



**TAHİL ELEMEDE KULLANILAN LABORATUVAR
CİHAZININ TASARIM VE İMALATI**

Deniz ZÜMRÜT

**Yüksek Lisans Tezi
Makine Mühendisliği Teknolojileri Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Vedat SAVAS
İkinci Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Aydın GÜLLÜ**

AĞUSTOS – 2019

T.C
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TAHİL ELEMEDE KULLANILAN LABORATUVAR
CİHAZININ TASARIM VE İMALATI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Deniz ZÜMRÜT
(161143102)

Anabilim Dalı : Makina Mühendisliği Teknolojileri
Programı : Konstrüksiyon ve İmalat

Danışman : Prof. Dr. Vedat SAVAŞ (F.Ü.)

İkinci Danışman : Dr. Öğr. Üyesi AYDIN GÜLLÜ (T.Ü.)

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Faruk KARACA (F.Ü.)

Dr. Öğr. Üyesi Hasan BALLIKAYA (İ.Ü.)

Doç. Dr. Çetin ÖZAY (F.Ü.)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih: 02. Temmuz 2019

Tezin Savunulduğu Tarih : 02 Ağustos 2019

AĞUSTOS -2019

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde, yüksek lisans tezinin oluşmasında, yürütülmesinde bilgi ve deneyimleriyle beni yönlendiren, destekleyen kıymetli danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. Vedat SAVAŞ'a, ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aydın GÜLLÜ'ye çalışmalarım esnasında her zaman yanımda olan ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Multigrain Firması Yönetim Kurulu Başkanı Ali Turgay YETİŞ'e, Yönetim Kurulu Üyesi Vesna DORDESKA'ya, çalışmalarım esnasında değerli görüş, öneri ve bilgilerini benimle paylaşan değerli mesai arkadaşlarımdan Makine Mühendisi Ozan GÜLŞEN'e, saha sorumlusu Volkan SUSAR'a, imalat sorumlusu Sezer UÇAR'a, yüksek lisans eğitimimin başından bu tezin ortaya çıkartılmasına kadar her türlü konuda yardımlarını esirgemeyen Mert BİLKAY'a, Bekir Ardıç GÜCÜYENER'e katkılarından ve vermiş oldukları destekten dolayı teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmamın yürütülmesi için gerekli hammadde, makine ekipman, işlem tezgâhları kullanılması, saha taraması, pazar araştırması, gibi konularda destek sağlayan Multigrain Tarım Ürünleri A.Ş ailesine katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Son olarak öğrenim hayatım boyunca bana her türlü desteği veren ve her zaman yanımda olan değerli aileme şükranlarımı sunarım.

Deniz ZÜMRÜT
ELAZIĞ – 2019

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	V
SUMMARY	VI
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
TABLolar LİSTESİ	IX
KISALTMALAR	X
1.GİRİŞ.....	1
1.1 Ülkemizde Çeltik	1
1.2 Çeltik Üretiminde Önemli Parametreler	2
1.3 Amaç	2
1.4 Literatür Taraması	3
1.5. Kapsam.....	4
2. MATERYAL VE METOT	5
2.1. Mekanik Tasarım	6
2.1.1. Tartım Haznesi ve Alt Hazne	6
2.1.1.1 Boşaltım Klapesi	8
2.1.1.2. DC Motor	9
2.1.2. Temizleme Haznesi	9
2.1.3. Ürün Besleme Kelebeği.....	11
2.1.4. Motor	12
2.1.5. Ana Mil.....	13
2.1.6. Tambur Mili.....	14

