

**T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKANİK ANABİLİM DALI**

ÇAY HASAT MAKİNASI

**Doğukan SEYHAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**DANIŞMAN
Dr. Öğrt. Üyesi Benek HAMAMCI**

ARALIK-2020

KARS



T.C.
KAFKAS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MEKANİK ANABİLİM DALI



ÇAY HASAT MAKİNASI

Doğukan SEYHAN
YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN
Dr. Öğrt. Üyesi Benek HAMAMCI

ARALIK-2020

KARS

T.C. Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Anabilim Dalı yüksek lisans öğrencisi Doğukan SEYHAN'nın Dr. Öğr. Üyesi Benek HAMAMCI danışmanlığında yüksek lisans tezi olarak hazırladığı "Çay Hasat Makinası" adlı bu çalışma, yapılan tez savunması sınavı sonunda jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim Yönetmeliği uyarınca değerlendirilerek oy birliği ile kabul edilmiştir.

09 / 12 / 2020

Adı ve Soyadı

İmza

Başkan : Doç. Dr. Jülide ERKMEN

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Benek HAMAMCI

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Nesrin ADIGÜZEL

Üye : Doç. Dr. Jülide ERKMEN

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun .. / .. / 20.. gün ve ...
... / sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Fikret AKDENİZ

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

İmza

Doğukan SEYHAN

09/12/2020

ÖZET

(Yüksek Lisans Tezi)

ÇAY HASAT MAKİNASI

Doğukan SEYHAN

Kafkas Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Mekanik Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Benek HAMAMCI

Günümüzde çay hasatında iş gücü sıkıntısı yaşanmaktadır. Bu sıkıntı insan gücü ve otomasyon açısından kaynaklanmaktadır. İnsan gücü de bir süreden sonra sınırlı ve yetersiz kalmaktadır. Bu sebepten dolayı çayı hasat edecek uygun makinaları geliştirmeye ihtiyaç duyulmuştur.

Bu çalışmada benzer çay hasat makinalarından farklı olarak; vakum, redüktörlü motor, şarj edilebilir bataryalar, oval tasarımlı tarak, kesici takım olarak paslanmaz çelik tel kullanılmıştır. Hafif ve dayanıklı malzemeler ile insan gücünün kullanımı minimuma indirilerek kısa sürede yüksek verim hedeflenmiştir. Sonrasında TRIZ prensipleri ile problemlerin çözümünde izleyeceğimiz yol haritası çıkarılmış ve ideal makina için alternatifler oluşturularak en uygunu tasarım yapılmıştır. Tasarımda, tasarım problemlerini çözmek için 39 mühendislik parametresi, bir çelişki matrisi ve 40 yaratıcı ilkedен yararlanılan yenilikçi tasarımlar ve özellikler bulmak için beyin fırtınası uygulamaları yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çay hasat makinası, Tasarım, Yeni Teknoloji, TRIZ

2020, 72 Sayfa

ABSTRACT

(M. Sc. Thesis)

TEA HARVESTING MACHINE

Doğukan SEYHAN

Kafkas University

Graduate School of Applied and Natural Sciences

Department of Mechanic

Supervisor: Dr. Öğr. Üyesi Benek HAMAMCI

Today, there is a labor shortage in tea harvest. This problem is due to manpower and automation deficit. After a while and the manpower is insufficient. For this reason, it needs to improve the machines to be harvested.

In this study, different from similar tea harvesters; there are vacuum, reducer motor, rechargeable batteries, oval design comb, stainless steel wire as cutting tool. With light and durable materials, the use of manpower is minimized and high efficiency is aimed in a short time. Afterwards, the road map that we will follow in solving the problems with the principles of TRIZ was drawn and alternatives were created for the ideal machine and the most suitable design was made. In the design, brainstorming applications have been made to find innovative designs and features that make use of 39 engineering parameters, a contradiction matrix, and 40 creative principles to solve design problems.

Key Words: Tea Harvesting Machine, Design, New Technology, TRIZ

2020, 72 pages

ÖNSÖZ

Bu projenin gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam, yer ve zaman farketmeksizin kıymetli vaktini ayırıp, sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan, her sorun yaşadığımda yanına çekinmeden gidebildiğim, güler yüzünü ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm, danışman hoca statüsünü layıkıyla yerine getiren sayın Dr. Öğr. Üyesi Benek HAMAMCI'ya teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunuyorum. Yine çalışmamda konu, kaynak ve yöntem açısından bana sürekli yardımda bulunarak yol gösteren ve arkadaşlığı ile mental anlamda büyük destekte bulunan çok kıymetli hocam sayın Doç. Dr. Jülide ERKMEN'e de sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca çok değerli sıra arkadaşlarım ve meslektaşlarım Mihriban SARI ve Burcu ÖZTÜRK'e bana gösterdikleri her türlü destekten ötürü şükranlarımı sunarım.

Teşekkürlerin ve söylenecek tüm sevgi sözcüklerinin az kalacağı, bu hayattaki en büyük şansım olan aileme, her anımda, her koşulda yanımda oldukları için, bana olan inançlarını ve güvenlerini asla yitirmedikleri için sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım. Çok kıymetli ve değerli kız arkadaşım İrem Yazıcı'ya zor zamanlarımda sevgisini, ilgisini ve desteğini esirgemediği için teşekkürü borç bilirim. Diğer üniversite hocalarımda da bana 7 yıllık üniversite hayatım boyunca kazandırdıkları her şey için ve beni gelecekte söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için hepsine teker teker teşekkürlerimi sunarım.

İmza

Doğukan SEYHAN

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	IV
ABSTRACT	V
ÖNSÖZ	VI
İÇİNDEKİLER	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ	IX
TABLolar DİZİNİ	X
SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ	XI
1. GENEL BİLGİLER	1
1.1. Giriş.....	1
1.1.1. Çay Ağacı ve Arazi Yapısı.....	2
1.1.2. Çay Hasatı	3
1.1.3. Çay Hasat Yöntemleri.....	5
1.1.3.1. El ile Hasat	5
1.1.3.2. Çay Makası ile Hasat	5
1.1.3.3. Benzinli Sırt Tırpan Çay Kesme Makinası	6
1.1.3.4. Akülü Çay-Çit Düzeltme Makinası	7
1.1.3.5. Benzinli Çit Düzeltme Makinası	7
1.1.3.6. Binmeli Çay Hasat Makinası.....	8
1.2. TRİZ Metodu	9
1.3. Literatür	14
2. MATERYAL VE YÖNTEM	21
2.1. TRIZ Metodunun Kullanılması	23
2.1.1 Çözümün Geliştirilmesi ve Yaratıcı Problem Çözme Tekniğinin Uygulanması	23
2.2. Çay Hasat Makinası Tasarım Planı	25
2.3. Mevcut Benzinli Çit Düzeltme Makinası.....	25
2.4. Çay Hasat Makinası Tasarımı	28
2.4.1. Kesici Ekipmalar Tasarımı	28
2.4.1.1. Tarak Tasarımı.....	28

2.4.1.2. Tarak Desteği Tasarımı	30
2.4.1.3. Tarak Kapağı Tasarımı.....	30
2.4.1.4. Tarak Makarası ve Motor Makarası Tasarımı	31
2.4.1.5. Kesici Tel Tasarımı.....	32
2.4.2. Akü, Akü Şarj Aleti, Motorların Seçimi Ve Tasarımı	33
2.4.2.1. L Tipli Redüktörlü DC Motor Seçimi.....	33
2.4.2.2. Jel Akü Seçimi.....	35
2.4.2.3. Vakum Motorunun Belirlenmesi Ve Tasarımı	36
2.4.2.4. Akü Tasarımı Ve Güç Dönüştürücü Seçimi.....	37
2.4.2.5. Redüktörlü DC Motor Hız kontrolörü Seçimi.....	38
2.4.2.6 Akü Şarj Aleti Tasarımı	39
2.4.3. Gövde Elemanları Tasarımı.....	40
2.4.3.1. Sabit Plaka.....	40
2.4.3.2. Ön ve Arka Kabzalar Tasarımı	41
2.4.3.3. Dış Kapaklar Tasarımı	42
2.4.3.4. Akü Sabitleme Desteği.....	43
2.4.3.5. Yan Kapak Vidası.....	44
2.4.4. Aktarma Ve Sirt Ekipmanları Tasarımı	44
2.4.4.1. Kesici Ekipman Torbası Tasarımı	44
2.4.4.2. Akordion Boru Tasarımı	45
2.4.4.3 Sirt Torbası Tasarımı	46
2.5. Çay Hasat Makinası Tam Tasarım Render Görüntüleri.....	47
3. BULGULAR.....	50
3.1. Yeni Çay hasat makinası Hesaplamaları.....	50
3.2. Tahmini Maliyet Hesabı	52
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	55
5. KAYNAKLAR	57

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. 1. Eğimli Arazi ve Engebeli Arazi.....	2
Şekil 1. 2. Düz Arazi (sıralı ve dağınık ekim şekilleri)	3
Şekil 1. 3. Çay Filizi Boyu	3
Şekil 1. 4. Çay Makası	6
Şekil 1. 5. Benzinli Sırt Tırpan Çay Kesme Makinası.....	6
Şekil 1. 6. Akülü Çay-Çit Düzeltme Makinası.....	7
Şekil 1. 7. Benzinli Çit Düzeltme Makinası.....	8
Şekil 1. 8. Binmeli Çay Hasat Makinası	8
Şekil 1. 9. Tasarım aşamaları şematik gösterimi.....	20
Şekil 2. 1. TRIZ Problem Çözme Modeli	21
Şekil 2. 2. Husqvarna Çit Düzeltme Makinesi	26
Şekil 2. 3. Çit Düzeltme Makinası Ağız	26
Şekil 2. 4. Çit Düzeltme Makinası Gövde	27
Şekil 2. 5. Çit Düzeltme Makinası Çalıştırıcı	27
Şekil 2. 6. Çit Düzeltme Makinası Çay Haznesi	28
Şekil 2. 7. Tarak Tasarımı	29
Şekil 2. 8. Tarak Desteği Tasarımı	30
Şekil 2. 9. Tarak Kapağı Tasarımı.....	31
Şekil 2. 10. (a) Tarak Makarası Ve (b) Motor Makarası	32
Şekil 2. 11. Kesici Tel Tasarımı	33
Şekil 2. 12. (a) L Motor Solidworks Modelleme, (b) L Motor orjinal Görüntü	34
Şekil 2. 13. (a) Jel Akü Solidworks Modelleme, (b) Jel Akü Orjinal Görüntü.....	35
Şekil 2. 14. Vakum Motor.....	36
Şekil 2. 15. (a) Vakum Aküsü, (b) Güç Gönüştürücü	38
Şekil 2. 16. (a) Hız Kontrolörü Soliworks Modelleme, (b) Hız Kontrolörü Orjinal Görüntü	39
Şekil 2. 17. Akü Şarj Aleti Tasarımı	40
Şekil 2. 18. Sabit Plaka	41
Şekil 2. 19. (a) Ön Kabza Ve (b) Arka Kabza.....	42
Şekil 2. 20. (a) Üst Kapak, (b) Yan Kapak, (c) Alt Kapak	43
Şekil 2. 21. Akü Sabitleme Desteği.....	43
Şekil 2. 22. (a) Yan Kapak Vidası Ön Görünüş, (b) Yan Kapak Vidası Üst Görünüş... 44	
Şekil 2. 23. Kesici Ekipman torbası Tasarımı	45
Şekil 2. 24. Akordion Boru	46
Şekil 2. 25. Sırt Torbası	46
Şekil 2. 26. El Grubu Render	47
Şekil 2. 27. Sırt Grubu Render	48
Şekil 2. 28. Çay Hasat Makinası Render	48

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. 1. TRIZ Mühendislik Parametreleri	12
Tablo 1. 2. Kırk TRIZ Prensibi.....	12
Tablo 2. 1. Çelişkiler Matrisinden Problemin Çözümüne Dair Alınan Kesit.....	24
Tablo 2. 2. L Motor Redüktör Aralıkları ve Teknik Özellikleri.....	34
Tablo 3. 1. Malzeme Ve Kütle Tablosu	50
Tablo 3. 2. Tahmini Maliyet Tablosu.....	53



SEMBOLLER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kg	: Kilogram
TL	: Türk Lirası
Hp	: Horsepower (Beygir Gücü)
rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)
Km	: Kilometre
Mm	: Milimetre
Gr	: Gram
Sa	: Saat
Dk	: Dakika
Cm	: Santimetre
V	: Volt
W	: Watt
A	: Amper
mA	: Mili Amper
L	: Litre
CC	: Cubic Centimeter (Silindir Hacmi)
t	: Ton
R	: Direnç
Kw	: Kilo Watt
dB	: Desibel
Pa	: Paskal
m ³	: Metre Küp

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Giriş

Çay dünyada sevilerek tüketilen popüler bir içecektir ve tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. II. Abdülhamit döneminde ilk kez çay zirai bir ürün olarak düşünülmüş, ülkemizde üretilmeye başlanmıştır. Çayın ticari değerinin yanı sıra şifa kaynağı olduğu için tarımının yapılması uygun bulunmuştur. Çay ekiminin ilk denemesi Bursa'da yapılmış ancak iklim ve çevre şartlarının elverişsizliği sebebiyle bu denemeden sonuç alınamamıştır. 1917 yılında Halkalı Yüksek Ziraat Mektebi Müdür Vekili Ali Rıza Erten ve ekibi, çay arazilerini incelemek için Batum'a gitmiştir. İnceleme sonucunda Doğu Karadeniz'de Rize ve çevresinin toprak ve iklim şartları itibariyle Batum' la benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır. İlk çalışmalar o dönemin ziraat bakanı Zihni Derin tarafından Gürcistan'dan getirilen tohumlar ile Artvin iline bağlı Borçka'da yapılmış ve deneme başarıyla sonuçlanmıştır. Elde edilen bu sonucun üzerine Batum' dan 1937 yılında 20 ton tohum satın alınmış ve ekilen çay tohumlarından, 1938 yılında ürün alınmaya başlanmıştır. 1930' lu yılların sonunda küçük çaplı fabrikalar ile başlayan üretim, 1947 yılında günlük 60 ton kapasiteli ilk tam kapsamlı fabrika ile devam etmiştir [1].

Türkiye'de kişi başına çay tüketimi oldukça fazladır. Tüketim sıralamasında Dünya ülkeleri arasında 3, üretim sıralamasında ise Dünya ülkeleri arasında 6. sıradadır. Ülkemizde çay üretimi Doğu Karadeniz bölgesinde yapılmaktadır. Çay yılda 3 kez ürün veren bir bitkidir. Yılın belli aylarında gelen ürüne üreticiler sürüm demektedir. Mayıs'ta başlayıp haziranda biten hasata 1. sürüm, temmuzda başlayıp ağustosta biten hasata 2. sürüm, eylülde başlayıp ekimde biten hasata da 3. sürüm denmektedir. Ancak il veya ilçe merkezine daha yakın mezralarda sıcaklık farkından ötürü 4. sürümde verebilmektedir. En son 2019' da Çaykur Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü'nün girdiği verilere göre bölgede yaklaşık 11.827 üreticiden alınan yaş çay miktarı yıllık 750.328 tondur [2]. Bu miktar her geçen yıl hızla artmaktadır. Bölgenin en büyük geçim kaynağı çay olduğu için üreticiler her yıl çay üretim hacimlerini genişletmektedir.

1.1.1. ay Ağacı ve Arazi Yapısı

ay, yaprak ve tomurcukları içecek üretmekte kullanılan, nemli iklim ve sulak arazilerde yetişen, aygiller familyasına ait bir tarım bitkisidir. ay bitkisi tohum halinde toprağa ekilerek yetiştirilir. Ülkemizde ay ağacından 3. yılında hasat almaya başlanıp, tam verim 5. yılında alınabilmektedir.

Karadeniz bölgesinin; Artvin ilinden başlayıp, Ordu, Fatsa arasında kalan il ve ilçelerinde yetiştirilebilmektedir. Çayın retimi Şekil 1.1 de görüldüğü gibi Karadeniz Bölgesinin eğimli ve engebeli arazilerinde yapılmaktadır. Engebeli ve eğimli arazi yapısı, çay hasatını zorlaştırmaktadır.



Şekil 1. 1. Eğimli Arazi ve Engebeli Arazi

Bu bölgelerde eğimli ve engebeli arazi sayılarına kıyasla Şekil 1.2 de görülen düz arazi miktarı çok düşüktür. ay hasatı, düz arazilerde daha kolaydır fakat çayın ekim Şekline göre hasat zorluğuda değişmektedir. Sıralı ekimlerde daha rahat olan hasat, dağınık ekimde zordur ve daha çok zaman alır.



Şekil 1. 2. Düz Arazi (sıralı ve dağınık ekim şekilleri)

1.1.2. Çay Hasatı

Çayın işlenmesi ve ekonomik olarak geri dönüş yapabilmesi için yaprakların ağacından en uygun şekilde; kesilmesi, koparılması veya toplama işlemlerinin yapılması gerekmektedir. Üretilen kuru çayın kalitesi için sadece yaprak ve tomurcuk kısmı toplanmalıdır. Hasat edilen çay filizi boyu 2-15 cm arasında değişmektedir.



Şekil 1. 3. Çay Filizi Boyu

Çay ilk olarak elle hasat edilmeye başlanmış, daha sonra çeşitli teknolojik yöntemler kullanılarak hasata devam edilmiştir. Ülkemizde ise çay, 1970'li yılların yarısına kadar elle toplanmıştır. Bir çay üreticisi el ile günlük 20 ile 25 kg arasında çay toplayabilmektedir. Bu miktar çayın verimine ve arazi yapısına göre değişmektedir. 1970'li yılların sonuna doğru çay makası ile toplamaya geçilmiştir. Çay makasına

geçildikten sonra, uygun şartlar ve arazi koşullarında 1 üretici, günlük 200-250 kg arasında çay toplayabilmiştir. 1980 yılına kadar pek yaygın olmayan çay makası, 1980'lerden sonra farklı bölgelerde kullanılmaya başlanmıştır [3].

Dünyada çay toplama makinasının gelişimi 1910 yılından sonra Japonya'da başlamıştır. Tek pistonlu küçük çay koparma makinası ile başlayan gelişim süreci; çay budama makinası, kendinden tahrikli çay yolma makinası, son olarakta binmeli çay toplama makinası ile devam etmiştir [4].

Ülkemizde çay toplama, üreticilerin ürettikleri çay miktarına göre, günlük yevmiye ile çalışan işçiler tarafından yapılmaktadır. İşçi sayısı, çay arazisinin büyüklüğü ile doğru orantılıdır. Bir insanın makasla günlük çay toplama kapasitesi oldukça düşüktür.

