G.E., Jenkins, P., Fulmer, S., Mason, C., Burdick, P. and May, J. 2005. An ergonomic intervention to reduce back strain among apple harvest workers in New York State. *Applied Ergonomics* Volume 36, Issue 3, May 2005, Pages 327–334.
- Richardson, G.E., Jenkins, P., Strogatz, D., Erin M. Bell, E.M. and May, J.J. 2006. Development and initial assessment of objective fatigue measures for apple harvest work. *Applied Ergonomics* 37 (2006) 719–727.
- Robinson, T., Hoying, S., Sazo, M.M., DeMarree, A. and Dominguez, L. 2013. A Vision for Apple Orchard Systems of the Future. *New York Fruit Quarterly* Vol. 21, Number 3, Fall 2013
- Salazar, M.K., Keifer, M., Negrete, M., Estrada, F. and Synder, K. 2005. Occupational Risk Among Orchard Workers A Descriptive Study. *Fam Community Health* Vol. 28, No. 3, pp. 239–252
- Sazo, M.M., De Marreei, A. and Robinson, T. 2005. The Platform Factor – Labor Positioning Machines Producing Good Results for NY Apple Industry. *New York Fruit Quarterly.* Volume 18 . Number 2.

- Seavert, C.F. and Whiting, M.D. 2011. Comparing the Economics of Mechanical and Traditional Sweet Cherry Harvest. Proc. IXth ISHS on Orchard Systems. Acta Hort. 903,
- Sfiru, R., Constantin, N., Ludig, M., Cârdei, P. and Muraru, V. 2014. Comparative study of structural analysis applied to agricultural machines bodies and accomplished with solid works and autodesk inventor programs. INMATEH - Agricultural Engineering; May-Aug2014, Vol. 43 Issue 2, p5
- Tan, L., Haley, R., Wortman, R., Ampatzidis, Y. and Whiting, M. 2013. An Integrated Cloud-Based Platform for Labor Monitoring and Data Analysis in Precision Agriculture. Information Reuse and Integration (IRI), 2013 IEEE 14th International Conference on San Francisco, CA., 14-16 Aug. 2013.
- Thamsuwan, O., Aulck, L., Galvin, K. and Johnson, P.W. 2014. Comparison of Exposure to Repetitive Upper Arm Motions and Non-neutral Upper Arm Postures between Apple Harvesting with Ladders and Mobile Platforms. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 58th Annual Meeting - 2014
- Tuncer, İ.K., Özgüven, F. 1989. Bağ, Bahçe, Sebze ve Endüstri Kültürlerinde Mekanizasyon Uygulamaları, Türkiye Ziraat Kurumu Mesleki Yayınları Yayın No: 52, Ankara (Prof. Dr. Ing. E. Moser'den çeviri), s 98- 116.
- Üçgül, M. 2007. Tarım Traktörü İle Çalıştırılan Bir Meyve Hasat Platformu Tasarımı. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş.
- Ülger, P. 1982. Tarımsal Makinaların İlkeleri ve Projeleme Esasları. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No : 280, Erzurum.
- Ünal, H. 2005. Ceviz Yetiştiriciliğinde Hasat ve Hasat Sonrası Mekanizasyon Uygulamaları. Bahçe Ceviz 34 (1): 193 – 203
- Wu, M.C., Li, J. and Chen, K.D. 2014. Current Status and Future Trends of Orchard Self-Propelled Lift Platform. ISHS 2014 Proc. Fourth IS on Lychee, Longan and Other Sapindaceae Fruits, Acta Hort. 1029.
- Wu-jiao, X., Kai-qing, W., Jie, Z. and Shao-gui, D. 2009. Experimental and computational failure analysis of TR upset-bending equipment for heavy

crankshaft with continuous grain flow. *Engineering Failure Analysis* 17 (2010) 546–554

Yıldız, F. 1998. Şanlıurfa ili Antepfıstığı İşletmelerinde girdilerin fiziki miktarları ve antepfıstığı maliyetinin tesbiti üzerine bir araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Şanlıurfa.

Yıldız, Y. and Düzgün, M. 2010. Stress analysis of ventilated brake discs using the finite element method. *International Journal of Automotive Technology*, Vol. 11, No. 1, pp. 133–138

Yılmaz, D., Hamamcı, E., Salık, D. and Ahıskalı, Y. 2011. Structural Analysis of Agricultural Machinery: A Case Study For a Transport Chassis of a Spraying Machine. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi (Journal of Agricultural Machinery Science)* 7 (4), 405-409.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : M. Barış EMİNOĞLU

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 28.10.1982

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Cumhuriyet Lisesi (2000)

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Makinaları Bölümü (2007)

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Makinaları A.B.D.
(09.09.2007 – 26.08.2010)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl

Teknika TEKNİK A.Ş. (2007-2009)

Ankara Üniversitesi 2009-

Hakemli Dergiler

Eminoğlu, M. B., ÖZTÜRK R., ACAR A.İ. ve KALINKARA V., 2015. Meyve hasadında kullanılan hasat platformlarının çalışma koşullarının iyileştirilmesi yönünden değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3(3), ÖS:Ergonomi2015, 233-238, ISSN: 1308-6693

SEYHAN, T.G., **Eminoğlu, M.B.** ve YEGÜL, U., 2015. Çalışma duruşlarının değerlendirilmesinde kinect™ sensörün kullanım olanakları. Süleyman Demirel Üniversitesi Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi 3(3), ÖS:Ergonomi2015, 541-544, ISSN: 1308-6693

YEGÜL,U., **Eminoğlu, M.B.**, OREL, O. and ÇOLAK, A. 2014. Determination of Equivalent Stress and Total Deformation in Different Types of Harrows. Journal of Agricultural Mechinary Science, 65 - 71 p., Volume 10, Number 1

Eminoğlu, M. B. ve ÖZTÜRK, R. 2013."Farklı çalışma programlarının çapa makinası operatörlerinin fiziksel zorlanmasına etkisinin belirlenmesi." Tarım Makinaları Bilimi Dergisi, 1 - 8 s., cilt 9, Sayı 1.

Eminoğlu, M. B., ÖZTÜRK, R. ve ACAR, A.İ., 2012."Tarımsal Alanda Çalışanların Fiziksel Zorlanma Düzeylerinin Konforsuzluk Skalası ile Belirlenmesi." Journal of Agricultural Mechinary Science, 19 - 24 p., Volume 8, Number 1.

Eminoğlu, M.B., OREL, O., ÖZTÜRK, R. and ACAR, A.İ., 2011. Comparison of Operators'Physical Responses Working with Two Different Machinery Combination during Hoeing Operation. Journal of Agricultural Mechinary Science, 127 - 131 p., Volume 7, Number 2.

Ulusal Kongre Sunum

Sönmez N., **Eminoğlu, M.B.**, Acar A.İ., Öztürk R. ve Kalıncara V., 2014. Elma Hasadında Çalışma Duruşlarının Owas Yöntemi İle İncelenmesi. 20. Ulusal Ergonomi Kongresi, 26-28 Eylül, Ankara.

Eminoğlu, M.B., Orel O., Yegül U., Koç C., Acar A.İ. ve Öztürk R., 2014. Tarım Arabası İle İşçi Taşımada Güvenli Bir Model Tasarlanması. 20. Ulusal Ergonomi Kongresi, 26-28 Eylül, Ankara.

Eminoğlu, M. B., BEYAZ, A., OREL, O., ACAR, A. İ. ve OZTURK, R., 2010. Çapa Makinası ve Traktör-Toprak Frezesi İle Çalışan Operatörlerin Fiziksel Yüklenmesinin Karşılaştırılması. 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, 3-5 Aralık 2010, Çorum

SİLLELİ H., **Eminoğlu, M. B.**, ACAR, A. İ. ve OZTURK, R., 2010. Traktörlerde Risk Değerlendirilmesi ve Güvenli Kullanım Yöntemleri. 16. Ulusal Ergonomi Kongresi, 3-5 Aralık 2010, Çorum.

Eminoğlu, M. B., SÖNMEZ, N., OREL, O., ÖZTÜRK, R. ve ACAR, A.İ., 2009. "Çapa Makinası İle Meyve Bahçelerinin Çapalanmasında Gün İçinde Enerji Tüketim Değerlerinin Değişimi", 15. Ulusal Ergonomi Kongresi, 22 – 24 Ekim 2009, Konya.

OREL, O., GÖLBAŞI, M., **Eminoğlu, M. B.**, ACAR, A.İ. ve ÖZTÜRK, R., 2009. "Tarımda İş Sağlığı ve Güvenliği", 15. Ulusal Ergonomi Kongresi, 22 – 24 Ekim 2009, Konya.

Uluslararası Kongre Sunum

Eminoğlu, M. B., BEYAZ, A., OREL, O., ÖZTÜRK, G., ÖZTÜRK, R. and ACAR, A.I., 2010. "Comparison of Tractor-Rotary Tiller Combination and Power Tiller in Terms of Energy Expenditure of Operators", 17th World Congress of the International Commission of Agricultural Engineering (CIGR),13-17 Haziran 2010, Québec, Canada.

Eminoğlu, M. B., YEGÜL U., OZTURK, R. ve ACAR, A. İ. 2016. Çapa makinası ile çalışan işçilerin enerji tüketim değerlerinin değişiminin belirlenmesi. 1st International Congress on Occupational Safety and Security, Kocaeli/Türkiye