2.1.7. Tambur Aynası	14
2.1.8. Triyör Mekanizması.....	15
2.1.9. Temiz Ürün Toplama Bölümü.....	16
2.1.10. Temiz Ürün Çıkış Haznesi.....	18
2.1.11. Çöp Toplama Bölümü.....	19
2.1.12. Çöp Çıkış Haznesi	20
2.1.13. İç Şase.....	20
2.1.14. Aspirasyon Sistemi	21
2.1.15. Dış Kabuk	24
2.2. Elektronik Tasarım.....	25
2.2.1.4x20 Karakter Tipi LCD Ekran	26
2.2.2. 1x4 Membran Tuş Takımı	26
2.2.3. Yük Hücreleri ve Yük Hücreleri Yükselticileri.....	27
2.2.4. Triyak Kontrollü Dimmer.....	28
2.2.5. PWM Kontrollü Elek Motoru.....	29
2.2.6. Klape Kontrolü(Akım Kontrollü H Köprüsü)	29
2.2.7 Elektronik Baskı Devre.....	30
2.3. Yazılım Algoritması.....	30
2.3.1 Atmega 2560.....	31
2.3.2 Arduino Yazılımı	31
2.4.1. Yazılım Ayarlarının Yapılması.....	32
2.4.1.1. Çalışma Süresi Ayarı.....	33
2.4.1.2. Fan Hızı Ayarı	33
2.4.1.3 Triyör Hızı.....	34
3. BULGULAR	35
3.1. Deneysel Bulgular	35

3.1.1. Triyör Eğiminin Etkisi	35
3.1.2. Triyör Hızının Etkisi	36
3.1.3. Siklon Vakum Oranı	37
3.2. Karşılaştırmalı İncelemeler.	38
4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA.....	40
5. ÖNERİLER.....	41
KAYNAKLAR	42
ÖZGEÇMİŞ	44
EKLER	46

ÖZET

Çeltik bitkisinin hasat işlemi sonrasında, pazarlama faaliyetleri başlar. Bu aşamasında fiyatı belirleyen bazı parametreler vardır. Çeltiğin cinsi, boyutu, ağırlığı, temizliği bunlardan bazılarıdır. Bu parametrelerin doğru tespiti ürün kalitesinin belirlenmesinde ve ürünlerin standart olarak sınıflandırılmasında önemli rol oynar. Ayrıca üretim aşamasına geçmeden önce elde edilecek bu bilgiler üretim sürecinde kullanılacak doğru donanımları tespit etmek için önemlidir. Bu amaçla tarladan gelen çeltik bitkisinin ön temizleme işlemini yapabilecek bir elek tasarımı yapılmıştır. Ön temizleme işlemi hasat sonrası yapılan en önemli işlemlerden bir tanesidir. Ön temizleme işlemi tüm tahıllarda; tohum eleme tesislerinde, işleme fabrikalarında, paketleme tesislerinde en temel işlemdir. Bu sebeple tasarladığımız ön temizleme eleği laboratuvarlarda numune tabanlı çalışabilecek şekilde ufak boyutta tasarlanmıştır. Farklı noktalardan alınan numuneler makinede elenerek temiz ürün ile diğer atık maddeler ayrıştırılacaktır. Ayırma sonucunda temiz ürün miktarı, giren ürün miktarına oranlanarak çöp oranı tespit edilecektir. Triyör tipi çalışan elek mekanizması kullanılmıştır. Ön besleme haznesinde konulan ürün miktarı yük hücreleri ile ölçülerek kontrollü bir şekilde triyör eleğine yönlendirilmiştir. Yönlendirme aşamasında bir siklon tasarımı yapılmış ve ürün içerisinde bulunan hafif nesneler emiş yolu ile ürün içerisinden emilerek ayrılmıştır. Kısmen temizlenen ürün elek içerisinde döndürülerek ilerlemekte ve nihai ürün yerçekimi etkisi ile temiz kabında ürün kabına ayrılmaktadır. Ayrışma sonucunda temiz ürün tartılmış ve çöp oranı tespit edilmiştir. Çeltikten büyük boyutlu nesneler ile triyör içerisinde sürülerek triyörün çıkış kısmından çöp haznesine düşmektedir. Mekanik elek sistemi elektronik kontrollü çalıştırılarak ek tartım ve hesaplama işlemleri mikrodenetleyici üzerinde yapılmıştır. Elde edilen değerler LCD ekranda gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Ön Temizleme, Elek Tasarımı, Çeltik Temizleme