Arazi büyüklüğü işçi sayısı artışına sebep olmaktadır. Bu durum çay üreticisine maliyette artış olarak geri dönüş yapmaktadır. 2019 yılında 1 işçi başına günlük çay hasatı için minimum 200 Türk lirası ödeme yapılmıştır. 1 sürümde 20 ton çay üreten üreticinin çay hasat maliyetini hesaplayacak olursak; 1 günde 4 işçi çalıştıran bir üreticinin, işçilere günlük 800 Türk Lirası ödemesi gerekmektedir. 20 ton çayın hasat süresi ortalama 20 gün olarak alınırsa, 1 sürümde üretici 16.000 Türk Lirası ödeme yapmış olacaktır. Yılda 3 sürüm çay hasatı yapan üreticinin sadece çalıştırdığı işçi maliyeti 48.000 Türk lirasıdır. Bu tutar yevmiyecilerin yemek ve özel ihtiyaçları dışında harcanan paradır. Bu maliyetleri minimuma indirip hasat süresini kısaltmak için çay hasat makinalarının kullanımını cazip hale gelmiştir. Ülkemizde çay toplama makinasının olmaması sebebiyle çit düzeltme makinaları bu amaçla kullanılmaktadır.

Çay toplama makinası ve çit düzeltme makinası ülkemizde bir marka adı altında üretilmemektedir. Yurt dışından getirilen çit düzeltme makinasına torba eklenerek satışa sunulmuştur. Bu tür makinaların kesici takımı çalı biçmeye uygun üretildiği için çay hasatına uygun olmadığı görülmektedir. Engebeli tarla ve çay ağacı yapısına uygun olmayan kesici takım, çayın yapraklarıyla beraber çay çalı kısmınıda kesebilmektedir. Yaş çay satın alan firmalar çallılarıyla beraber toplanmış çay yapraklarını almamaktadır. Uygun hasat edilememiş çay, üreticiye ekonomik sıkıntı olarak geri dönmektedir. Karadeniz'in arazi yapısı çay ağacının şeklini ve arazi üzerindeki konumunda

etkilemektedir. Çit düzeltme makinaları eğimli arazi ve çay ağaçları (oval) şekline uygun olmadığından çay hasatında başarısız kalmıştır.

Bu makinaların bir diğer sorunu ise ağırlığıdır. İşçilerin günde ortalama 8 saat ağır bir hasat makinası ile çalışması çok zordur. Bu ağırlık hem eğimsiz hemde eğimli arazide kullanıma uygun değildir.

Dünyada yapılan araştırmalar, çay hasatı konusunda hem yüksek maliyet hemde uygun tasarıma sahip olmayan cihazlarla üreticilerin çektikleri sıkıntıların önüne geçilmesi amaçlanmıştır. Çalışmamızda çay ağacı yapısı düşünülerek tel ile kesiciye sahip, hilal şekilli tarak ağız tasarımı yapılmış aynı zamanda vakum kullanılarak çayın daha hızlı ve kolay toplanmasını sağlayan çay hasat makinası tasarlanmıştır.

1.1.3. Çay Hasat Yöntemleri

1.1.3.1. El ile Hasat

Ülkemizde ve Dünya’da ilk çay hasatı el ile koparma yöntemiyle yapılmıştır. Oldukça eski ve ilkel olan bu yöntem uzun toplama süresi, kontrolsüz budama sebebiyle verimsizleşen çay ağacı dezavantajlarından dolayı kullanılmamaktadır.

1.1.3.2. Çay Makası ile Hasat

El ile hasat çay makasının bulunması ile son bulmuştur. Ülkemizde 1970’lerin sonunda kullanılmaya başlanmış ve günümüzde de kullanıma devam edilmektedir. Sap kısımları kauçuk, torbası naylon ve kesici kısmı metalden yapılan çay makası; küçük boyutu, hafifliği ve yüksek mobilitesi sebebiyle en çok tercih edilen hasat aracıdır. Yöntemin dezavantajı hasat hızının düşük ve hasat sırasında insan gücüne daha fazla ihtiyaç duyulmasıdır.



Şekil 1. 4. Çay Makası

1.1.3.3. Benzinli Sırt Tırpan Çay Kesme Makinası

Çay kesme makinaları çay hasatını hızlandırmak amacıyla üretilmiştir. Sırt tırpan çay kesme makinalarının motor güçleri ortalama 2.2 Hp'ye sahiptir ve benzinli motor kullanılmaktadır. Dakika başına devirleri 7000-10000 arasındadır. Ağırlıkları yüksek olduğundan uzun süreli hasata ve Karadeniz'in eğimli ve dağınık çay ağaçlarında kullanıma uygun olmadığından tercih edilmemiştir. Düz arazilere sahip çay üretilen diğer ülkelerde kullanımını mevcuttur.



Şekil 1. 5. Benzinli Sırt Tırpan Çay Kesme Makinası

1.1.3.4. Akülü Çay-Çit Düzeltme Makinası

Üretiliş amacı bahçe çitlerini düzeltmek olan bu makinalar, yurt dışından ülkemize getirilip, torba takılarak satışa sunulmaktadır. Yüksüz hızları ortalama 1000 rpm dir. Lityum-iyon pil ile çalışmaktadır. Kesici takım birbiri üzerinden motor tahriği ile kayarak kesme işlemini gerçekleştirmektedir. Çay üretim bölgeleri çok fazla yağış aldığından akülü çay-çit düzeltme makinalarının elektronik kısmı yağıştan etkilendiği için bölgeye uygun değildir.



Şekil 1. 6. Akülü Çay-Çit Düzeltme Makinası

1.1.3.5. Benzinli Çit Düzeltme Makinası

Üretiliş amaçları akülülerde olduğu gibi çit budamaktır. Yurt dışında getirilerek torba montajı yapılmaktadır. Akülünün aksine yağmurda kullanıma elverişlidir. Ortalama hızı 7500 rpm dir. Benzinli motor kullanılmaktadır. Yakıt depoları 1 Lt dir. Motor güçleri ortalama 1 hp dir.



Şekil 1. 7. Benzinli Çit Düzeltme Makinası

1.1.3.6. Binneli Çay Hasat Makinası

Şekil 1.8’ deki binneli çay hasat makinaları Çin ve Japonya’ da daha sık kullanılmaktadır. Bu tip makinalar genellikle eğimsiz çay arazilerine daha uygundur. Ülkemizde çay arazilerinin yapısı bu makinarya elverişli değildir. Binneli çay hasat makinası için arazi ve çay ağaçlarının yapısı düz, ekimi planlı, çay ağaçları boşluklu olmalı bu sayede rahat yol alabilmesi sağlanmalıdır. Bu araçlar dizel motora ve dört silindire sahiptir. Silindir hacimleri 2000-2.434 cc arasında değişmektedir. Hasat hızı ortalama 2.5 km/sa, aracın hızı ortalama 4 km/sa tir. Hasat, tek eksende dönen bıçaklar sayesinde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 1. 8. Binneli Çay Hasat Makinası

1.2. TRİZ Metodu

Yaratıcı Problem Çözme Teorisi olarak bilinen TRİZ tekniği Genrich Altshuller tarafından geliştirilmiştir. TRIZ, bir mühendisin tasarımına yardımcı olabilecek bir teoridir. TRIZ metodolojisi çeşitli düzeylerde kullanılabilir. TRIZ bir bilim, bir felsefe veya hayatta olmanın bir yolu (yaratıcı bir mod ve sürekli iyileştirme arayışı) olarak görülebilmektedir. TRIZ, sistemlerdeki çelişkilerin tespitine, çelişkilerin ortadan kaldırılması veya hafifletilmesi yoluyla tasarım problemlerinin formüle edilmesine ve çözümlenmesine yardımcı olan bir dizi analitik araç olarak bilinmektedir [5].

TRIZ metodolojisi aşağıdaki gerekçelere dayanmaktadır:

- Teknik sistemler.
- İnovasyon seviyeleri.
- İdeallik yasası.
- Çelişkiler

Teknik bir işlevi yerine getiren her sistem teknik bir sistemdir. Herhangi bir teknik sistem, bir veya daha fazla alt sistem içerebilir. Teknik sistemlerin hiyerarşisi, birçok etkileşimle karmaşık olabilir. Teknik bir sistem zararlı veya yetersiz etkiler ürettiğinde, sistemin iyileştirilmesi gerekir. Teknik sistemler ortaya çıkar; olgunlaşır, ölür ve yeni teknik sistemlerle değiştirilirler.

Altshuller'in çok sayıda patent üzerinde yaptığı analiz, farklı icatların yaratıcı değerinin farklı olduğunu ortaya koyuyor.

Altshuller, patent başvurularında açıklanan çözümleri beş seviyeye ayırarak sistematik hale getirmiştir:

- Seviye 1: Kendi uzmanlık alanlarında iyi bilinen yöntemleri kullanan rutin çözümlerdir ve yenilikçi değildir. Bu kategori toplamın yaklaşık %30'u dur.
- Seviye 2: Endüstride bilinen yöntemleri kullanan mevcut sistemlerdeki küçük düzeltmeler kısmıdır. Toplamın yaklaşık %45'i dir.

- Seviye 3: Belirli bir endüstri dalının tipik sistemlerindeki çelişkileri çözen büyük gelişmelerini içerir. Toplamın yaklaşık %20'sidir. Yaratıcı tasarım çözümlerinin ortaya çıktığı yer bu kısımdır.
- Seviye 4: Yeni bilimsel ilkelerin uygulanmasına dayalı çözümler yapılan bölümdür. Orijinal teknolojiyi yeni bir teknoloji ile değiştirerek sorunu çözer. Toplamın yaklaşık %4'ü dür.
- Seviye 5: Daha önce keşfedilmemiş bilimsel keşiflere dayalı yenilikçi çözümler geliştirilir. Toplamın %1'inden azdır [6].

TRIZ, geleneksel mühendislik tekniklerinin basit uygulamalarının dikkate değer sonuçlar üretmediği 3. ve 4. seviyelerde (toplamın yaklaşık dörtte biri) tasarım görevlerinin geliştirilmesine yardımcı olmayı amaçlamaktadır.

İdeallik Yasası, herhangi bir teknik sistemin maliyetleri düşürme, enerji israfını azaltma, alan ve boyut gereksinimlerini azaltma, daha etkili, daha güvenilir ve daha basit olma eğiliminde olduğunu belirtir.

Herhangi bir teknik sistem, ömrü boyunca daha ideal olma eğilimindedir. Bir teknik sistemin yaratıcı seviyesini İdeallik derecesine göre değerlendirebiliriz. Bir teknik sistemin ideallliğini artırmanın birkaç yolu vardır.

TRIZ evrim aksiyomu, bir teknik sistemin evrimi sırasında, bu sistemin herhangi bir parçasının iyileştirilmesinin başka bir bölümle çatışmaya yol açabileceğini ortaya koymaktadır.

Bir sistem çatışması veya çelişki, belirli özelliklerin iyileştirilmesi diğerlerinin kötüleşmesiyle sonuçlandığında ortaya çıkar.

TRIZ'de sorunlar yerel ve küresel sorunlar olarak ikiye ayrılır. Sorun, bir alt sistemi değiştirerek, geri kalanını değiştirmeden hafifletilebildiği veya ortadan kaldırılabildiği zaman yerel olarak kabul edilir.

Sorun, ancak farklı bir çalışma prensibine dayalı yeni bir sistemin geliştirilmesiyle çözülebildiğinde küresel olarak sınıflandırılır.

Son yıllarda TRIZ, teknik problem çözme ve tasarım hatası analizi için birlikte veya ayrı olarak kullanılabilen bir dizi farklı pratik araç haline gelmiştir.

Genel olarak, TRIZ'in problem çözme süreci, belirli bir problemi tanımlamak, resmileştirmek, çelişkileri tanımlamak, başkalarının çelişkiyi nasıl çözdüğüne veya ilkeleri nasıl kullandığına dair örnekler bulmak ve son olarak bu genel çözümleri belirli bir soruna uygulamaktır.

Geleneksel mühendislik ve tasarım uygulamaları, yeni bilimsel ilkelerin uygulanması veya mevcut sistemlerin radikal iyileştirmeleri için yetersiz ve verimsiz hale gelebilir.

Geleneksel teknik ve tasarım çelişkilerini çözme yolu, çelişen faktörler arasındaki olası uzlaşmanın araştırılmasıdır. Oysa Yaratıcı Problem Çözme Teorisi (TRIZ) çelişkileri ortadan kaldırmayı ve uzlaşmaları ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır.

Tutarsızlıklar, tüm sistemin modifikasyonu veya bir veya daha fazla alt sistemin modifikasyonu ile ortadan kaldırılır. TRIZ, farklı teknik alanlar ve faaliyetler için kullanılabilen çözümleri sistematik hale getirir.

Yaratıcı problem çözme tekniği, sistematiktir. İşletmede yer alan bir problemin uzman mühendis kadro tarafından çözüme kavuşturulmasında güvenilir bir araçtır. Bu özelliği ile çözülen her problemin mühendisler için diğer problemlere yaklaşımını kuvvetlendirmekte ve onlara yeni fikirler ortaya koyabilme konusunda yardımcı olmaktadır. Bu araçları ile TRIZ mühendisliğin her alanında kullanılabilmesi gibi sağlık, finans vb. sektörlerde de kullanılmaktadır. Yapılan literatür taramaları bu metodolojinin yeni ürün tasarımlarında, makinaların montaj ünitelerinin optimizasyonlarında vb. kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilmesine katkı sağlamaktadır. Aşağıda verilen Tablo 1.1 de TRIZ için bahsedilen parametreler, Tablo 1.2 de ise 40 yaratıcı prensipler yer almaktadır.

Tablo 1. 1. TRIZ Mühendislik Parametreleri

No	Mühendislik Parametresi	No	Mühendislik Parametresi	No	Mühendislik Parametresi
1	Hareketli cismin ağırlığı	14	Mukavemet	27	Güvenilirlik
2	Hareketsiz Cismin Ağırlığı	15	Hareketli Cismin Dayanımı	28	Ölçüm Güvenilirliği
3	Hareketli Cismin Uzunluğu	16	Hareketsiz Cismin Dayanımı	29	İmalat Güvenilirliği
4	Hareketsiz Cismin Uzunluğu	17	Isı	30	Cisme Zarar Veren Faktörler
5	Hareketli Cismin Alanı	18	Parlaklık	31	Zararlı Yan Etkiler
6	Hareketsiz Cismin Alanı	19	Hareketli Cismin Harcadığı Enerji	32	İmalat Kolaylığı
7	Hareketli Cismin Hacmi	20	Hareketsiz Cismin Harcadığı Enerji	33	Kullanım Kolaylığı
8	Hareketsiz Cismin Hacmi	21	Güç	34	Onarım Kolaylığı
9	Hız	22	Enerji Kaybı	35	Adapte Edilebilirlik
10	Kuvvet	23	Madde Kaybı	36	Sistem Karmaşıklığı
11	Gerilme\Basınç	24	Bilgi Kaybı	37	Kontrol Karmaşıklığı
12	Şekil	25	Zaman Kaybı	38	Otomasyon Seviyesi
13	Cisim	26	Madde Miktarı	39	Verimlilik

Tablo 1. 2. Kırk TRIZ Prensibi

NO	PRENSİP	NO	PRENSİP
1	Bölümleme	21	Hızlı Hareket
2	Ayırma	22	Zararı faydaya çıkarma
3	Yerel kalite	23	Geribildirim
4	Asimetri	24	Aracı
5	Birleştirme	25	Self-servis
6	Evrensellik	26	Kopyalama
7	Yuvalama	27	Ucuz kısa ömürlü nesne
8	Anti-ağırlık	28	Mekanik değişim
9	Öncü karşıt eylem	29	Pnömatik ve hidrolik
10	Öncü Eylem	30	Esnek kabuklar ve ince filmler
11	Öncü önlem	31	Gözenekli malzemeler
12	Eşpotansiyellik	32	Renk değişiklikleri
13	Ters eylem	33	Homojenlik
14	Küresellik-eğrilik	34	Atılan değiştirilen parça

15	Dinamik	35	Parametre değişikliği
16	Kısmi veya aşırı eylemler	36	Faz geçişı
17	Boyut değişimi	37	Termal genleşme
18	Mekanik titreşim	38	Güçlü oksitleyiciler
19	Periyodik eylem	39	Hareketsiz atmosfer
20	Yararlı eylemin sürekliliği	40	Kompozit malzemeler

Var olan sorunları ortadan kaldırmak ve yeni çözümler ortaya koyma yöntemi olan beyin fırtınası, sorunları çözmekte ya da bir fikrin geliştirilmesi amacıyla kullanılır. Proseslere her yönüyle bakmaya, konuyu daha iyi öğrenmeye ve birbiriyle ilişkili olan diğer konuların ortaya çıkmasına yardımcı olan, bu şekilde yenilikçi çözümler ve kreatif çözümler sunan bir yöntemdir. Burada geliştircilerin kreatif düşünme ve çözümler ortaya koymasıyla zor bir soruna alternatif çözüm yolları üretilebilir. Beyin fırtınası, geliştircilerin, ortaklaşa yeni ürünler oluşturmak ve bu ürünlerin nasıl kullanılacağına dair yöntemler bulunmasını sağlayan bir sistemdir.

Beyin fırtınası temel kuralları:

- Eleştirel yargılamalar yapmamak,
- Fikirleri özgürce ifade etmek,
- Çok sayıda fikir toplamak,
- Fikirlerde birleştirme ve iyileştirmeler yapmak şeklindedir.

Veri, mevcut durum, ürün hakkında bilgi sahibi olabilmek için problem hakkında bilgi edinmek, problemin kritik noktalarını belirlemek ve alternatif çözümler üretebilmek için ayrıca üretilen çözümün etkinliğini görmek için toplanır.

Veri çeşitleri:

- Ölçerek elde edilen veriler (uzunluk-sıcaklık)
- Sayarak elde edilen veriler (hata sayısı, reddedilen parti sayısı, nicel değerlendirmeler)
- Sıralayarak oluşan veriler (En önemli hata, ikinci hata)
- Okuyarak elde edilen veriler (notlar, raporlar)

Olarak veri çeşitleri dört grupta toplanabilir [7].

1.3. Literatür

Çalışmalarında çay hasadı makinası gelişimini iyileştirmek için aşağıdaki önerilerde bulunmuşlardır [4].

- Tasarım ve üretimin amaçlarını ve standart kurallarını daha açık hale getiren çay biçme makinasını ulusal çapta geliştirmek için standart bir ekim modeli yaygınlaştırılmalıdır. Ancak bu şekilde çay biçme makinaları standart hale getirilebilir ve daha kolay bir şekilde popülerleştirilip, çay hasadı hızlandırılabilir.
- Çay biçme makinasının kilit noktası olan biçme kalitesini iyileştirmek için mevcut biçme makinası optimize edilmeli veya yeni toplama ilkeleri geliştirilmelidir. Mevcut biçme makinasının düşük kaliteli biçme çayı, esas olarak makinaların kötü popülerleşmesinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, bu kilit noktaya birçok ileri çalışma ve araştırma dahil edilmelidir.
- Çay otomasyonunu geliştirmek için elektronik, hidrolik ve kontrol teknolojisi geleneksel makinayla birleştirilmelidir.
- Kaliteli çay endüstrisinin gelişiminde oldukça önemli olan yüksek kaliteli çayı hasat etmek için endüstriyel robot çalışmaları araştırılmalıdır.
- Hükümet, çay biçme makinasının güvenli bir şekilde üretilmesi ve uygulanması için sermaye yatırımını artırmalı ve denetimi güçlendirmelidir. Çay koparma mekanizmasının sağlıklı bir şekilde gelişmesi için hem yeterli araştırma bulguları hem de olumlu bir gelişme durumu gereklidir. Hızlı bir gelişmeyi gerçekleştirmek için, hükümetin yeni ürünlerin araştırılması ve geliştirilmesi için iyi koşullar sağlama, üretme ve kullanma için güvenli bir gelişme durumu yaratma sorumlulukları olduğu kanısına varmışlardır.