SUMMARY

Laboratory Used For Grain Sieving Device Design and Manufacturing

After the harvesting of the paddy plant, marketing activities begin. At this stage there are some parameters that determine the price. Size, weight, cleanliness of the paddy are some of them. Accurate detection of these parameters plays an important role in determining product quality and classifying products as standard. It is also important to determine the correct equipment to be used in the production process before the production process. For this purpose, a sieve design has been made that could perform pre-cleaning of the paddy plant from the field. The pre-cleaning sieve is designed in a small size to work as a samplebased laboratory. Samples taken from different points will be screened and the clean product and other waste materials will be separated. As a result of the separation, the amount of clean product will be determined by proportioning to the amount of the product entering and the garbage rate will be determined. Tria-type working sieve mechanism is used. The amount of product placed in the pre-feeding chamber is measured with load cells and fed in a controlled way. A cyclone design is made in the feeding stage and the light objects in the product are separated by suction. The partially cleaned product is rotated in the sieve and separated in the final product clean container. As a result of the decomposition, the clean product was weighed and the refuse rate was determined. The mechanical sieve system is operated electronically and additional weighing and calculation operations are performed on the microcontroller. Obtained values are shown on LCD.

Key Words: Pre-cleaning, Screen Design, Paddy Cleaning

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Ön Temizleme Eleği Tasarımı Perspektif Görünüşü.....	5
Şekil 2.3. Ön Temizleme Eleği İmalatı.....	6
Şekil 2.4. (a) Tartım Haznesi Tasarımı (b) İmal Edilen Tartım Haznesi.....	7
Şekil 2.5. Tartım Haznesi ve Alt Hazne	8
Şekil 2.6. Boşaltma Klapesi	9
Şekil 2.7. Temizleme Haznesinin (a),(b) tasarımlar ve (c) imalatı	10
Şekil 2.8. Ürün Besleme Kelebeği (a) tasarımı ve (b)imalatı	11
Şekil 2.9. Temizleme ve Ürün Besleme Kısımların Birleştirilmesi	12
Şekil 2.10. Redüktörlü DC Motor	13
Şekil 2.11. Ana Mil.....	13
Şekil 2.12. Tambur Mili.....	14
Şekil 2.13. Tambur Aynası	15
Şekil 2.14. (a), (b), (c), (d), (e) ve (f)'de Tasarlanan Triyör Elek Mekanizması	16
Şekil 2.15. Temiz Ürün Toplama Bölümü Tasarımları (a),(b) ve (c)'de İmalatı (d).....	17
Şekil 2.16. Temiz Ürün Çıkış Haznesi(a), (b)	18
Şekil 2.17. (a), (b) ve (c) Çöp Toplama Bölümü Tasarımları.....	19
Şekil 2.18. Çöp Çıkış Haznesi	20
Şekil 2.19. (a) ve (b) İç Şase Tasarımı.....	21
Şekil 2.20. Siklon Koniği (a), (b) ve (c)	22
Şekil 2.20. Filtre Kısım.....	22
Şekil 2.21. (a) ve (b) Siklon Sisteminin ana Görseli	23
Şekil 2.22. (a), (b), (c), (d) Dış Kabuk.....	24
Şekil 2.23. 4x20 LCD Ekran[24].	26
Şekil 2.26. Yük Hücresi ve Yükselteç Devresi[26].	27
Şekil 2.27. Triyak Kontrolü Hız Kontrol devresi[28].....	28
Şekil 2.28. Elektronik Devre Blok Diyagramı.....	30
Şekil 2.29. Atmega 2560 Modülü	31
Şekil 2.30. Çalışma Algoritması	32

Şekil 2.31. Ayar Algoritması	33
Şekil 3.1. Triyör Eğimi – Çöp Oranı Grafiği(%)	36
Şekil 3.2. Triyör Hızının Çöp Oranına Etkisi	37
Şekil 326.3. Farklı Fan Hızlarında Çöp Oranı Grafiği	38



TABLÖLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 3.1. Triyör Eğiminin Sonuca Etkisi	35
Tablo 3.2. Triyör Hızının Çöp Oranına Etkisi	37
Tablo 3.3. Farklı Fan Hızlarında Çöp Oranı Tablosu	38



KISALTMALAR

ÖEK : Ön Eleme Kısmı

AEK : Asıl Eleme Kısmı

PLA : 3D Yazıcı Baskı Malzemesi



1.GİRİŞ

Bu çalışmada tahılların hasat işleminden sonra işleme aşamasına geçilmeden önce içerisindeki yabancı ürünlerin miktarını tespit edebilecek, laboratuvar tipi teknolojik bir elek tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Yapılan elek tasarımı çeltik bitkisi için yapılmış ve testler bu tahıl üzerinde denenmiştir. Bu amaçla ülkemizde çeltik bitkisi hakkında bilgiler sunulacaktır. Ardından geliştirilen ön temizleme eleğinden tez çalışmanın yapılış amacı açıklanacaktır.

1.1 Ülkemizde Çeltik

Bitkisel ürünler, tahıllar insanlar için önemli besin kaynakları arasındadır. Bu sebeple uzun yıllar boyunca yetiştirilmektedir. Tarla bitkilerinden olan tahıllardan yaygın ekimi yapılanların bazıları, buğday, arpa, yulaf, mısır, ve çeltiktir. [1, 2].

Yapılan araştırmalar sonucunda 2016-2017 yıllarında Türkiye’de 116 bin hektarlık bir alanda çeltik ekimi gerçekleştirilmiştir. Ekimi ve yetişmesi için çok miktarda suya ihtiyaç duyduğu çeltik ekimi kontrolü bir şekilde gerekli izinler alınarak yapılmaktadır. Ekimi yapılan alanlardan %71’i Marmara Bölgesindedir. Sonrasında yaklaşık %26’lık pay ile Karadeniz Bölgesi en çok ekim yapılan alanlardandır [3].

Çeltik pirincin işlenmemiş halidir. Ülkemizde en çok çeltik ekimi yapılan Marmara bölgesi içerisinde ise %58 pay ile Edirne ili ön plana çıkmaktadır. Edirne de yapılan çeltik üretimin ülkemizdeki çeltik üretimine oranı %41 civarındadır. İlin çeltik üretimindeki verimi (841 kg/dekar) gerek bölge ortalaması gerekse de Türkiye ortalamasının üzerindedir[3].

Türkiye genelinde toplam 150 dolayında çeltik fabrikası bulunmaktadır. Bu fabrikaların yaklaşık % 36’sı Trakya Bölgesinde, bunların tamamına yakını da Edirne İlinde bulunmaktadır [4]. Bu veriler doğrultusunda Edirne ili araştırma alanı olarak seçilmiştir.

1.2 Çeltik Üretiminde Önemli Parametreler

Çeltik üretiminde sonraki aşama olan satış ve pazarlama aşamasında önemli olan parametrelerin başında tane boyutu, bin tane ağırlığı, çeltiğin karışım durumu, kırık tane oranı, çeltiğin temizlik oranı gibi parametreler etkili olmaktadır. Satışa çıkarılan çeltiğin içerisinde bulunan kırık oranının artması, 1000 tane ağırlığının azalması, tane boyutunun küçülmesi, çeltiğin kirliliğinin yüksek olması çeltik satışını olumsuz etkilemektedir. Kırık oranı, 1000 tane ağırlığı, tane boyutu gibi parametreler randıman makineleri ile tespit edilebilmektedir[4, 5]. Fakat çeltiğin içerisinde bulunan, istenilmeyen ürün miktarı randıman makineleri ile bulunamaz. Bunun için eleme yöntemleri kullanılır.