Kas-iskelet sistemi bozuklukları, çay yaprağı biçme operasyonu yapan kadın işçilerde mesleki sağlık sıkıntılarının bir göstergesi olarak görülmektedir. Elle çay biçme ve uzak çay fabrikalarının çevresine ulaşımın oldukça bedeni zorlayıcı olduğu aşikardır.

Özellikle, beden duruş şekilleri kas ve kemik sıkıntıları doğurabilmektedir. Mevcut araştırma, CTD'lerle ilişkili risk faktörlerini en aza indirmeye ve durumu iyileştirmede ergonomik tasarım geliştirmenin rolünü belirlemeye yöneliktir. Assam'da çay sektöründe çalışan kadınlar sırt, omuz, kol ve parmak ağrıları yaşamaktadır. Çalışanlar, bahçede kendi aralarında bir saatlik öğle yemeği molası ile tüm vardiya boyunca ortalama 440 dakika çalışmaktadır. Bu sıkıntıları bertaraf etmek ve oluşmasına engel olmak için ergonomik bir sepet tasarlanmış ve deneme sonuçları iyi çıkmıştır. Yeni tasarlanan biçme sepeti, işçilerin sırt eğriliğine iyi uyum sağlamış ve mevcut yuvarlak sepetin aksine sepeti yerinde tutmayı sağlamıştır. Yeni sepet hafiftir ve daha fazla kanat kapasitesine sahiptir [8].

Çalışmalarında tel testere ile işleme genellikle sert ve kırılğan malzemeleri, özellikle yarı iletken ve optoelektronik endüstrilerindeki gofretleri kesmek için kullanıldığını ifade etmişlerdir. Kesme kuvvetlerinin parça kalitesini büyük ölçüde etkilediği bilinmektedir. Tek bir aşındırıcının talaş deformasyonundan ve sürtünmesinden kaynaklanan kuvvetlerin analiz edilmesine dayanarak analitik bir kuvvet modeli geliştirilmiştir. Model, bir tel testere kesme kuvveti modeline genişletilmiştir ve kesme kuvveti ile parça besleme hızı, tel hızı ve tel ile parça arasındaki temas uzunluğu arasındaki ilişkiyi açıklamak için kullanılmıştır. Kesme işlemlerinde tel testere kullanımının etkili bir yol olduğu gözler önüne serilmiştir [9].

Çalışmalarında çay endüstrisinde gitgide daha yüksek iş gücü maliyetiyle karşı karşıya kalındığını bu sebepten daha verimli toplama yöntemleri arayışına girildiğine değinilmiştir. Bu arada, bir biçme makası modeli icat edilmiş ve mekanik bir çay hasat makinası kullanılmaya başlanmıştır. Birkaç çeşit çay hasat makinaları incelenmiştir. Yapılan incelemeler sonucunda mekanik hasat makinasının manuel yöntemlere göre daha verimli olduğu ve iş gücü maliyetini düşürdüğü kanısına varılmıştır [10].

Çalışmalarında ilk olarak, kullanıcının ihtiyacını anlamak için bir anket yapmıştır. Çalışmalarında, son kullanıcıların ve ara kullanıcıların görüşleri dikkate alınmıştır. Son kullanıcılar çay bahçesi çalışanları, denetçileri ve çay bahçelerinin yöneticileriydi ve ara kullanıcılar çay şirketlerinin üst düzey yöneticilerinden ve çay bahçelerinin sahiplerinden

oluşmuştur. Anketlerden elde edilen veriler kullanılarak, mevcut makinaların ağırlığından dolayı taşınmasındaki zorluk, bazı makinaların çalışması için birden fazla kişiye ihtiyaç duyması, yüksek yakıt tüketimi, daha az üretim oranı gibi operasyonel ve bakımla ilgili sorunlar yaşandığı ortaya çıkmıştır. Kullanıcılar, benzinle çalışan makinaları kullanmanın zor olduğunu bildirmiştir. Aksine, kullanıcıların çoğu batarya ile çalışan çay hasat makinalarından memnun olduğunu, ancak bu makinaların üretkenliğinin, daha düşük kesme aralıkları nedeniyle benzinle çalışan hasat makinalarına göre çok daha düşük olduğunu belirtmişlerdir [11].

Çalışmalarında ürün tasarımı yapılırken alınan kararların ürün maliyetine doğrudan etki ettiğini belirtmişler bu nedenle maliyet azaltma çabaları tasarım sürecine dâhil edilmesi gerektiği kanısına varmışlardır. Hedef maliyet belirleme sistemi, tasarım sürecini maliyetin bir parçası olarak ele almaktadır. Çalışmalarında köfte yapma makinası örneği ile (hedef) maliyet belirleme sistemi kullanımını tanıtmışlardır. Müşteri beklentileri ve piyasa koşulları dikkate alınarak hedef satış fiyatı, kar oranı ve (hedef) maliyet belirlenmişlerdir QFD ve Kalite Evi yöntemi ile tasarıma ait takım istekleri ve müşteri beklentileri belirlenmiş ve sonra da bunlar tasarım sürecinde kullanılmıştır. Çalışmalarında değer mühendisliği tekniklerinden ürün fonksiyonlarını sağlamak ve maliyet hedeflerine ulaşmak için yararlanmışlardır. Bu araştırma kapsamında yapılan çalışmalar ve uygulanan teknikler ile maliyet azalımı yapılabileceği kanaatine varmışlardır [12].

Çalışmada, elmanın kurutma öncesi aşamalarından olan dilimleme işlemi için bir prototip makina tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Yapılan prototipin 3 farklı devir ve 3 farklı bıçak açıklığında iş verimi, oluşturduğu elma dilim kalınlıkları, güç tüketimi, gürültü düzeyi ve ürün kayıpları belirlenmiştir. Ürünün optimum devirde ve bıçak açıklığında imalatının elde edilen ürün kalitesini arttırdığı sonucuna varılmıştır [13].

Çay hasat mekanizasyonunun Güney Hindistan CTC çaylarının kalitesine etkisi makalesinde işgücü maliyet direncindeki belirgin yüksek artış ve çay hasat faaliyetini yürütecek insan gücü sıkıntısı nedeniyle üretim ve güç parametreleri arasındaki doğrusal orantı ve bu orantıyla artan maliyet, Güney Hindistan'daki çay endüstrilerinin kâr

oranlarını yetersiz hale getirdiği belirtilmiştir. Bu nedenle teknoloji geliştiricilerinden çay hasadı için mekanizasyon geliştirilmesi istenmiştir, elle çalıştırılan makaslar kullanılarak sürgün hasadının kısmi mekanizasyonuna yol açmıştır. Çay hasatında mekanizasyonla beraber insan gücünün kullanımının azaldığı ve bununla maliyetin de azaldığı belirtilmiştir [14].

Çalışmalarında son yıllarda Tayvan'daki hızlı sosyal değişim, endüstriyel ve ticari gelişme, kırsal işgücü, yaşlanan nüfus, yüksek ücretler ve iş gücü kıtlığı, çay endüstrisi için önemli sorunlara neden olduğunu göstermiştir. Böylelikle çay endüstrisinde makinalaşma geleceğin yönü olarak ortaya çıktığı kanaatine varılmıştır.

Yapılan bir ankete göre, çay hasadı sırasında emeğin %87'si, çay üretimi sırasında ise emeğin %5'inin kullanıldığı sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle çay hasadının makinalaştırılması bir öncelik olduğu anlaşılmıştır. Çay yapraklarının mekanik olarak koparılması, elle hasattan 8-15 kat daha iyi hasat verimi sağlamaktadır. Elle toplama ile karşılaştırıldığında, mekanik biçme, üretim maliyetlerini %50-70 oranında azalttığı anlaşılmıştır. Ayrıca çay yaprakları fabrikaya daha kısa sürede (ve dolayısıyla daha taze) ulaştığı için mekanik biçme ayrıca zamandan tasarruf ve üstün kalite sağladığı tespit edilmiştir [15].

Android platformunda geliştirilen bir uygulama ile kontrol edilen çay hasat makinası tasarlandığı belirtilmiştir. Bluetooth ile makina arasında bağlantı kurup, biçerdöver mekanizması olarak adlandırdıkları sistemi, uygulamadan Arduinolara gelen komutlar sayesinde her yönüyle kontrol edebildiklerini belirtmişlerdir. 4 tekerlekli ayaklı bir mekanizmaya sahip bu tasarım 10, 20, 30 rpm hızlarında hareket edebildiğini belirtmişlerdir. Ancak bu tekerlekli sisteme sahip makinanın, eğimli ve engebeli arazilerde kullanıma uygun olmadığı düşünülmektedir [16].

Çayda Hasat yoğunluğu adlı makalede çayın hasat şekline dayanarak sürgün yoğunluğunun nasıl değiştiğine değinmişlerdir. Hasat sırasında sürgünün düz bir şekilde toplanması gerektiğini, bu toplama yöntemiyle çay ağacının yüzeyinin düz bir şekil alacağını belirtmişlerdir. Yüzeyi düz olmayan çay ağaçlarında çay sürgünlerinin ağacın

yan kısımlarında kalacağı ve sürgünün büyümesinin olumsuz etkileneceği düşünülmüştür. Çay hasatında kullanılan manuel yöntemler çay yüzeyinin düz değil oval olmasına sebebiyet verdiği belirtilmiştir. Makina ile yapılan hasattan sonra çay ağacının yüzeyinin düz bir şekil aldığı gözlemlenmiş, çay hasatında makina kullanımının önemi vurgulanmıştır [17].

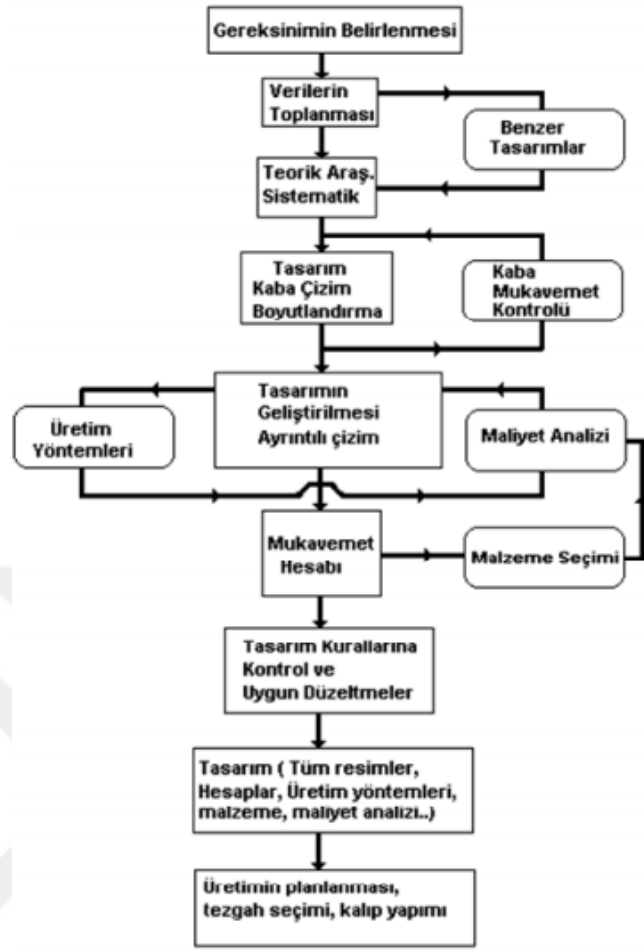
Çalışmalarında yeni bir ürün geliştirmenin nedeninin bir ihtiyacın karşılanması olduğunu, ihtiyaçların ise bir problem karşılığında ortaya çıkmasından kaynaklı olduğunu vurgulamışlardır. Yeni bir tasarım esnasında ilk olarak tasarımın tanımlanan eksiklik ve problemlerin veya tasarımdan istenilen yeni şartların açık ve net bir biçimde tariflenmesi gerekmektedir. Bu da sorunu net bir şekilde tariflenmesi anlamına gelmektedir. Konstrüktif geliştirme tam sorunun ya da geliştirilecek konunun tanımlanması başarı şansını artırır. Mevcut sorun tüm hatlarıyla ortaya konularak açıklanmalıdır. Bunun sebebi mutlak ve maddesel çözümleri etüt etmek, etkili çözümler üretebilmektir. Bu çözümlerin gerçekleştirilmesi ancak mühendislik çalışmaları ile mümkün olabilir [18].

Genel olarak yaş çay yaprağı toplama aşamasında gereken standartların uygulanmaması, kart yaprakları kırmak için ekstra bir makinanın daha kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu da çayın kalite standartlarında bozulmalara sebebiyet vermiştir. Her üretici firma belirli bir isme ve standarda sahip olmayan kendine özgü üretimler yapmaktadır. Ekstra cihaz kullanımı enerji kullanımında da artışa zemin hazırlayacağı için proseslerde istenmeyen bir durumdur. Bu sebepten dolayı uygun toplama yöntemlerinin geliştirilip kullanılmasının oldukça önemli olduğu bilinmektedir [19].

Yapılacak işte minimum hareketle maksimum verimin sağlanması gereksiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması ile doğrudan ilişkilidir. İş yükünün azaltılması işçi maliyetlerini azaltacaktır ve böylelikle ürünlerin rekabet gücünün artmasını sağlayabilecektir. Gereksiz faaliyetlerin ortadan kaldırılması ve en ekonomik şekilde yeniden düzenlenmesi nitelikli iş gücünden çok daha iyi faydalanmayı amaçlar. Uygun çalışma yöntemleri standartlandırılarak işi kimin, ne zaman yaptığını önemsiz hale getirecektir. Sistemdeki faaliyetleri zaman standartlarının hesaplanması plan program yapma, maliyet tahmini yapma, işçi maaşlarının kontrol edilmesi ve teşvikli ücret sistemlerinin oluşturulması

amacıyla yapılan çalışmalar önemli zemin hazırlanmış olur. Üretim aşamasında kullanılan unsurlardan faydalanma oranını artırmak, verimlilik artışının başlıca göstergelerindendir. Bunların başında iş gücü gelir ve diğer üretim unsurlarıyla beraber bir artış sağlanır. İş gücünün eğitilmesi iş etüdünün amacına ulaşması ve kolay sonuç alabilmekte kolaylık sağlanır. Ödüllendirme, gerekli motivasyonun sağlanması, çalışma ortamının görsel açıdan düzenlenmesi vb. çalışma koşullarının iyileştirilmesi açısından oldukça önemlidir [20].

Çalışmalarında aşağıdaki şekilde verilen yöntem kullanılarak tasarımın belirlenmesi için izlenmesi gerektiğini vurgulamışlardır. Makina tasarımı yapılırken genel olarak dikkat edilmesi gereken temel kuralları çizelgede görmenin mümkün olduğunu belirtmişlerdir. Şekle göre ilk aşamada gereksinimler belirlenmeli ve ihtiyaç duyulan parametreler belirlenmelidir. Bunu takiben sistem taslağı çıkarılmalı, iş şeması oluşturulmalı ve ardından makinanın taslak çizim işlemleri gerçekleştirilmelidir. Son aşamada makinanın ana çizimi yapılması, makina parçalarını oluşturan malzemeler belirlenmesi ve mukavemet hesaplarının yapılması ile makina son haline ulaştırılması gerektiğini vurgulamışlardır [21].



Şekil 1. 9. Tasarım aşamaları şematik gösterimi

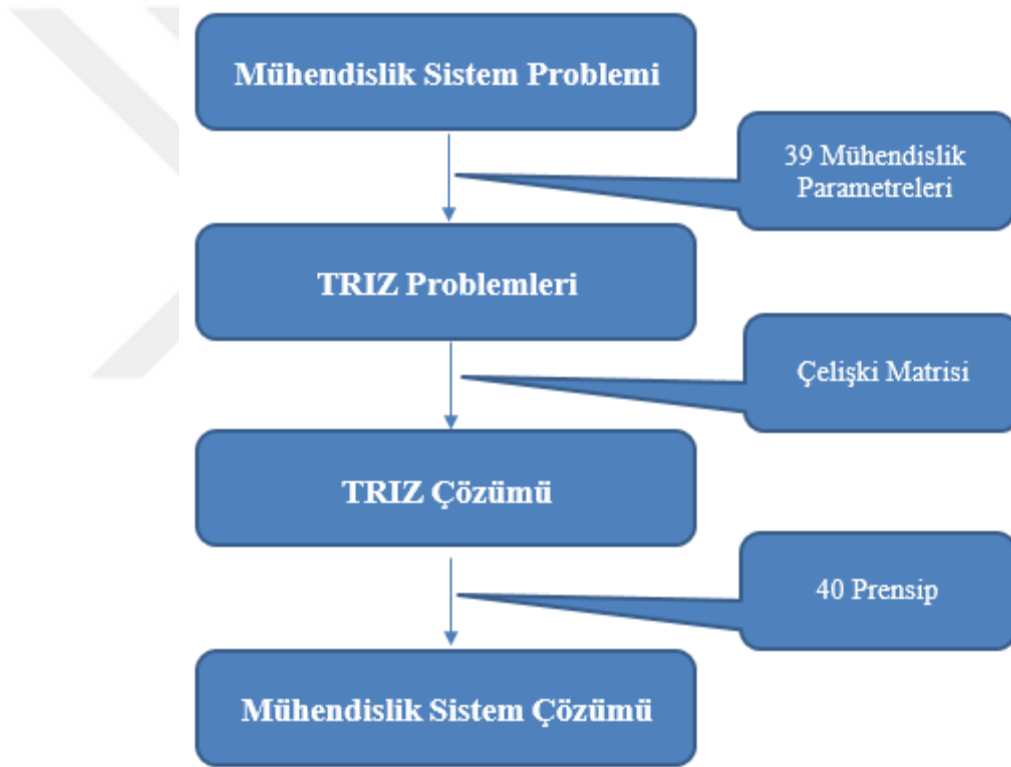
Çalışmalarında Ekici gübreleme cihazı mekanik performansını ve otomasyonunu iyileştirmek için TRIZ' i kullanmışlardır. Mevcut makinanın gübrelemede yaşanan sorunların çözümünün bulunmasında bu yöntem kullanılmıştır. Çalışmada yapılan yeni mekanik tasarım sayesinde otomatik karışımı sağlanan azot, fosfat ve potasyum sayesinde maliyeti düşürülmüş, verimliliği arttırılmıştır. Tarıma uygun, daha işlevsel bir makina sistemi geliştirilmiştir [22].