1.3 Amaç

Çeltiğin kirlilik oranının tespitinde ön temizleme amacı ile tahıl temizleme eleği kullanılması gerekmektedir. Bu da mevcut sistemlerde tüm ürünün temizlenerek tespit edilmesi imkansızdır. Bu problemi ortadan kaldırabilmek adına laboratuvar tipi temizleme eleği problemin çözüme kavuşturulmasında yardımcı olacaktır. Buradan yola çıkarak yeni geliştirmekte olduğumuz tahıl temizleme eleğinin üzerinde çalışmalara başlanmıştır.

Çeltik tarlalarında yabancı ot mücadelesi etkili ve detaylı bir şekilde yapılmazsa hasat yapılırken yabancı ot tohumları (hardal, fiğ, yabani yulaf, delice, karamuk, sakal otu, tilki kuyruğu, püsküllü çayır, yabani tere) ile bunlara ait sap, saman ve çöpler çeltiğe karışır. Ayrıca çeltik hasadı yapılırken havadaki nem oranı yüksekse veya sabahın erken saatlerinde hasat yapılmışsa, gece düşen çiğden, yani kırağıdan dolayı biçerdöverler çeltiği başaktan tamamen ayıramayacağından hasat yapılan çeltiğin içinde olması gereken miktarın kat ve kat üzerinde saman, çöp ve kavuz (çeltik kabuğu) olması kaçınılmazdır. Gerek yabancı ot tohumları ve bu otlara ait kavuz (çeltik kabuğu), saman ve çöpler, gerekse çeltiğe ait kavuz (çeltik kabuğu), saman ve çöpler ile çeltiğin zararlıları olan, kımıl, hatta çekirge ve salyangoz gibi böcek ve böcek kalıntıları da çeltiğin içerisinde kalabilmektedir. Bu kalıntılar çeltiği olumsuz etkilemekte ve ağırlığı uzun vadede ciddi olarak da etkilemektedir.

Pazarlama aşamasında olan temiz ürünün içerisinde bulunan çöp oranının tespiti için bir temizleme işleminden geçirilmesi gerekmektedir. Bu işlem tamamen alıcının lehine yapılacak bir işlemdir. Çeltik içerisinde farklı noktalardan alınan numuneler bir elekten geçirilerek içerisinde bulunan çöp oranı tespit edilir. Bu işlem çeltiğin fiyatını da belirlemede etkili olmaktadır. Kısa vadede çokta önemli gibi gözükmeyen bu ayrıntı büyük tonajlara çıkıldığında ciddi rakamlara tekabül etmektedir. Satışa sunulan üründe %0.9 oranında çöp bulunması ilk bakıldığında küçük bir rakam gibi durmuş olsa da yılda 20000 ton işleyen bir tesisin bu oranda zararında 180 ton olmaktadır. Yapılan denemeler de bazı tarlalardan biçilen ürünlerde bu oran %3 seviyelerine kadar çıkmaktadır.

Analizin diğer bir faydası ise ürünün içerisindeki çöp miktarının tespiti silo ya gidecek ürünün durumunu da belirlemesidir. Çöp oranı yüksek ürünlerin direk silo da depolanması sıkıntılı bir durumdur. Analizden sonra çöp oranı yüksek ürünler ön temizlemeden geçirilerek silolarda depolanmaktadır. Bu da ürünün depolama ömrünü arttırmaktadır.

Yabancı ot tohumlarının yüksek miktarda yağ ve rutubet ihtiva etmeleri, yine bu tohumlara ait kavuz, saman ve çöplerin aşırı rutubetli olması, aynı şekilde çeltiğe ait saman, çöp ve kavuzların da yüksek rutubet ihtiva etmesi çeltik için tehlike oluşturmaktadır. Hasat sırasında biçerdöverin tarladan mahsulün içine taşımış olduğu canlı veya cansız böcek kalıntılarının, çeltiğin silolara alınma safhasında silo içinde bir araya gelme ve kümelenme olasılığı çok yüksektir. Yağ, rutubet, canlı ve cansız kalıntılar gibi unsurların bir araya gelmesi ile kısa sürede silo içinde ısınma, kızışma, yanma ve bitlenme meydana gelecektir. Bu olumsuzluklar da çeltiğin kalitesini ciddi oranda düşürerek işletmeyi zarara uğratacaktır.

1.4 Literatür Taraması

Tarım çok eski yıllardan beri insanların ihtiyacını karşılamak amacı ile yapılan bitkisel-hayvansal ürünlerin geliştirilmesi, üretilmesi ile ilgilenen bir bilimdir[6, 7]. Tarımsal faaliyetler uzun yıllar önce başladığı için insanlar bu faaliyetleri yapabilmek için çeşitli aletler geliştirmişlerdir[6]. Tarım aletleri teknolojinin gelişmesi ile makinelere dönüşmüştür. Günümüzde ise daha da gelişerek akıllı tarımsal makineler üretilmeye başlanmıştır. Bu sayede tarımsal faaliyetlerde insan el emeğinin büyük bir

kısmını makineler almaktadır[8-11]. Üretim aşaması tarla bitkileri için ekim, gübreleme, sulama ve hasat süreçlerini geçirmektedir. Hasat sonrasında ürünlerin işlenmesi ve tüketime dönük ürüne dönüşmesi için değirmen makineleri kullanılmaktadır[12-14].

Bu çalışmada tarla bitkilerinin hasat işleminden sonra işleme aşamasına geçilmeden içerisindeki yabancı cisim miktarının tespiti için bir elek tasarımı yapılmıştır[15]. Yapılan elek numune tabanlı çalışarak ürün içerisindeki yabancı cisim için bir oran verecektir. Laboratuvarlarda kullanılacak bu makine ile ürünün fiyatlandırılması, işlenmesi için bir fikir sunacak ve sonraki süreçlerin planlamasında kolaylık sağlayacaktır[15-17]. Akademik olarak yapılan literatür tasarımsal bazı modeller incelenmiştir. Pamuk bitkisinin ön temizleme yapabilecek şekilde geliştirilen elek buna örnektir[18]. Ön temizle eleklerinin akademik olarak ele alınmasında diğer çalışmalar enerji tüketimine etkisidir. Ön temizleme eleği ile işleme yapılarak sonrasında üretim süreçlerine katkısı, kalite ve enerji maliyetleri üzerinde etkisi bazı çalışmalarda incelenmiştir[19, 20].

Ön temizleme eleğinin tasarımı ve imalatı çoğunlukla ticari firmalar tarafından geliştirilmiş ve pazara sunulmuştur. Bu kapsamda bazı patentler alınmıştır[21, 22]. Geliştirilen ön temizleme eleklerinde farklı mekanizmalardan yararlanılmıştır. Dönerek hareket eden triyör elek veya ileri-geri hareket eden sarsak elek mekanizmaları bunlardan bazılarıdır. [23].