Çalışmalarında otomotiv uygulaması için senkron bant iletimi TRIZ metodolojisini kullanılarak geliştirilmiştir. Senkron bant sisteminde bulunan kayış tahrik sistemi sorunları giderilmiş, TRIZ ve USIT (Birleşik Yapısal Yaratıcı Düşünme) yöntemleri kullanılarak altı farklı çözüm geliştirilmiş ve tasarımları gerçekleştirilmiştir [23].

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Çay hasatı yapabilmek için ülkemizde çalı kesme, tırpan, çit düzeltme gibi cihazlar kullanılmaktadır. Piyasada ki bu cihazların çay hasatına uygun olmadığı, kullanıcılar tarafından dile getirilmektedir. Bu sebepten dolayı tasarlanan cihaz, çay çalısı yapısına ve hasat zorluklarına karşı tasarlanmıştır. Kesici ekipmanlar, depolama ekipmanları tasarlanmış, motor, akü, vakum motoru için satın alma seçimleri yapılarak çay hasat makinası tasarımı gerçekleştirilmiştir.

Çay hasat makinası tasarım süreci aşağıda şekil 2.1’te gösterilmektedir.



Şekil 2. 1. TRIZ Problem Çözme Modeli

İlk adım, tasarlanacak veya değiştirilecek nesnenin özelliklerini analiz etmeyi gerektirir. Tasarımcı, önemli tasarım parametrelerini ürün tasarım referanslarından, makalelerinden veya müşteri taleplerinden edinmiştir. Çalışmada diğer tasarımlar ve kullanılan cihazlara bakılarak beyin fırtınası yapılmıştır. Bir sonraki adım da beyin fırtınası uygulanmıştır. Nesnenin nasıl tasarlanacağına dair çalışmalar yapılmıştır. Olası sorunları ve / veya tasarım özelliklerini belirlemek için, ürünün özelliklerini iyileştirmek

için araştırmalar yapılmıştır. Bu iyileştirmeler TRIZ kullanılarak mühendislik parametrelerine dönüştürülmüş ve tasarımcı tarafından bu iki parametrelerin çelişkili olup olmadığına karar verilmiştir. Bu parametrelerden herhangi biri çelişkili ise, tasarımcı tarafından çelişki matrisinde kontrolü yapılmıştır. Çelişki matrisindeki gelişen ve kötüleşen mühendislik parametreleri doldurulmuştur. Çözülmesi gereken herhangi bir çelişki durumu yoksa, her yaratıcı ilkeden geçmek ve en çok istenenleri seçmek için tek bir parametre yöntemi uygulanmıştır.

Bu yaratıcı ilkelere sahip olduktan sonra, alt ilkeler kullanılmış ve ürün tasarımı için çözümler aramak amacıyla beyin fırtınası toplantıları yapılmıştır.

Tasarım sorunlarını gidermek ve ürünün konseptlerini önermek için bu çözümler önerilmiştir. Tasarımı yapılacak ürünün konsepti önerildikten sonra benzer ürünler veya ilgili patentler olup olmadığını bulmak için bir ürün araştırması ve / veya bir patent araştırması yapılmıştır.

Çay hasat makinası tasarımı, bu çalışmadaki tasarım sürecinde geliştirilen cihazdır. Tasarım fikirleri beyin fırtınası toplantısı ile önerilmiş ve aşağıdaki şekilde tanımlanmıştır:

1. Çay hasat makinası kesici ağız sorununun çözümü
2. Hasat edilen çayın bir noktada toplamasını sağılayacak cihaz tasarımı
3. Hızlı hasat yapabilme

İyileştirme özellikleri, beyin fırtınası yapılarak, çay hasat makinasının tasarım fikirleri tartışıldıktan sonra tasarım modeli elde edilmiştir. Görseli iyileştirme özellikleri aşağıdaki gibidir:

1. Kesici ağız arazi şartlarına uygun olmalıdır.
2. Vakumlama sistemi tasarımı sayesinde kolay toplama sağılanmalıdır.
3. Bu tasarım değişiklikleri ile hasat sırasında zamandan tasarruf sağılanmalıdır.

2.1. TRIZ Metodunun Kullanılması

Hali hazırda kullanılan üründe yaşanan problemlerin giderilmesi için TRIZ çelişkiler matrisi kullanılacak ve yeni bir makina sistemi tasarımı yapılacaktır. Ürün tasarımı için gerekli listeler oluşturulacak, farklı çözüm yolları belirlenecektir. Kavramsal tasarım tablosu oluşturulup en ideal alternatif seçimi yapılacaktır.

Tezimizde çay hasatında kullanılan çalı biçme makinasının problemlerinden arındırılması için iyileşen ve kötüleşen özellikleri TRIZ çelişkiler matrisinde belirlenmiş ve beyin fırtınası tekniği kullanılarak daha sorunsuz bir kullanım sunan tasarım yapılmıştır.

2.1.1 Çözümün Geliştirilmesi ve Yaratıcı Problem Çözme Tekniğinin Uygulanması

Problemin çözümü için çay hasatı sırasında karşılaşılan sorunlar çözümün geliştirilmesinde etkin rol alacaktır. Burada çözüm için en önemli iki başlık bulunmaktadır bunlar elverişsiz arazi koşulları sebebiyle hasat zorluğu, buna bağlı olarak hasatın uzun sürmesi ve geliştirilecek ürünün kolay kullanımlı olmasıdır. Burada TRIZ çelişkiler matrisi kullanılarak problemin çözümüne yönelik çözüm önerileri araştırılmıştır.

- İyileştirilmesi istenilen özellik / Sorun: kullanılan cihazların ağız yapısının arazi koşullarına uygun olmaması, ürünün ağır olmasıdır. Ayrıca çay hasatında çayların toplanması manuel yöntemlerle yapılmaktadır ve bu çok büyük bir sorun teşkil etmektedir. Bu sorunların çözümü sayesinde günlük hasat oranının artırılması hedeflenmektedir.

- İyileştirmeye karşı kötüleşen özellik / Çelişki: piyasada kullanılan cihazlara göre güvenliğinin artırılması gerekmektedir.

TRIZ çelişkiler matrisinden iyileşen ve kötüleşen özelliklere göre prensipler elde edilmiştir. Tablo 2.1' de tabloya ait bir kesit üzerinden sorun ve çelişkiler gösterilmiştir.

Tablo 2. 1. Çelişkiler Matrisinden Problemin Çözümüne Dair Alınan Kesit

	Kötüleşen faktörler
İyileşen faktörler	27.Güvenilirlik
25- Zaman kaybı	10,30,4
33- Kullanım kolaylığı	17,27,8,40
39- Verimlilik	1,35,10,38

Problemin çözümü için mekanizmaları değiştirilip hasat hızını artış sağlanması planlanmıştır. Farklı yapısı ve vakumla toplama mekanizması ile geliştirilen yeni sistem tasarımı yapılmıştır.

Geliştirilen sistemin tüm parça ve ekipmanlarının sanal ortamda katı modelleri ve imalatı için gerekli tüm teknik resimleri tamamlanarak imalata hazır hale getirilmiştir.

TRIZ teorisinde sorun şu şekilde tanımlanır:

TRIZ metoduna göre iyileşen parametreler: zaman kaybı, operasyon kolaylığı ve verimliliktir. Kötüleşen parametreler: güvenilirliktir. Çelişki matris tablosuna bakıldığında 10 (öncü eylem), 30 (Esnek kabuklar ve ince filmler), 4 (Asimetri), 17 (Boyut değişim), 27 (Ucuz kısa ömürlü nesne), 8 (Anti-ağırlık), 40 (Kompozit malzemeler), 1 (bölümleme), 35 (Parametre değişikliği), 38 (Güçlü oksitleyiciler) alt tasarım iyileştirme prensipleri sunmaktadır. Yeni geliştirilen çay hasat makinası için problemleri birleştirerek, elde edilen tüm yaratıcı ilkeleri tarayıp analiz edilmiş ve sonunda, çay hasat makinasının yenilikçi tasarımına rehberlik eden No 17, 8 ve 15 yaratıcı ilkeler seçilmiştir.

2.2. ay Hasat Makinası Tasarım Planı

Piyasada bulunan çay toplama sırasında kullanılan diğer makinalar ile çay hasat makinası tasarımında sorunlara karşı geliştirilen planlar şu şekildedir:

Plan1: Sınırlı ay hasatı yapan kesici ağza karşı daha ergonomik bir kesici ağız tasarlanmıştır. Bu sayede farklı yapıda olan çay ağaçlarının her noktasından hasat kolaylıkla yapılabilmektedir.

Plan 2: it düzeltme makinasında kesici ağız ileri geri hareket yaptığından dolayı enerjiye çok ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle kesici ağız çalışma prensibi değiştirilmiştir. Tasarlanan makina ayı bir tel yardımı ile kesmektedir. Tel bir elektrik motoru ile makaralar arasında döndürülmektedir. Bu sayede enerji ihtiyacı düşürülmüştür. sistem benzinle değil batarya ile çalışacaktır. ay toplama sırasında kullanılan benzin maliyetide ortadan kalktığı için toplama maliyetide azalacaktır.

Plan 3: ay toplama esnasında çay filizlerini kesildikten sonra, kesici ağzın hemen yanında bulunan bir hazneye toplanması ve çuvallara boşaltılması şeklindedir. Bu işlem çoğu zaman elle yapılmaktadır. Buda toplama süresini uzatmaktadır. ay toplamada en büyük sorunun bu olduğu bilinmektedir. ay hasat makinasında ise yeni bir toplama sistemi geliştirilmiştir. Yeni ay hasat makinasında vakumlu çay toplama sistemi tasarlanmıştır. ay kesim esnasında vakum mekanizması yardımı ile bir sırt çantasında toplanacaktır. Bu mekanizmanın çay toplama işlemini hem kolaylaştıracığı hemde süreyi çok kısaltacağı dşnlmektedir.

2.3. Mevcut Benzinli it Düzeltme Makinası

Piyasada yaygın olarak kullanılan HUSQVARNA markasının, 122HD60 modeli olarak ifade edilen it düzeltme makinası, uzun bir süre test edildikten sonra, hasat yapan çiftçilerin talebi üzerine yeni bir çay hasat makinası tasarımına başlanma kararı alınmıştır. Husqvarna marka makinanın esas üretim amacı; evlerin çevresindeki ve bazı oto yolları

birbirinden ayırmak için kullanılan refüjlerin arasında yer alan, sert yapıya sahip çitleri şekillendirmektedir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2. Husqvarna Çit Düzeltme Makinası

Kızak şeklinde hareket eden dişli bıçaklar, çay hasatına uygun değildir (Şekil 2.3). Bıçak kalınlığı fazla olduğu için çayın yeşil kısmıyla beraber ağacını da kesmektedir. Bu durum çay hasatında istenmeyen bir olaydır. Çayın kalitesini ve sonraki sürümler için verimini düşürdüğü bilinmektedir.



Şekil 2. 3. Çit Düzeltme Makinası Ağız

Şekil 2.4' de çit düzeltme makinası gövde şekli gösterilmektedir. Çit düzeltme makinasında gövde içinde benzinli motor bulunmaktadır. Bu durum kullanıcıya fazladan yakıt maliyeti sağlamakta ve araziye giderken yanında fazladan ağırlık yükü olarak yansımaktadır.



Şekil 2. 4. Çit Düzeltme Makinası Gövde

Benzinli motorun yüksek ses, titreşim, yakıt kokusu ve çevreye saldığı zararlı gazlar gibi dezavantajları da vardır.

Çit düzeltme makinası, bir ip yardımıyla, starter ip makarasını (zemberek yayı) çevirmesiyle ateşlenir (Şekil 2.5). Kullanılan ip, yağışlı ve nemli ortamlardan etkilendiği için sık sık kopma durumu oluşmaktadır. İpin kopması durumunda anlık, kolay tamiri mümkün değildir ve işi aksatmaktadır.



Şekil 2. 5. Çit Düzeltme Makinası Çalıştırıcı

Çit düzeltme makinasının çay biriktirme haznesi torba şeklindedir (Şekil 2.6). Torbanın, çayı içerisinde muhafaza edecek yapısı yoktur. Hasat sırasında çayın dışarıya dökülme durumu sürekli gerçekleşmektedir.



Şekil 2. 6. Çit Düzeltme Makinası Çay Haznesi

Kullanıcı çit düzeltme makinasını kullanırken çayın dökülmesini engelleyecek bir çözüm olmadığı için sürekli olarak el ile müdahale etmek zorunda kalmaktadır. Bu durum kullanıcıya zaman kaybettirmektedir. İş ve enerji kaybına yol açmaktadır.

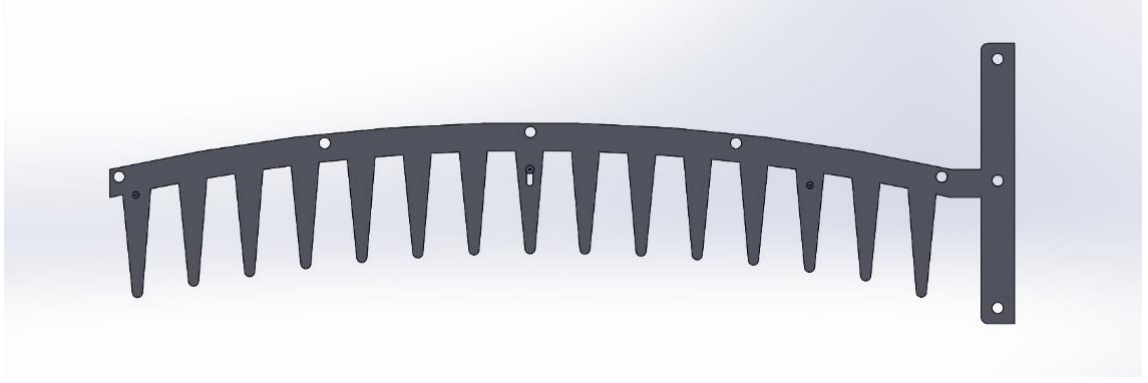
2.4. Çay Hasat Makinası Tasarımı

Triz metodu kullanılarak mevcut cihazların sorunları ve kısıtlamaları tartışılıp, yeni tip kesici ağızlı ve toplama mekanizmalı çay hasat makinası geliştirilmiştir.

2.4.1. Kesici Ekipmalar Tasarımı

2.4.1.1. Tarak Tasarımı

Piyasada çay hasatında kullanılan çit düzeltme cihazlarındaki en büyük sorun kesici ağızın çay hasatına uygun olmamasıdır. TRİZ tasarım yöntemi kullanılarak kesici ağız yapısının yeni tasarımı için farklı tasarımlar üzerinde düşünülmüş ve en ergonomik tasarımı bulabilmek için çalışmalar yapılmıştır. Sonuçta çay arazilerine ve hasata en uygun tasarımın şekil 2.7' de görüldüğü gibi olması gerektiğine karar verilmiştir.



Şekil 2. 7. Tarak Tasarımı

Tarak, üzerinde tel, makara ve makara yuvaları bulunan tarak şeklinde kesici ekipman elemanlarından biridir. Çay ağacı ile sürekli temas halinde olan kısımdır. Oval veya düz çay ağacı farketmeksizin kesim yapabilmesi için tarak hilal şeklinde tasarlanmıştır. Dişler arasındaki boşluk 15 mm olup çayı bir araya toplamaya yaramaktadır. Tarak, kesici telin hemen altındadır. Çay filizi dışındaki dalların kesilmesine engel olması, hemde kesici telin korunması için tasarlanmıştır. Tarağın yatay uzunluğu 450 mm dir. Hem düz hemde oval şekle sahip çay ağaçlarında, kesim hızı ve süresinin düşmemesi için ideal uzunluğun verilen değer olduğu düşünülmektedir. Tarak dişlerinin boyları 55 mm olup, uç kısımlarından 5 mm ile başlayarak 15 mm kalınlığa ulaşana kadar devam etmektedir. Uç kısmının verilen ölçülerde tasarlanmasının sebebi tarak dişlerinin çay yaprakları arasına daha rahat hareket etmesi sağlanıp kesim hızını arttırmaktır. Hilal şeklinde tasarlanan tarağın radiusu ise 1025 mm dir. Çay ağacının oval şekline en uygun açının verilen radius değeri olduğu düşünülmüştür. Dişlerin bağlı olduğu hilal kısmın dikey uzunluğu 15 mm dir. Bu durumda tarağın dikey uzunluğu sabitleme kısmı dışında 70 mm olmaktadır. Tarağın üzerinde 5 adet vida deliği bulunmaktadır. Bu delikler tarak desteği ve torabanın sabitlenmesinde kullanılacak vidalar için tasarlanmıştır.

Tarak üretiminde kullanılması düşünülen malzeme 1000-3000 serisi alüminyum alaşımlarıdır. Bu malzemenin tercih edilmesinin en önemli sebebi yüksek mukavemeti, hafifliği ve atmosferik şartlarda korozyona dirençli olmasıdır. Alüminyum ve alaşımları işlenmesi kolay bir malzemedir. Çay hasatı yapılan bölgeler genellikle yağışlı ve yüksek neme sahip olduğu için malzemelerde oksitlenme görülmektedir. Ancak alüminyumun

oksijen ile tepkimeye girmesiyle malzemenin üzerinde oluşan koyu gri alümin adı verilen tabaka, malzemeyi oksitlenmeye karşı daha dirençli hale getirmektedir [24]. Malzemenin bu özellikleri göz önünde bulundurulduğunda tasarımda kullanılması uygun görülmüştür. Cıdarı 3 mm dir. Hafifliğinden ödün vermemek için bu ölçü verilmiştir.

Çit düzeltme makinasının düz şekilde tasarlanan ağzı, oval çay ağaçlarında istenilen hızda hasat yapımını gerçekleştirilememiştir. Bu nedenden ötürü çay hasat makinasında oval ağız tasarımı tercih edilmiştir.

2.4.1.2. Tarak Desteği Tasarımı

Hasat sırasında kesici ekipmanlardan olan tarağa destek olması için tasarlanmıştır (Şekil 2.8). Tarağın üst kısmına montajı yapılarak, çay hasatı sırasında gelebilecek darbelere karşı tarağın şeklini koruması ve tarağın torbanın ağırlığından etkilenmemesi için tasarlanmıştır. Uzunluğu 452 mm, genişliği 13 mm olup tarağın dişleri taşıyan ve torbayı taşıyan kısmını tamamen kaplayacak şekilde ölçülendirilmiştir. Malzemesi tarakla aynı olup 1000-3000 serisi alüminyum alaşımlardan seçilecektir.