1.5. Kapsam

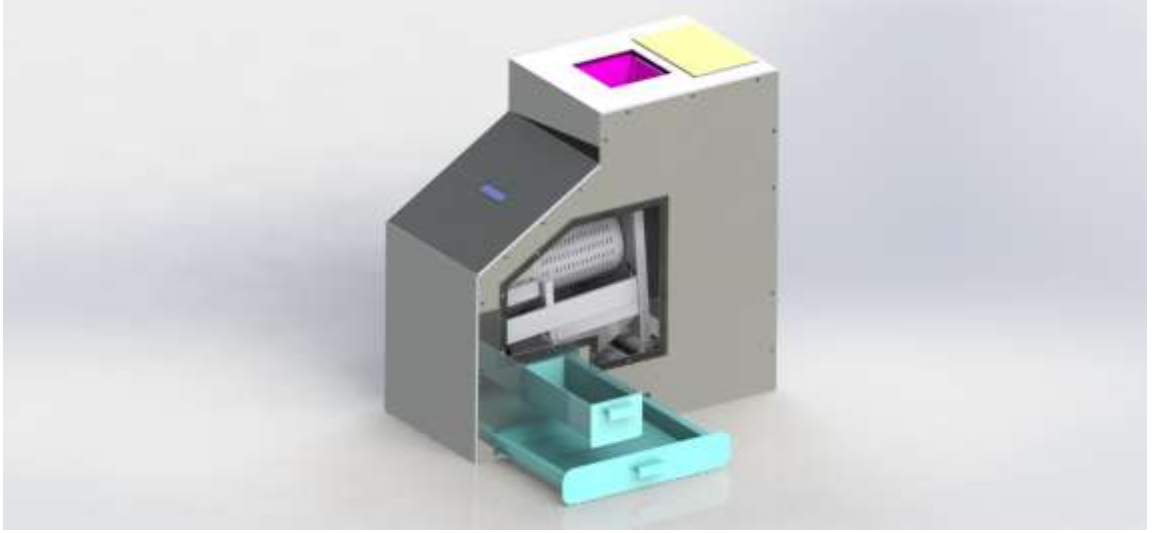
Ön temizleme yapmak amacı ile geliştirilen eleğin mekanik, elektronik ve yazılım tasarımı ve imalat yöntemleri bölüm 2’de bahsedilmiştir. Aynı bölümde eleğin ürün giriş aşamasından çıkış aşamasına kadar tasarlanan tüm donanımlara sırası ile anlatılmıştır. Yapılan tasarımlar ve imalat yöntemleri görsellerle aktarılmıştır. Mikrodenetleyici tabanlı bir elektronik kontrol devresi tasarlanmıştır. Mikrodenetleyici için geliştirilen yazılım algoritmasının çalışma prensibi aynı bölümde verilmiştir. Bölüm 3’de yapılan ön temizleme eleği ile ilgili deneysel çalışmalar verilmiş olup, farklı ürün ve farklı eleme hazlarında elde edilen sonuçlar incelenmiştir. Son olarak elde edilen sonuçlar ve gelecekte yapılacak çalışmalara yer verilmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Makine gelen ürünün içerisinde bulunan çöp oranını tespit edecek şekilde tasarlanmıştır. Bu bölümde makinenin tasarım ve imalat aşamasından bahsedilmiştir.

Bölüm 2.1’de mekanik tasarım, bölüm 2.2’de elektronik tasarım ve bölüm 2.3’de yazılım algoritmasından bahsedilmiştir.

Tasarlanan tahıl ön temizleme eleğinin ürün çekmeceleri açılmış hali Şekil 2.1 de, çekmecelerinin kapalı hali Şekil 2.2 de gösterilmiştir



Şekil 2.1. Ön Temizleme Eleği Tasarımı Perspektif Görünüşü



Şekil 2.2. Ön Temizleme Eleği Tasarımı Perspektif Görünüşü

Tüm detayları ile tasarlanan ön temizleme eleğinin imalatının bitmiş ve montaj edilmiş hali Şekil 2.3 te belirtilmiştir.