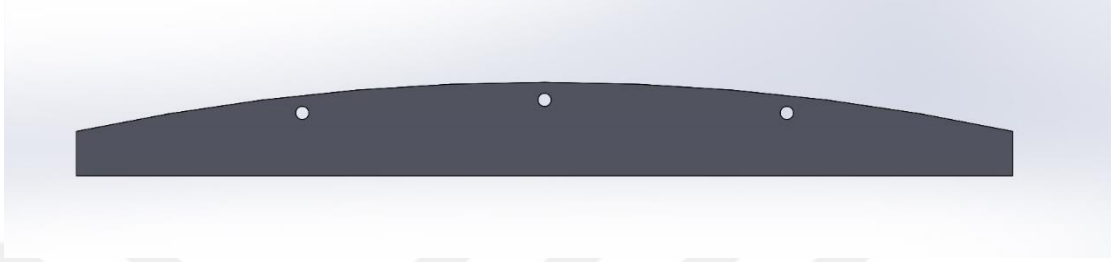


Şekil 2. 8. Tarak Desteği Tasarımı

2.4.1.3. Tarak Kapağı Tasarımı

Tarağın üzerindeki makaraları ve kesici teli korumak amaçlı, hareketli mekanizmanın ise el ile oluşabilecek temasını minimuma indirmek için tasarlanmıştır (Şekil 2.9). Çay hasatı yaparken makara yatağına tozların ve otların girmesi mümkündür. Makara yataklarına giren toz ve otlar, makaraların hareket kabiliyetini düşürebileceği düşünülmüştür. Ayrıca dakikada 1000 devir atacak olan kesici telin el ile teması sonucu istenmeyen sonuçlar

doğuracağı ön görülmüştür. Temas ihtimalini minimuma indirmek, toz ve otların makara yataklarına sıkışmasını engellemek için ile tasarlanmıştır. Uzunluğu 421 mm yüksekliği ise 20 mm dir. Cıdarı 1 mm dir. uzunluğunun taraktan daha kısa olmasının sebebi; toplam ağırlığın olabildiğince önüne geçmektir. Makara ve kesici telin korunmasının yeterli ve uygun olacağı düşünülmüştür. 1000-3000 serisi alüminyum alaşımlardan seçilen malzeme ile üretilecektir.



Şekil 2. 9. Tarak Kapağı Tasarımı

2.4.1.4. Tarak Makarası ve Motor Makarası Tasarımı

Kesici teli hareket ettirmek için tasarlanan makaralar, tarak makarası ve motor makarası olarak iki farklı şekilde modellenmiştir (Şekil 2.10). Tarak makarası rulmanlıdır. Rulman kullanılmasındaki amaç, makara yatağındaki sürtünmeyi azaltıp, iş ve enerji kaybını en aza indirmektir. Rulmanlı makara üç adet olup tarağın baş, orta, ve uç kısmına montaj edilecektir. orta kısma montaj edilecek rulmanlı makara, gerektiği zaman kesici telin gerginleştirilip gevşetilmesini sağlayacak şekilde tasarlanmıştır. somun ve rondela ile tarağa sabitlenmiştir. Motor makarası ise motorun hareket milinin ölçülerine uygun olarak, herhangi bir boşluk ve gevşeme olmaması için şekil 2.10 (b) de görüldüğü gibi tasarlanmıştır. Motor makarası motorun hareket miline montaj edilecektir.

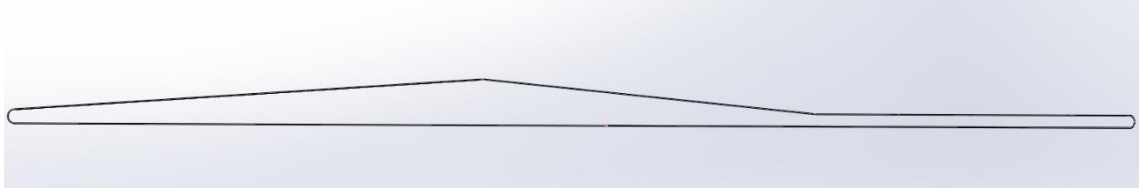


Şekil 2. 10. (a) Tarak Makarası Ve (b) Motor Makarası

Üretiminde kullanılması düşünülen malzeme paslanmaz çeliktir. Bu malzeme yüksek korozyon dayanımına, yüksek sıcaklığa, yüksek mekanik dayanıma ve uzun ömre sahiptir. İmalatı kolaydır. Makinanın kullanımı sırasında makaralardaki; nem ve yağışın etkisiyle oluşacak olan korozyonun, kesici tel ile uzun süreli temas sonucunda oluşacak mekanik hasarların, imalattaki yüksek maliyetin ve uygulama zorluğunun önüne geçmek için paslanmaz çeliğin kullanılması uygun görülmüştür [25].

2.4.1.5. Kesici Tel Tasarımı

Tarak dişlerinin arasındaki çayları kesmesi için tasarlanmıştır. Telin hareketi, motora bağlı makara ile başlayıp, taraktaki makaralara aktarmasıyla gerçekleşmektedir. Telin çapı 0,4 mm olarak tasarlanmıştır. Kesici olarak tel kullanılmasındaki sebepler; hafiflik, yüksek kesme kabiliyeti, hassasiyet ve küçük çapı sebebiyle de küçük boyutta hareket mekanizmasına ihtiyaç duymasıdır. Telin hafifliği ve küçük boyutta hareket mekanizmasına ihtiyaç duyması, motora binen yükü azaltacağı için motorun daha az enerji harcamasını sağlayacaktır. Üretiminde kullanılması düşünülen malzeme paslanmaz çeliktir. Telin çapı oldukça küçük olduğu için ince yapıdaki çay sürümlerini çok az güç ile rahatlıkla kesebileceği düşünülmektedir.



Şekil 2. 11. Kesici Tel Tasarımı

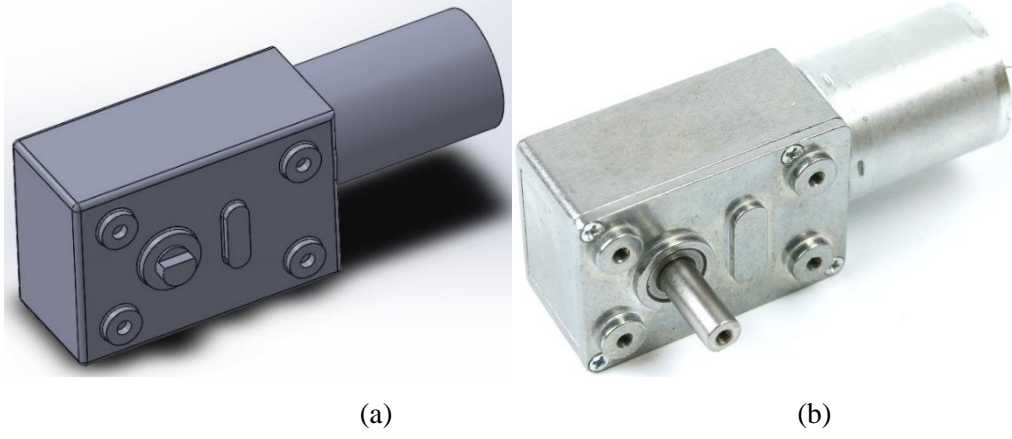
Birbiri üzerinden kayarak hareket eden çit düzeltme makinasının bıçaklarında, kısa aralıklarla yağ bakımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durum kullanıcıya fazladan maliyete sebep olmaktadır.

2.4.2. Akü, Akü Şarj Aleti, Motorların Seçimi Ve Tasarımı

2.4.2.1. L Tipli Redüktörlü DC Motor Seçimi

Çay hasat makinasında elektrikli motor kullanılacaktır. Çit biçme makinası benzin motorludur. Çıkardığı ses yüksek ve titreşimi fazladır. Elektrikli motoru benzinli motorun akisine sessiz ve titreşimsiz çalışmaktadır.

Çay hasat makinasında motorun L tipi seçilmesinin sebebi, sabit plaka ile montaja uygun olmasıdır (Şekil 2.12). Kesme takımından teli hareket ettirmek için kullanılacaktır. Makaranın motor miline bağlanması ile hareket, tele aktarılacaktır. Motor redüktörlüdür. Kullanıcının, kendi kabiliyetine ve arazi şartlarına göre en ideal hız aralığını belirleyebilmesi için redüktörlü motor tercih edilmiştir. Ağırlığı 152 gramdır. Çalışma voltajı 24 voltur. Devri 1000 rpm/dk dır. Motor çapı 24 mm, redüktör çapı dikdörtgen 47 mm x 32 mm dir. Mil çapı 6 mm dir. Motorun mil uzunluğu 20mm dir [26]. Fakat tasarım ölçülerimize uygunluğu gereği ve makara ile uyumlu çalışabilmesi için motor mili 4 mm olarak tasarlanmıştır.



Şekil 2. 12. (a) L Motor Solidworks Modelleme, (b) L Motor orjinal Görüntü

Çit düzeltme makinası 4050 kesim/dk hızına sahiptir. Hareket hızı yüksek olduğundan kesim gerçekleştiren makinanın enerji ihtiyacı fazladır. Çay hasat makinasının ise 1000 rpm/dk hızla çalışması ön görülmektedir. Buda çay hasatı için yeterli olduğu düşünülmektedir. Enerji ihtiyacı çit düzeltme makinasına göre daha azdır.

L motorun redüktör aralıkları ve teknik özellikleri aşağıda verilen tablodaki gibidir.[7]

Tablo 2. 2. L Motor Redüktör Aralıkları ve Teknik Özellikleri

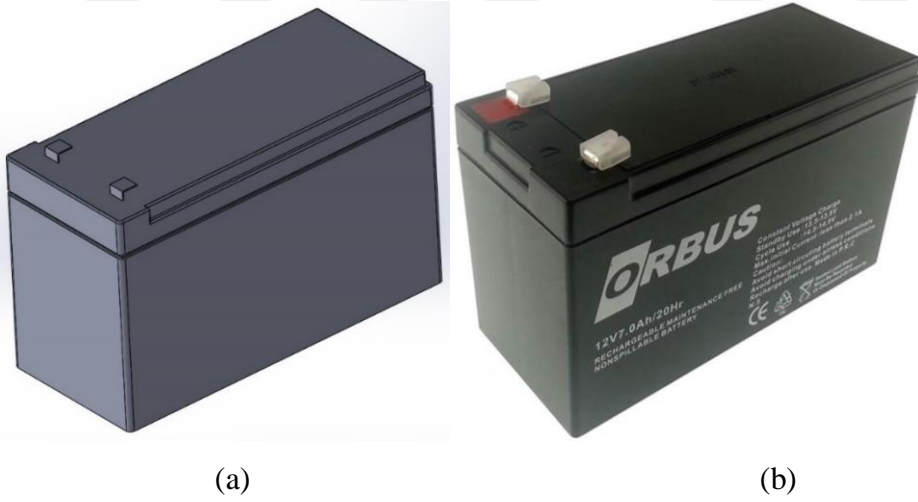
MOTOR ADI	MOTOR HIZI	ÇALIŞMA AKIMI	ZORLANMA AKIMI	TORK/KUVVET
12V 5 RPM	5 Devir / Dakika	45 mA	2,35 Amper	9,3 kg-cm
12V 10 RPM	10 Devir /Dakika	55 mA	2,20 Amper	7,7 kg-cm
12V 30 RPM	30 Devir /Dakika	65 mA	2,10 Amper	6,5 kg-cm
12V 50 RPM	50 Devir /Dakika	70 mA	1,95 Amper	6,3 kg-cm
12V 55 RPM	55 Devir /Dakika	90 mA	1,90 Amper	6,2 kg-cm
12V 90 RPM	90 Devir /Dakika	110 mA	1,85 Amper	5,8 kg-cm
12V 100RPM	100 Devir/Dakika	120 mA	1,80 Amper	5,5 kg-cm
12V 120RPM	120 Devir /Dakika	135 mA	1,70 Amper	4,7 kg-cm
12V 200RPM	200 Devir /Dakika	140 mA	1,65 Amper	4,1 kg-cm
12V 300RPM	300 Devir /Dakika	165 mA	1,60 Amper	3,7 kg-cm
12V 500RPM	500 Devir /Dakika	190 mA	1,45 Amper	13,8 kg-cm
24V 10 RPM	10 Devir / Dakika	90 mA	2,95 Amper	11,5 kg-cm
24V 15 RPM	15 Devir / Dakika	120 mA	2,90 Amper	11 kg-cm
24V 60 RPM	60 Devir / Dakika	130 mA	2,85 Amper	10,2 kg-cm
24V 100RPM	100 Devir /Dakika	145 mA	2,85 Amper	9,7 kg-cm

24V 110RPM	110 Devir /Dakika	180 mA	2,65 Amper	8,8 kg-cm
24V 180RPM	180 Devir /Dakika	220 mA	2,60 Amper	8,5 kg-cm
24V 200RPM	200 Devir /Dakika	265 mA	2,50 Amper	8,3 kg-cm
24V 400RPM	400 Devir /Dakika	280 mA	2,40 Amper	7,5 kg-cm
24V 600RPM	600 Devir /Dakika	335 mA	2,35 Amper	6 kg-cm
24V1000RPM	1000Devir/Dakika	395 mA	2,20 Amper	5,5 kg-cm

2.4.2.2. Jel Akü Seçimi

Çay hasat makinasında gövdenin içerisine sökülebilir şekilde sabitlenmiş tek bir jel akü vardır ve tek şarjla 12 saate kadar çalışabilmektedir (Şekil 2.13).

Jel akü, sabit plakaya akü tutucu ile sabitlenecektir. L motor ve elektronik devreye enerji sağlayacaktır. Jel akü tercih edilmesinin sebebi, küçük fizikel boyutlarla daha çok enerji tutabilmesidir. Ağırlığı 1.09 kg dır. Uzunluğu 150 mm, genişliği 65 mm, yüksekliği 90 mm dir. Marka ve model üretim sırasında farklı olarak tercih edilebilir. Tasarım için teknik özellikleri uyan bu akü örnek alınmıştır. Akü 12 volt 7 amperdir [27].



Şekil 2. 13. (a) Jel Akü Solidworks Modelleme, (b) Jel Akü Orijinal Görüntü

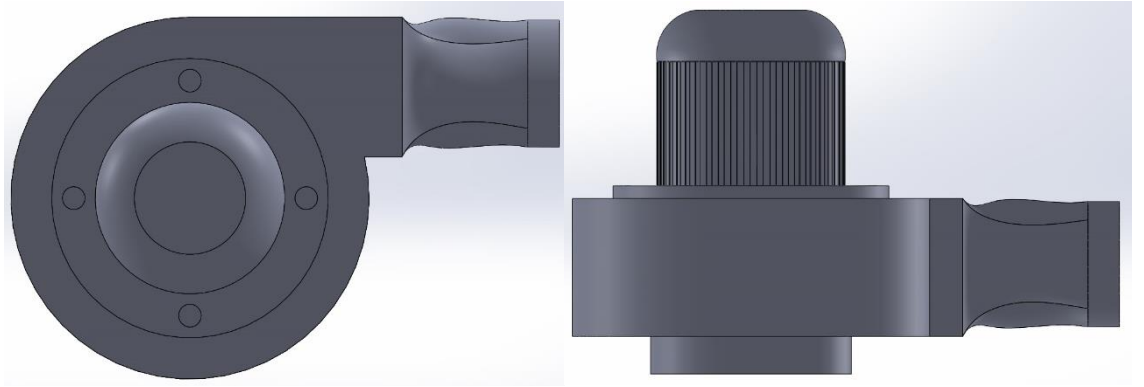
Motor teknik özelliklerine göre seçilmiştir. Motorun 1000 rpm de kullandığı akım 2.2 amperdir. Motorun volt değeride kullanılarak; $R=V/I$ denkleminden motorun direncini $R = 24/2.20 = 10.90$ watt olarak hesaplandığı için 12 volt 7 Amperlik değerlere sahip akü seçilmiştir.

2.4.2.3. Vakum Motorunun Belirlenmesi Ve Tasarımı

Çit düzeltme makinasının torbası çay yapraklarını biriktirmeye uygun değildir. Genellikle çay biçildikten sonra elle toplanmaktadır.

Çay hasat makinasında farklı tip çay toplama ünitesi tasarlanmıştır. Bu sistemin çok verimli olduğu düşünülmektedir.

Sistemde bir vakum motoru mevcuttur ve hasat edilen çayı sırt torbasına biriktirmektedir (Şekil 2.14). Motor pervanesi sayesinde hava akışı sağlanıp, hasat edilen çayı hortum aracılığı ile sırt torbasında biriktirecek şekilde tasarlanmıştır. Hasat edilen çay, vakum sayesinde kesildikten sonra dökülmeyecek sırtta bulunan depoya aktarılacaktır. Bu sayede kullanıcı hızlı bir şekilde hasat yapabilecektir. Çay yaprakları ile dolan torba, vakumun ters yönde çalıştırılması ile çayı çektiği hortumdan ters yönde hareketi ile kullanıcının belirleyeceği bir yere hızlı aktarılabilir şekilde çalışması planlanmıştır.



Şekil 2. 14. Vakum Motor

Kullanılması planlanan vakum motorunun tüm özellikleri aşağıdaki gibidir.

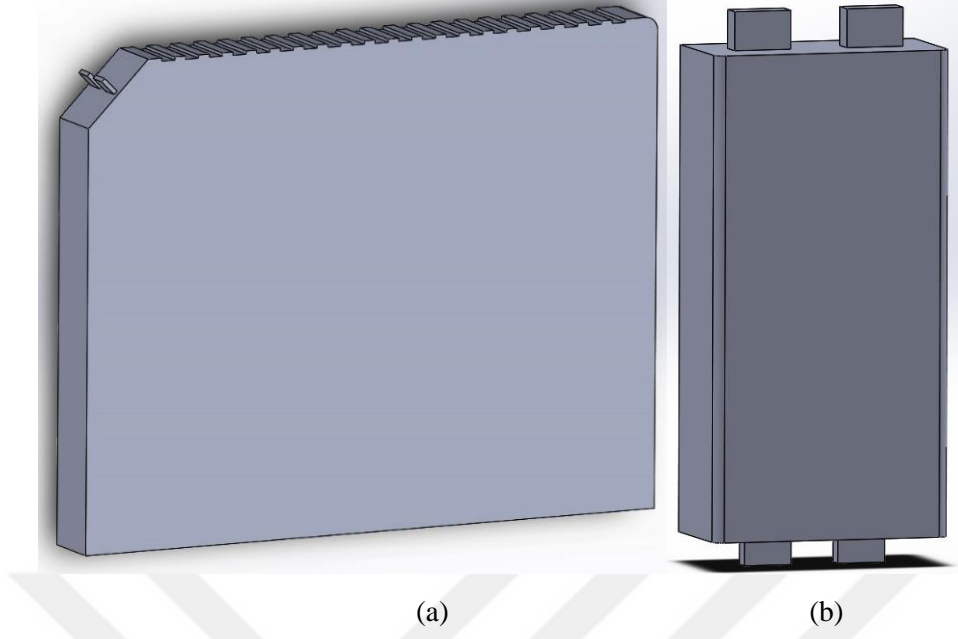
Bu motor Wuxi Juoshe Jiangnan fan fabrikasında üretilen JN marka elektrikli üfleyici örnek alınarak, çay hasat makinası projemize uygun şekilde tasarlanmıştır.

Vakum motorunun kasa kısmı çelikten üretilmiştir. Çelik malzeme seçilmesindeki sebep oksitlenmemesi ve dışarıdan gelebilecek darbelere karşı yüksek mukavemetli olmasıdır. Ancak makinanın üretileceği dönemde ekonomik durum göz önünde bulundurularak oksitlenmeye ve darbelere karşı dirençli, farklı malzemeler tercih edilebilir. Vakumun açıkta kalan motor kısmına püskürtme plastik uygulanmıştır. Bunun sebebi motorun su ile temasını önlemektir. Plastik püskürtme prosesinin maliyeti düşüktür ve uygulaması kolaydır. Vakum pervanesi galvanizli metal levhadan üretilmiştir. Pervanenin hafif olması istendiği için metal malzeme tercih edilmiştir. Metal malzeme su ve hava ile temas etmesi durumunda oksitlenebilmektedir. Bu durumun önüne geçmek için pervane galvaniz ile kaplanmıştır.

Motorun harcadığı güç 0.04 Kw dir. Anma gerilimi 220 V 15 amper dir. Pervanenin dönüş hızı 2800 r/dk dir. Hava akışı 160 m³/S dir. Toplam basınç 250 pa dir. Motorun çıkardığı gürültü ise maximum 60 dB dir ve toplam ağırlığı 2,7 Kg dir [28].

2.4.2.4. Akü Tasarımı Ve Güç Dönüştürücü Seçimi

Vakum motorunun çalışması için özel olarak akü tasarlanmıştır (Şekil 2.15). Vakum aküsünün boyutu ve şekli, taşıma ve muhafaza için ergonomik şekilde dizayn edilmiştir. Sırt torbasının ön kısmında akü için tasarlanan özel bölmede muhafaza edilecektir. Güç dönüştürücü ise akünün enerjisini vakum motoruna uygun şekilde dönüştürmesi için tasarlanmıştır. Güç dönüştürücü aküye sabitlenecektir.



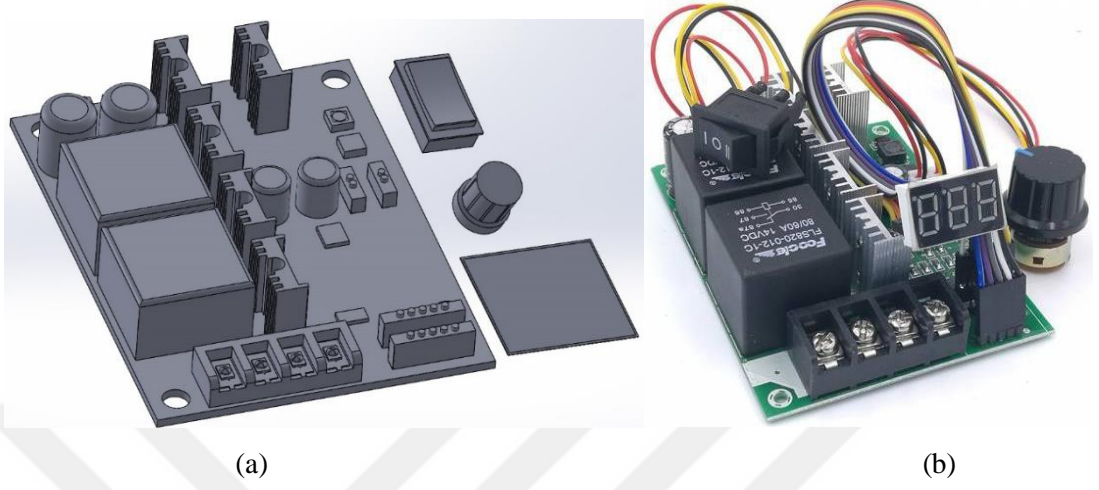
Şekil 2. 15. (a) Vakum Aküsü, (b) Güç Gönüştürücü

Akü 12 volt 15 amper olarak üretilecektir. Bunun sebebi vakum motorunun ihtiyaç duyacağı gücü karşılayabilmesidir. 220 volt 15 amper olan vakum motoru, ortalama 10 saat çalışma süresine sahip olacaktır. Güç dönüştürücü ise 15 amper olarak üretilecektir. Aküden gelen 15 amperi sorunsuz şekilde vakum motoruna iletebilmesi için dönüştürücünün amper değeri 15 olarak belirlenmiştir. Dönüştürücünün kullanım amacı akünün 15 voltluk giriş gücünü motora 220 volt çıkış gücü olarak iletebilmesidir. Akünün ağırlığı yaklaşık 1 kilogram olacaktır.

2.4.2.5. Redüktörlü DC Motor Hız kontrolörü Seçimi

Hız kontrolörü, redüktörlü motorun çalışabilmesi için aküden çektiği akımın kontrolünü sağlamak amacıyla kullanılacaktır (Şekil 2.16). kontrolörün çalışma gerilimi aralığı 9 v - 60 v, akımı ise 1 A ile 60 A arasındadır. Hız potansı aralığı ile motorun hızı istenilen seviyeye ayarlanabilmektedir. Hız aralığı %0 ile %100 arasındadır. Kullanıcının çay hasatı yaparken en ideal hız aralığını seçebilmesi için dijital ekranlı hız kontrolörü tercih edilmiştir. Kontrolör, üzerinde bulundurduğu güç anahtarı ile kullanıcının istediği zaman

gücü kesmesini mümkün kılmaktadır. Kontrolörün uzun kenarı 100 mm, kısa kenarı 75.7 mm, yüksekliği ise 28 mm dir [29]. Sabit plakanın alt kısmına montajı yapılacaktır.

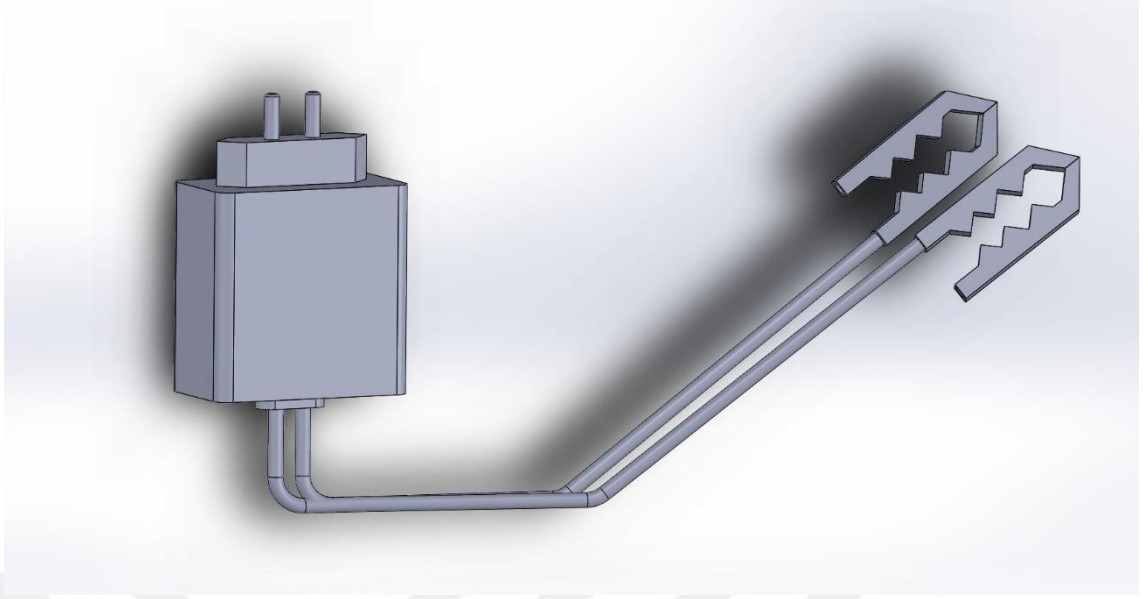


Şekil 2. 16. (a) Hız Kontrolörü Soliworks Modelleme, (b) Hız Kontrolörü Orijinal Görüntü

Alt kapağın içinde olduğu için suya ve darbelere karşı korunacaktır. Ekran sabit plakanın üst sol kısmına, güç düğmesi ve hız potansı plakanın sağ kısmına yerleştirilecektir. Su, toz ve darbelerden korunmaları için açılıp kapanabilen şeffaf kapaklar kullanılacaktır.

2.4.2.6 Akü Şarj Aleti Tasarımı

Tasarlanan çay hasat makinasında kullanılması düşünülen aküler, şarj edilebilme kabiliyetine sahiptir. Bu sayede her enerji tükeniminde yeni akü veya yeni yakıt alma sorunu ortadan kalkmış olacaktır. Şarj aleti 12 volt 7 amper özelliklerinde tasarlanmıştır. Bu şekilde tasarlanmasının sebebi akülere uygun şartları sağlaması içindir.



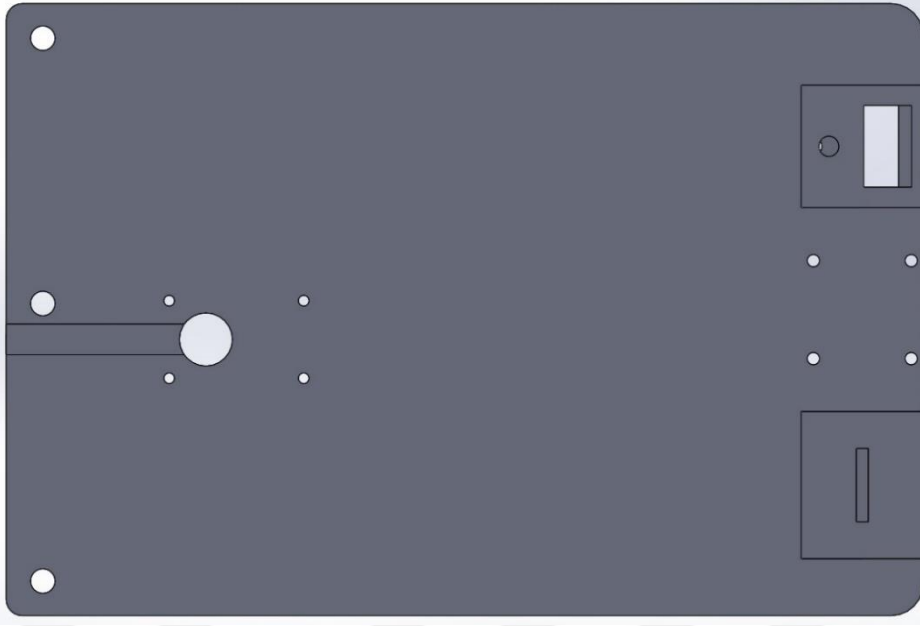
Şekil 2. 17. Akü Şarj Aleti Tasarımı

Adaptörden gelen kabloların uçlarında bulunan mandallar, akülerin kutup başlarına takılarak kullanılır.

2.4.3. Gövde Elemanları Tasarımı

2.4.3.1. Sabit Plaka

Sabit plaka; kesici takım, kabzalar, redüktörü motor, elektronik devre ve bu devreye bağlı olan elemanları (hız potansı, açma-kapama düğmesi, hız gösterge ekranı), akü, üst kapak, alt kapak vey yan kapakları taşıyacak olan kısımdır (Şekil 2.18). 150 mm dikey uzunluk, 225 mm yatay uzunluk, 10 mm et kalınlığına sahip olan sabit plaka, üzerinde taşıyacağı malzemelerde hesaba katılarak, mümkün olan en küçük ölçülerde çizilmiştir.

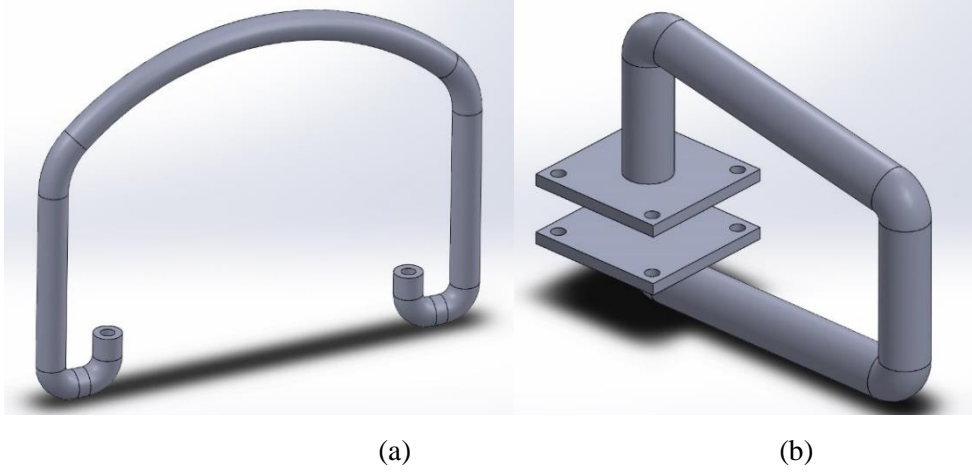


Şekil 2. 18. Sabit Plaka

Sabit plakada kullanılması düşünülen malzeme peek malzemedir. Kimyada polietereterketon olarak bilinen peek malzeme, yüksek mekanik dirence ve yüksek kimyasal dirence sahip ve mühendislik plastikleri grubundan bir malzemedir. Oldukça yaygın ve bulunabilir bir malzeme olduğu için maliyeti düşük, işlenmesi kolaydır. Malzemenin mekanik özellikleri; yüksek çekme mukavemeti, yüksek sertlik, sünme direncidir. Ayrıca bükülmeye ve basınç gerilmelerine karşı dirençlidir [30]. Sabit plaka üzerinde ağırlık taşıyacağı için sürekli basınca maruz kalacaktır. Peek malzemenin verilen özellikleri göz önünde bulundurulduğunda üretim için en uygun malzeme olacağı düşünülmüştür.

2.4.3.2. Ön ve Arka Kabzalar Tasarımı

Sabit plakaya montajlanacak olan kabzalar, hasat sırasında makinanın kullanımını kolaylaştırmaları için tasarlanmıştır (Şekil 2.19). Her iki elle de kullanıma uygun olacak şekilde tasarlanmıştır. Kabzaların, makina kullanıcısının eline hasar vermemesi için el ile temas edecek kısımlarında küt kesime yer verilmeyip, silindirik şekilde modellenmiştir.

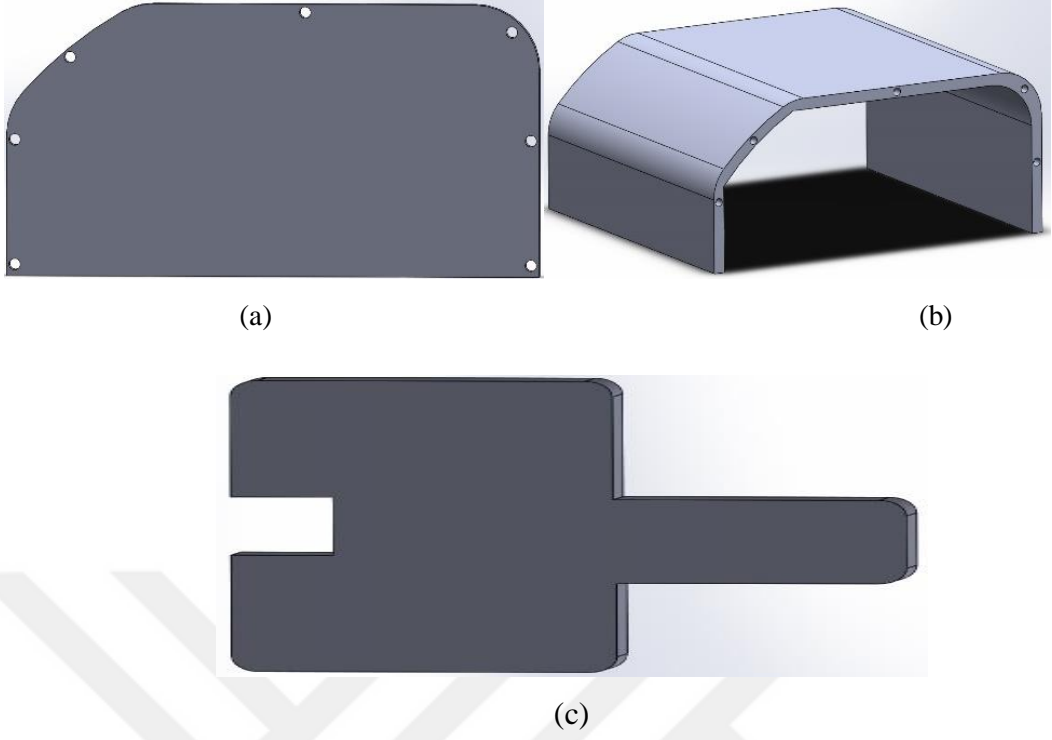


Şekil 2. 19. (a) Ön Kabza Ve (b) Arka Kabza

Uzun süreli kullanımda ellerin, kabzalar ile temas eden kısımlarında oluşabilecek sürtünme etkilerini önlemek ve hafif olması için poliamid(naylon) kullanılması düşünülmektedir. Bu malzemenin tercihindeki sebepler; ucuz olması ve uygulamasının kolay olması, hafif olması, iyi mekanik dayanım, aşınma direnci, tokluk ve suya olan dayanıklılığıdır [31].

2.4.3.3. Dış Kapaklar Tasarımı

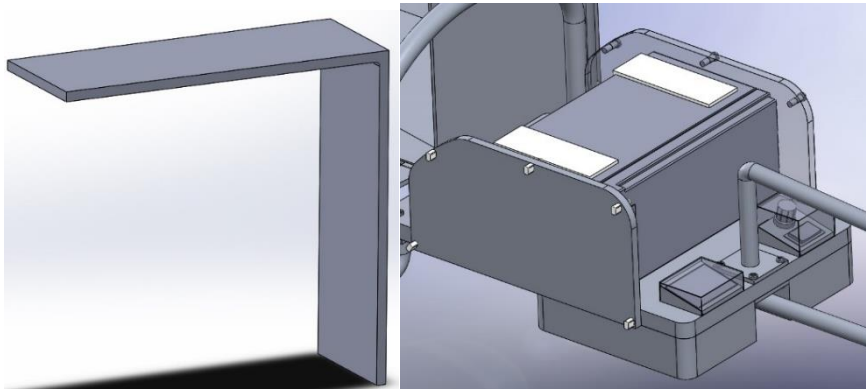
Sabit plakaya montajlanacak bu kapaklar, aküyü, kablo bağlantılarını, elektronik devreyi ve redüktörlü motoru korumak amaçlı tasarlanmıştır (Şekil 2.20). Üst kapak ve alt kapak el ile sökülmeyecek şekilde sabitlenecektir. Yan kapak ise ihtiyaç halinde akü değiştirmek için el ile rahatça sökülebilecek vidalar ile sabitlenecektir. Alt kapak, çay ağacı ile sürekli temas halinde olacağı için mekanik özellikleri yüksek olan, sabit plakadaki gibi peek malzemeden üretilmesinin uygun olduğu ve üst kapak ve yan kapakta yine aynı malzemeden üretilmesinin uygun olduğu düşünülmektedir.



Şekil 2. 20. (a) Üst Kapak, (b) Yan Kapak, (c) Alt Kapak

2.4.3.4. Akü Sabitleme Desteği

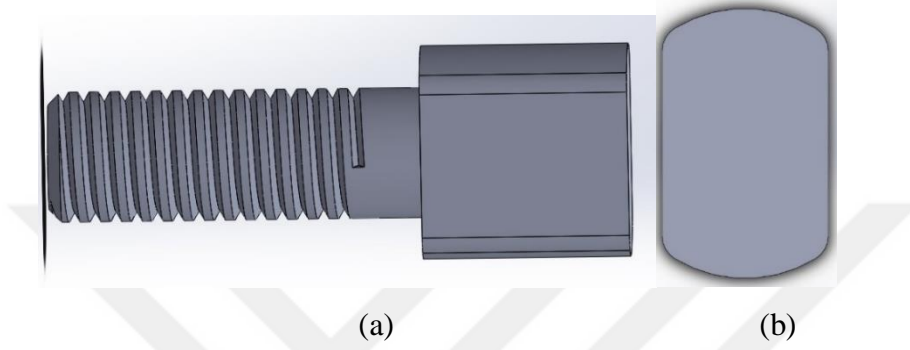
Akü sabitleme desteği; sabit plakaya montajlanacak olup, hasat sırasında akünün hareket etmesini engellemek amacıyla tasarlanmıştır (Şekil 2.21). Akü desteği, 65 mm iç yükseklik, 70 mm yatay uzunluk ölçüleri ile akünün boyutlarına göre modellenmiştir. Üretimde kullanılması düşünülen malzeme peek malzemedir.



Şekil 2. 21. Akü Sabitleme Desteği

2.4.3.5. Yan Kapak Vidası

Yan kapağın montajı için tasarlanmıştır. İhtiyaç durumunda akünün, kısa sürede ve kolay bir şekilde değiştirilebilmesi için vidalı yan kapak düşünülmüştür (Şekil 2.22). Çay hasatında zamanın önemi düşünülerek, vidayı söküp takmak için hiçbir araç gerekmeyecek şekilde modellenmiştir. El ile kolay bir şekilde sökülüp takılabilecektir. 7 adet vida kullanılacaktır.



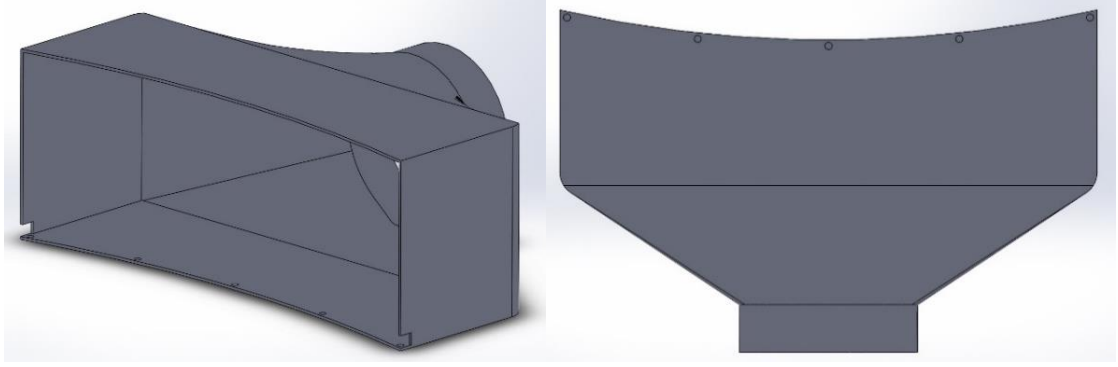
Şekil 2. 22. (a) Yan Kapak Vidası Ön Görünüş, (b) Yan Kapak Vidası Üst Görünüş

Üretimde kullanılması düşünülen malzeme; sökme ve takma işlemlerinde vida yatağıyla sürekli sürtüneceği için mekanik özellikleri ve hafif olması sebebiyle peek malzemenin kullanımı uygun görülmüştür.

2.4.4. Aktarma Ve Sırt Ekipmanları Tasarımı

2.4.4.1. Kesici Ekipman Torbası Tasarımı

Kesici ekipman torbası; tarak yardımıyla, kesici tel tarafından kesilen çayın, dağılmasını engelleyen parçadır. Vakum hortumuna gidecek olan çayın, bir araya toplanarak transferini kolaylaştırmak amaçlanmıştır. Cıdarı 2.5 mm dir. Yatay uzunluğu 250 mm, dikey uzunluğu 170 mm dir. Ölçüler, çay sürümlerinin torbanın içinden sorunsuz bir şekilde geçmesi için belirtilen boyutlarda verilmiştir. Torba, tarağa monte edilmiştir. Tarak yuvası 11 mm yüksekliğe, 13,5 mm derinliğe sahiptir. Tarak ile montajında sorun çıkmaması için hilal kısmı tarakla aynı radiusta tasarlanmıştır (Şekil 2.23).



Şekil 2. 23. Kesici Ekipman torbası Tasarımı

Ekipman torbasının üretiminde kullanılması düşünülen malzeme, termoplastik grubundan olan polipropilendir (PP). Polipropilen tercih edilmesinin sebepleri; düşük maliyetli olması, hafifliği, yüksek nem ve yüksek sıcaklık koşullarına dayanıklılık ve yorulmaya karşı iyi direnç göstermesidir. Malzemenin tercih edilmesindeki bir diğer önemli sebep ise düşük sürtünme katsayısına sahip olmasıdır. Kesici ekipman torbası, hasat sırasında çay ağacı ile sürekli temasta ve sürtünme halinde olacağı için, diğer özellikleriyle beraber en uygun malzemenin polipropilen olacağı düşünülmüştür [32].

2.4.4.2. Akordion Boru Tasarımı

Akordion boru; kesici takım ile hasat edilen çayın, vakum yardımıyla torbaya aktarılmasını sağlayacaktır (Şekil 2.24). Hasat sırasında makina hareket halinde olacağı için esnek bir borunun kullanıma uygun olacağı düşünülmüştür. Bu sebeple akordion boru tercih edilmiştir. Akordion boru poliamid malzemeden üretilmektedir.

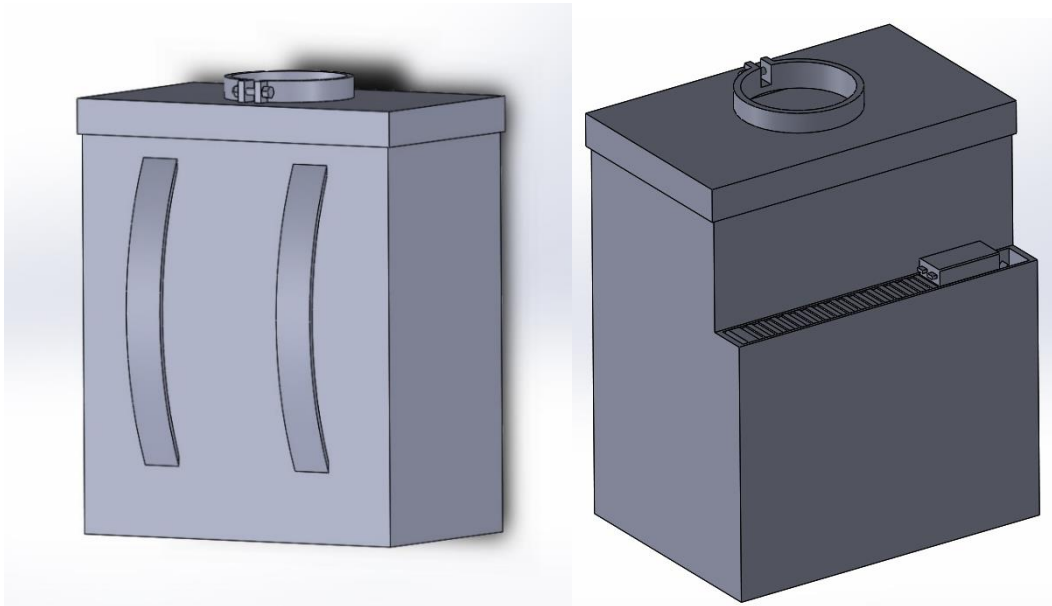
Çay hasat makinasında vakumlu sistem kullanıldığından, hasat edilen çay, vakumun emmesiyle beraber akordion hortum aracılığı ile doğrudan sırt torbasına aktarılmaktadır.



Şekil 2. 24. Akordion Boru

2.4.4.3 Sırt Torbası Tasarımı

Sırt torbası, hasat edilen çayın bir noktada biriktirilmesi için tasarlanmıştır. Kullanıcı, hasat sırasında sürekli hareket halinde olacaktır. Hasat yaparken rahat hareket edebilmesi ve sırttaki yükü azaltmak için kollu torba tasarlanmıştır (Şekil 2.25). Sırt torbasının üst kısmı, vakum motoru sabitlenecek şekilde tasarlanmıştır. Somun ve civata yardımıyla vakum motoru sabitlenecektir. Hava akışı sırasında torbanın içeriye doğru büzülerek vakumu tıkamaması için dikdörtgen profiller kullanılmıştır. Torbanın ön kısmına vakum motoru için akü yuvası eklenmiştir. Kullanım sırasında üzeri tamamen örtülü olacaktır.

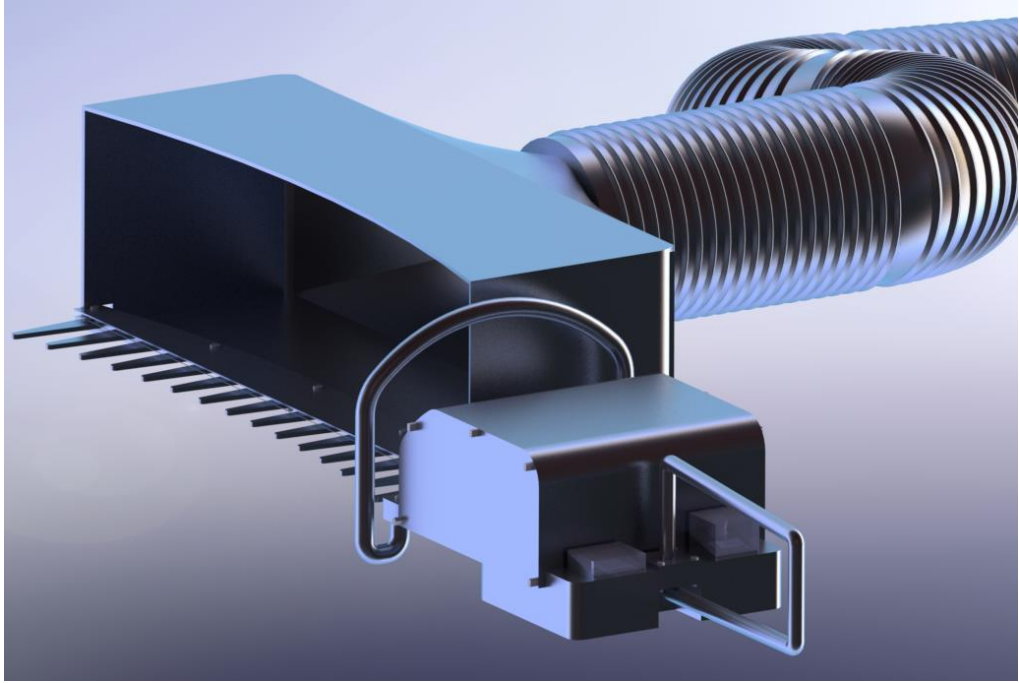


Şekil 2. 25. Sırt Torbası

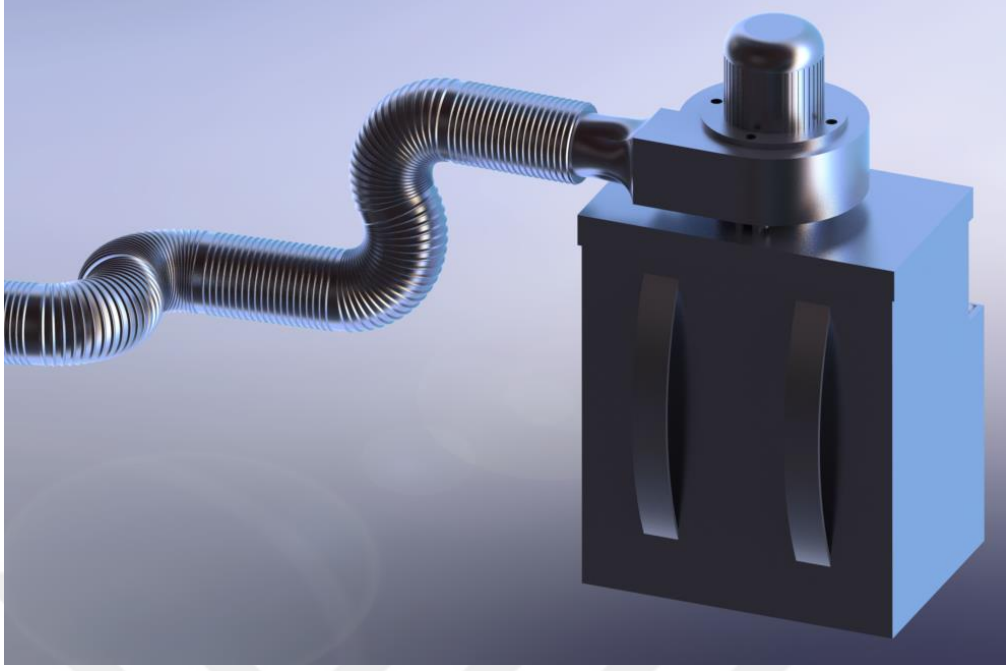
Dikdörtgen profiller metal malzemeden üretilecektir. Bu malzemenin seçilmesindeki sebep; kolay temin edilmesi, kolay işlenmesi ve düşük maliyetidir. Metal malzeme seçilmesindeki ana sebep, yüksek mukavemetinden faydalanarak vakum motorunu taşıyabilmesidir. Torba kısmını oluşturacak malzeme ise muşamba olacaktır. Plastik malzemeden üretilen muşamba; hafif, dayanıklı ve su geçirmezdir. Vakum aküsünün sudan korunması için bu malzeme seçilmiştir [33].

2.5. Çay Hasat Makinası Tam Tasarım Render Görüntüleri

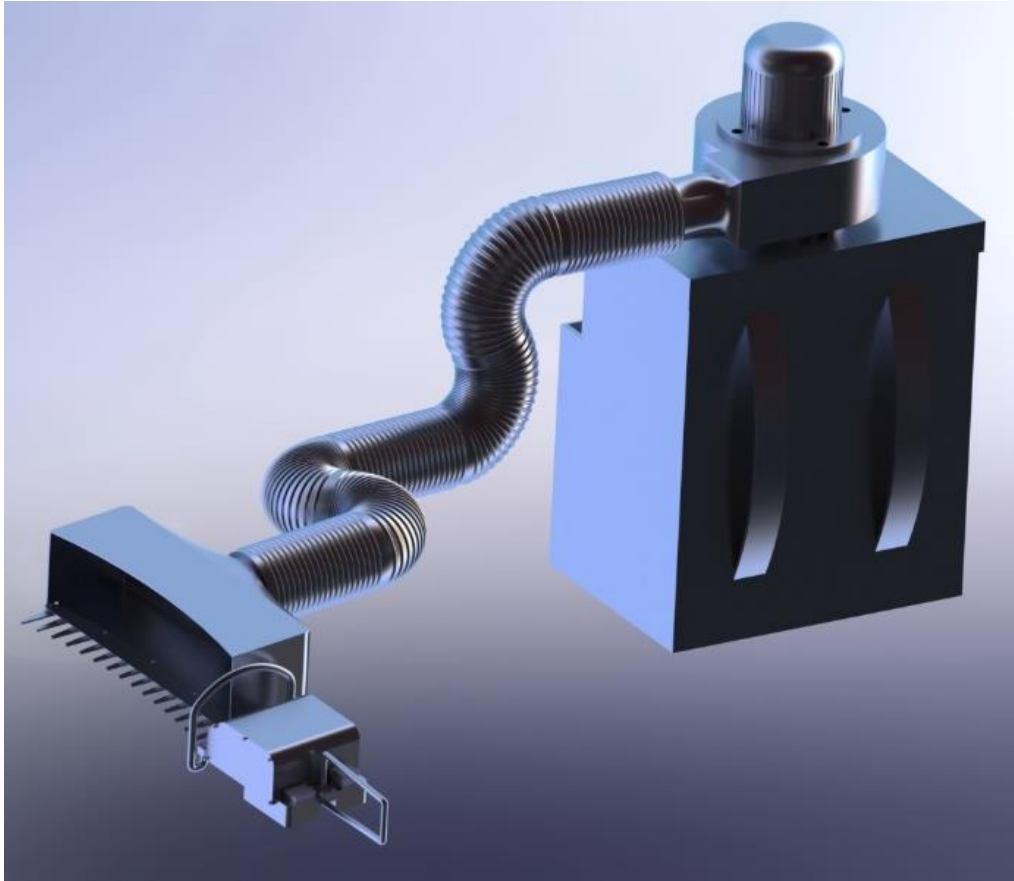
Tasarımın sonunda çay hasat makinasının solidworks programında render görüntüleri alınmıştır. Tüm parçaların montaj hali şekil 2.26-2.28’de verilmektedir.



Şekil 2. 26. El Grubu Render



Şekil 2. 27. Sırt Grubu Render



Şekil 2. 28. Çay Hasat Makinası Render

Tasarımsal olarak bu değişimler TRİZ matrisinde bahsedilen zaman kaybı, kullanım kolaylığı ve verimliliği piyasada bulunan makinalara göre arttıracakđ düşünölmektedir. Güvenlik çay hasat makinasında görölen tek sorundur. Kesme sırasında kullanılan tel sebebiyle iş kazalarına sebebiyet verebilir onun içinde tel önüne tel çalışma alanı kadar büyük bir kapak tasarlanmıştır. Bu tasarımın iş kazalarını önleyeceği düşünölmektedir.



3. BULGULAR

3.1. Yeni ay hasat makinası Hesaplamaları

Tasarımı yapılan makinarya solidworks programında malzemeler atanarak kütle hesabı yapılmıştır. Makinarya atanan malzemeler ve kütleleri aşağıda verilen tablodaki gibidir.

Tablo 3. 1. Malzeme Ve Kütle Tablosu

Makina Parçaları	Atanan Malzeme	Kütle
Tarak	Alüminyum	143,39 Gram
Tarak desteği	Alüminyum	121,97 Gram
Tarak Kapağı	Alüminyum	42,31 Gram
Makaralar x2	Paslanmaz elik	100,4 Gram
Kesici Tel	Paslanmaz elik	0,99 Gram
Kabzalar x2	PVC	118,99 Gram
Sabit Plaka	Peek Malzeme	444,04 Gram
Dış kapaklar	Peek Malzeme	477,52 Gram
Ak Sabitleme Desteği x2	Peek Malzeme	17,7 Gram
Yan Kapak vidası x10	Peek Malzeme	1,8 Gram
Redüktörlü Motor	Metal Malzeme	152 Gram
Jel Ak	Plastik Ve Metal Malzeme	1,09 Kİlogram
Vakum Motoru	elik, Plastik ve Metal Malzeme	2,7 Kilogram
Vakum Aks ve dönüştürücü	Plastik ve Metal Malzeme	1,128 Kilogram
Hız Kontrolörü	PVC ve Metal	0,87 Gram
Akü şarj Aleti	PVC ve Metal	172 Gram
Kesici Ekipman Torbası	Polipropilen	593 Gram
Akordion Boru	PVC	177,4 Gram
Sırt Torbası	PVC ve Metal malzeme	1,3 Kilogram

Atanan malzemeler ile yapılan kütle hesabında makinanın toplam ağırlığı 8,529 kilogramdır. Kesici takımın toplam ağırlığı 409,06 gram, gövde elemanlarının toplam ağırlığı 1,060 gram, akü ve motorların toplam ağırlığı 5,157 kilogram, aktarma ve sırt elemanlarının toplam ağırlığı 1,773 kilogramdır.

Tasarımı yapılan makinada kullanılması düşünülen akü ve redüktörlü motorun, akım değerleri ile maximum ve minimum akü ömrü hesaplanmıştır. Akü ömrü hesabı yapılırken aşağıdaki formül kullanılmıştır.

Pil, akü ömrü = (pil, akü kapasitesi / yük akımı) * 0,707 [34].

Minimum akü ömrü hesabı için redüktörlü motorun çalışacağı en küçük akım ve en düşük rpm kullanılır.

Motorun 12 volt 45 mAh de 5 rpm ile çalıştırılması sonucunda akünün ömrü;

Akü ömrü = (7000 mAh / 45 mAh) * 0,707 = 108,8 saat olarak hesaplanır.

Maximum akü ömrü hesabı için redüktörlü motorun çalışacağı en yüksek akım ve en yüksek rpm kullanılır.

Motorun 24 volt 395 mAh de 1000 rpm ile çalıştırılması sonucunda akünün ömrü;

Akü ömrü = (7000 mAh / 395 mAh) * 0,707 = 12,4 saat olarak hesaplanmıştır.

Hasat yapıldıktan sonra şarjı biten akülerin şarj edilme süresi aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır.

Pilin Şarj Süresi = Pil Amperi / Şarj Akımı, pil şarjı için elektrik kayıpları %40 olarak alınmaktadır [34].

Redüktörlü motorda kullanılacak akünün şarj süresi aşağıdaki gibidir.

Öncelikle kayıplar hesaplanır.

Akü 7000 mAh, $7000 * (40/100) = 2800$ mAh. Bulunan bu sayı akünün değerlerine eklenir.

$7000 + 2800 = 9800$ mAh. Bu değer bulunduktan sonra şarj süresi hesaplanır.
şarj süresi = $9800 \text{ mAh} / 7000 \text{ mAh} = 1,4$ saat olarak şarj süresi hesaplanır.

Vakum motorunda kullanılacak akünün şarj süresi aşağıdaki gibidir.

Akü 12000 mAh, $12000 * (40/100) = 4800$ mAh

$12000 \text{ mAh} + 4800 \text{ mAh} = 16800$ mAh

şarj süresi = $16800 \text{ mAh} / 7000 \text{ mAh} = 2,4$ saat olarak şarj süresi hesaplanır.

Hasat edilen çaylar sırt torbasında birikecektir. Bu torbanın hacim ve çay depolama hesabı aşağıdaki gibidir.

Hacim hesabı için uzunluk*genişlik*yükseklik formülü ile yapılır.

Sırt torbasının uzunluğu 60 cm, yüksekliği 30 cm, genişliği 50 cm dir. Hacim bulunduktan sonra litre hesabı yapılacağı için işlemlerde kolaylık sağlaması adına birimler metreye çevrilir. 1 metre 100 santimetreye eşit olduğu için değerler 100 e bölünür. Bu durumda uzunluk 0,6 m, yükseklik 0,3 m, genişlik 0,5 m olur.

Sırt torbası hacim = $0,6 \text{ m} * 0,5 \text{ m} * 0,3 \text{ m} = 0,09 \text{ m}^3$ bulunur. 1 m^3 1000 Litreye eşit olduğu için metre cinsinden bulunan sonuç 1000 litre ile çarpılır.

$0,09 \text{ m}^3 * 1000 \text{ L/m}^3 = 90 \text{ L}$. çıkan sonuca göre sırt torbasının 90 litre çay depolayacağı düşünölmektedir.

Yaratıcı tasarım yaklaşımına dayanan bu araştırma hem beyin fırtınası hem de TRIZ'e uygun yapısal ve sistematik bir yaratıcı tasarım önermektedir.

3.2. Tahmini Maliyet Hesabı

Çay hasat makinasının tasarımı, sürekli olarak çay tarımı ile uğraşan ve geçimini çay hasatı üzerinden sağlayan çiftçilerin beklentilerine cevap verecek nitelikte yapılmıştır. Bu

tasarıma başlanmadan önce ilk olarak çay hasatı yapacak olan çiftçilerin talepleri göz önüne alınmıştır. Çiftçilerin talepleri şu şekildedir: Hasat hızı yüksek bir makina, mevcut makinaların sahip olmadığı hassasiyeti yüksek kesici takım (bu kesici takımların talep edilmesindeki sebep, en küçük boyuttaki çay yapraklarının bile hasatını yapmaktır), oval veya düz farketmeksizin çay ağaçlarının tümünde rahat hareket edebilecek bir ağız yapısı, benzinin maliyeti ve kokusunun vermiş olduğu rahatsızlıktan ötürü elektrikli motor, hasat esnasında makinayı kolaylıkla hareket ettirebilmek için tutus kolaylığı, şarj edilebilir akü, kesici takımı istenilen hızda çalıştırabilme, hasat edilen çayın torbadan dışarıya dökülmesini engelleyecek bir toplama yöntemi. Çay hasat makinasının parça ve bileşenleri tüm bu talepler doğrultusunda tasarlanmıştır. Tüm bunlar göz önünde bulundurularak maliyet hesabı yapılmıştır. maliyeti düşürmek için için makina parçaları olabildiğince sade tasarlanmıştır. Gereksiz ayrıntılara ve karmaşıklığa yer verilmemiştir. Ürüne yüksek talep gelmesi durumunda piyasanın beklentisini en kısa sürede karşılamak için temini ve imalatı kolay malzemeler seçilmiştir. Bu seçimler yapılırken kaliteden hiçbir şekilde ödün verilmemiştir.

Çay hasat makinasının parçalarının tahmini maliyeti aşağıdaki gibidir.

Tablo 3. 2. Tahmini Maliyet Tablosu

Makina Parçası	Maliyet	Yüzdellik Pay
Tarak	4,79 TL	%0,3
Tarak desteği	4,07 TL	%0,26
Tarak Kapağı	1,41 TL	%0,09
Makaralar x2	4,63 TL	%0,29
Kesici Tel	0,02 TL	%0,001
Kabzalar x2	6,56 TL	%0,41
Sabit Plaka	242,44 TL	% 15,26
Dış kapaklar	260,72 TL	% 16,41
Akü Sabitleme Desteği x2	19,33 TL	% 1,22
Yan Kapak vidası x10	9,83 TL	%0,67
Redüktörlü Motor	107,01 TL	%6,73
Jel Akü	85 TL	%5,35

Vakum Motoru	472,8 TL	%29,75
Vakum Aküsü ve dönüştürücü	227 TL	%14,3
Hız Kontrolörü	39,24 TL	%2,47
Akü Şarj Aleti	73,9 TL	%4,65
Kesici Ekipman Torbası	8,41 TL	%0,53
Akordion Boru	4,89 TL	%0,31
Sırt Torbası	17 TL	%1,63
Toplam	1589,05 TL	%100

Çay hasat makinası için yapılan tahmini maliyet hesabı, 2020 yılının ekim ayının sonlarındaki dolar kuruna (1 USD = 7,88 TL) göre yapılmıştır. üretim yapılacağı zaman farklı malzeme tercihleri ve parça boyutunda değişiklikler yaparak maliyet düşürülebilir. Hesaplanan maliyete kâr ve üretim esnasındaki işçilik gideri eklenmemiştir.

4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma, kısa sürede düşük enerji kullanılarak yüksek bir performans ile çay hasatının yapılmasını sağlayıp, insan gücü kullanımını minimuma indirmeyi amaçlamıştır. Tasarım geliştirme sürecinde ilk olarak çay hasat sırasında kullanılan muhtemel makina çeşitleri araştırılmış, bunların hasat metotları incelenerek makinada uygulanabilirliği saptanmıştır. Hasatın şeklini, hızını ve yöntemini etkileyen daha hafif ve ergonomik makina tasarımına yönelinmiştir. Hasatın önemli unsurlarından olan farklı tip arazi yapılarına ve çay ağacı şekillerine göre kesme işleminin verimini arttıracak farklı tasarımlar incelenerek hasat için en uygun ve en verimli yöntem araştırılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda piyasada kullanımda olan hasat makinalarının eksikleri ve yetersiz olduğu kısımlar tespit edilerek, makinada tasarım aşamasına geçilmiştir.

Çay hasat makinası konusunda sektördeki durumu görebilmek için farklı firmaların geliştirdikleri makinalar incelenmiştir. Temin edilebilen makinalarının demontajı yapılarak çay hasat makinalarının çalışma unsurları incelenmiştir. Mevcut ve kullanımda olan makinaların yanında patent araştırmaları da yapılmıştır. Patentler içerisinde önemli görülenler tetkik edilerek, makinada kullanılacak yenilikler için planlama yapılmıştır.

Daha sonra makinanın iskelet yapısı da göz önünde bulundurularak makina geliştirme sürecine girilmiştir. Bu süreçte vakum mekanizması geliştirilerek çay hasatı için en optimum olan mekanizma belirlendikten sonra detay tasarım aşamasına geçilmiştir.

Detaylı tasarım aşamasında konsept kısmını kapsayan fikirler, gerçekçi şekle dönüştürülmek için üç boyutlu modelleme kullanılarak somut hâle getirilmiştir.

Hasat makinasının ağız şekli ve detayları, vakumlu yaprak toplama mekanizmasıyla uyumlu olabilmesi için üzerinde çalışılmış ve tasarımı gerçekleştirilmiştir. Tasarımı yapılan parçaların çalışma koşulları göz önünde bulundurularak uygun malzeme seçimleri de yapılmıştır.

Çay hasatı için kullanılan piyasadaki makinaların en büyük sorunları, kesici ağız şeklinin çay ağacı ile uyumsuzluğu ve hasat edilen çayın toplanmasındaki donanım ve kabiliyet

eksikliğidir. Bu zafiyetleri gidermek için tasarımsal iyileştirmeler yapmak bu çalışmanın temel amacını teşkil etmektedir. Bu sorunların çözümü için kesici ağza belli bir açığa sahip kavis vermek ve vakumlu toplamayı sağlayacak donanımlar tasarımsal olarak geliştirilmiştir.

Makinanın en kritik parçaları farklı imalat yöntemleri ile üretilebildiği gibi, firmalardan hazır şekilde de alınabilmektedir. Sonuç olarak vakumlu çay hasat makinasını geliştirmek için; çay hasat makinaları, çay hasatında kullanılan ot biçme ve çit düzeltme makinaları irdelenmiş, çay hasatını en verimli ve en hızlı şekilde gerçekleştirebilmek adına bileşen tercihleri, mekanizmayı oluşturacak parçaların tasarımı ve montajı yapılarak çay hasat makinası çalışması tamamlanmıştır.

Karadeniz Bölgesinde çay hasatı işlemleri sırasında, piyasada en çok kullanılan çit düzeltme makinasının tasarımı çay hasatına uygun olmadığından, verimi olumsuz yönde etkilemektedir. Bunun yerine çay hasatına ve arazi yapısına daha uygun bir çay biçme ve toplama makinası geliştirilmiştir. TRIZ çelişkiler matrisinin problemin çözümü için sunduğu prensipler değerlendirilerek geliştirilen sistemler ve bunların çözüm yollarına ait kavramsal tasarım tablosu oluşturulmuş, ihtiyaç duyulan sistemin ortaya çıkarılması için beyin fırtınası tekniğinden de faydalanılarak yeni bir sistem tasarlanmıştır.

5. KAYNAKLAR

- [1] Rize Ticaret Borsası, Çayın Tarihçesi. Erişim adresi <https://www.rtb.org.tr/tr/cayin-tarihcesi>
- [2] Çaykur Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğü, 2019. Çay Sektörü Raporu. Erişim Adresi <http://www.caykur.gov.tr/>. 2.
- [3] Demet, M., 2018. Türk Çaycılığı. Erişim Adresi <http://biriz.biz/cay/turkcay.htm>
- [4] Yu Han, Hongoru Xiao, Guangming Qin, Zhiyu Song, Wenqin Ding, Song Mei, 2014. Developing Situations of Tea Plucking Machine, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing, China. 2.
- [5] Savransky Seymon D., 2000. Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- [6] Itshuller G. S., 2001. Principles: TRIZ Keys to Technical Innovation, Technical Innovation Center.
- [7] Demirtaş B., 2020. Yenilikçi Problem Çözme Tekniği TRIZ Kullanılarak Makine Tasarımı/Geliştirme ve Bir Uygulama. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Erciyes, Türkiye.
- [8] Bhattacharyya N., Chakrabarti D., Work, vol. 41, no. Supplement 1, pp. 1234-1238, 2012. Ergonomic basket design to reduce cumulative trauma disorders in tea leaf Plucking operation.
- [9] Landers R., Li S., Wang J., Tang A., 2016. Force Modeling of Silicon Monocrystal Wire Saw Machine, School of Mechanical And Instrumental Engineering Xi'an University of Technology, Xi'an, China.
- [10] Torii H., Mechanization of Plucking of Tea Leaves, Head, Tea Technology Division, Tea Research Station.
- [11] Kakati V., Das A. K., 2019. Application of Design Knowledge in Practice: Performance Evaluation of Single Operator Handheld Battery Powered Tea Harvesting Machine in Context to Tea Gardens of Assam, Department of Mechanical Engineering, Assam Don Bosco University, Guwahati 781017, Assam, India.
- [12] Yüksel N., Börklü H., Erden O., 2020. Gazi Mühendislik Bilim Dergileri Araştırma Makalesi, Değer Mühendisliği Uygulaması: Köfte Yapma Makinesi Tasarımı. Gazi Üniversitesi Endüstriyel Tasarım Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye.

- [13] Yılmaz D., Bozkurt K., 2019. Ziraat Fakültesi Dergisi 14 ISSN 1304-9984, e-ISSN 2687-3419 Araştırma Makalesi, Kurutmalık Elma Dilimleme Makinası Tasarımı ve Prototipinin Geliştirilmesi. Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Tarım ve Teknolojileri Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü, Isparta.
- [14] Ramaswamy R., Ramaswamy P., 1997. The impact of mechanization of tea harvesting on the quality of south Indian CTC teas. Tea Technology Division, UPASI Tea Research Institute, Valparai 642127, India.
- [15] Wu C., Wu C., Engineering, Technology & Applied Science Research Vol. 5, No. 6, 871-875, 2015. Developing Situation of Tea Harvesting Machines in Taiwan.
- [16] Manikanta M., Sansuddi N., Shetty N., Yashas K., Hemalatha J., International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181 IJERTV9IS070542, Vol. 9 Issue 07,2020. Implementation of Tea Harvester.
- [17] Mouli M., Onsando J., Corley R., Expl Agric., volume 43, pp. 41–50, 2006. Intensity of Harvesting In Tea. Cambridge University, United Kingdom.
- [18] Çoban Ö., 2011. Hareketli Filtre Haznesine Sahip Ev Tipi Otomatik Bir Çay Makinesinin Optimum Tasarımı. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Türkiye.
- [19] Çalıkoğlu E., Bayrak A., 2009. Çay İşkeme Sırasında Aroma Maddelerindeki Değişim. Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü. Ankara, Türkiye.
- [20] Cascini G., Rissone P., Rotini F., Russo D., 2011. Systematic Design Through The Integration of Triz and Optimization Tools. Procedia Engineering 9: 674-679.
- [21] İlbuğam M., Özcan T., 2016. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi Yıl:2016 Cilt:34-2, Aynı Anda Mısır Silajı Hasat Edebilen ve Rulo Yapararak, Film ile Sarılabilen Makine Tasarımı ve İmalatı. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Çukurova, Türkiye.
- [22] Yang L., Yi S., Mao X., Tao G., 2018. Innovation Design of Fertilizing Mechanism of Seeder Based on TRIZ Theory. IFAC Papers Online, 51(17): 141-145.
- [23] Juppa M., Campeana I., Travcenkoa J.,2013. Application of triz to develop an inservice diagnostic system for a synchronous belt transmission for automotive application, Procedia Engineering, 11: 114 – 119
- [24] Callister, W. D., Rethwisch, D. G. (2014). Malzeme Bilimi Ve Mühendisliği 8. Basım, Alüminyum Alaşımlar, 408-410.
- [25] Callister, W. D., Rethwisch, D. G. (2014). Malzeme Bilimi Ve Mühendisliği 8. Basım, Paslanmaz Çelik, 397-399.

- [26] Robotzade. Motorlar, Dc Redüktörlü Motorlar. Erişim Adresi
<https://www.robotzade.com/24V-L-Reduktorlu-1000-Rpm-DC-Motor,PR-1729.html>
- [27] Orbus. Aküler, Jel aküler. Erişim Adresi, <https://www.orbus.com.tr/>
- [28] Wuxi Juoshe Jiangnan Fan Üretici Ticaret Şirketi. JN Üfleyici. Erişim Adresi
https://www.alibaba.com/product-detail/Small-size-factory-electric-blower-industrial_60474921317.html
- [29] MannHwa Smart Home Electrical. Dc Motor Hız Kontrolörü. Erişim Adresi
<https://tr.aliexpress.com/item/32853920893.html>
- [30] Ensinger Plastics. Yüksek Performanslı Plastikler, Peek Malzeme. Erişim Adresi
<https://www.ensingerplastics.com/tr-tr/yari-mamul/yukse-performansli-plastikler/peek>
- [31] Callister, W. D., Rethwisch, D. G. (2014). Malzeme Bilimi Ve Mühendisliği 8. Basım, Plastikler. 597.
- [32] NCB Plastik. Polipropilen. Erişim Adresi
<http://www.ncbplastik.com/sayfalar.asp?LanguageID=1&cid=3&id=54>
- [33] Callister, W. D., Rethwisch, D. G. (2014). Malzeme Bilimi Ve Mühendisliği 8. Basım, Metallerin Mekanik Özellikleri. 151-152.
- [34] Sağlam, M.A. (2020). Pil Ömrü, Akım ve Şarj Süresi Hesabı. Erişim Adresi
<http://elektriksa.com/>