Şekil 2.3. Ön Temizleme Eleği İmalatı

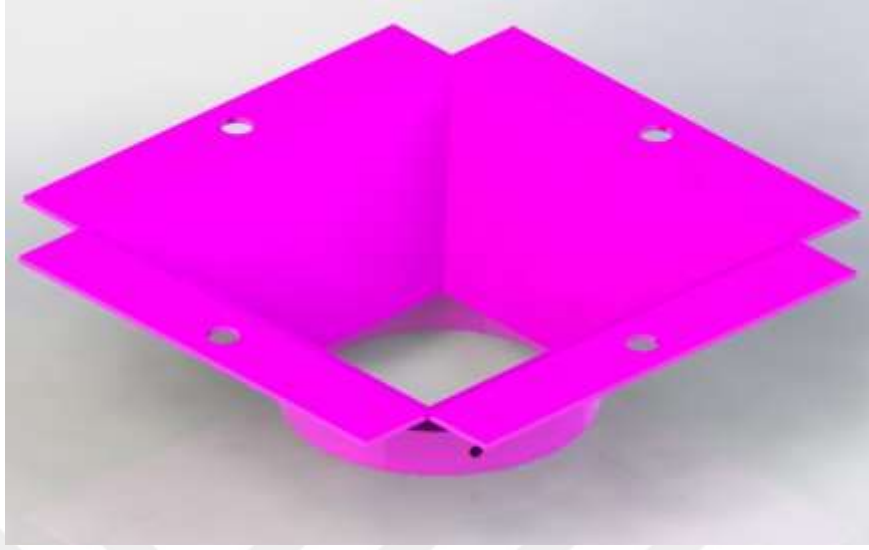
2.1. Mekanik Tasarım

2.1.1. Tartım Haznesi ve Alt Hazne

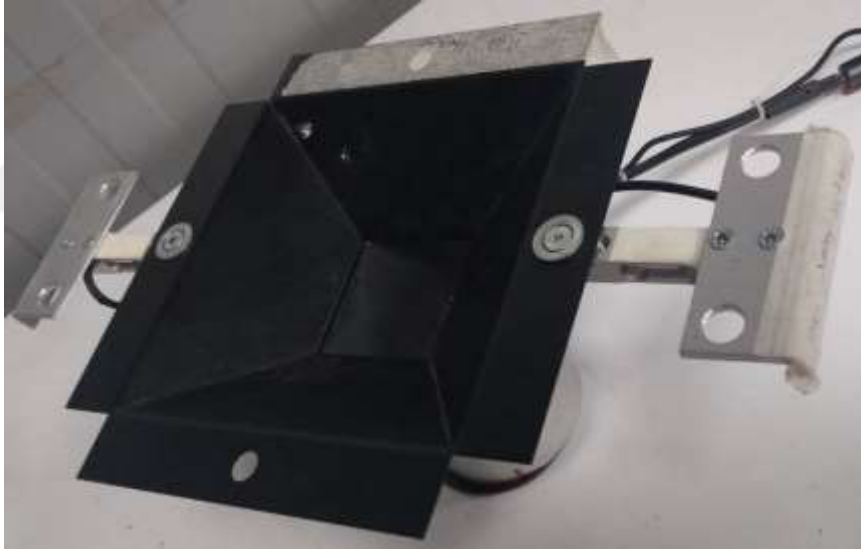
Test edilmek üzere getirilen ürünün makineye ilk konulduğu yerdir. Bu haznenin sağ ve sol taraflarında birer adet yük hücresi bulunmaktadır. Bu yük hücreleri vasıtası ile makineye giriş yapan ürünün ağırlığı tartılmaktadır.

Haznenin alt kısmında klapeli silindirik bir hazne mevcuttur. Bu hazne ve bunker birbirine montaj edilmiştir. Silindirik haznenin alt kısmında bir adet klape ve DC Motor bulunmaktadır. Tartım işlemi gerçekleştirildikten sonra DC Motor yardımı ile klape açılmakta ve hazne de bulunan ürün haznenin alt kısmında bulunan aspirasyon haznesine dökülmektedir.

Elek üzerinde bulunan eleği ilk gelen ürünü tartan tartım haznesinin tasarımı ve imal edilmiş halleri Şekil 2.4 te gösterilmiştir.



(a)



(b)

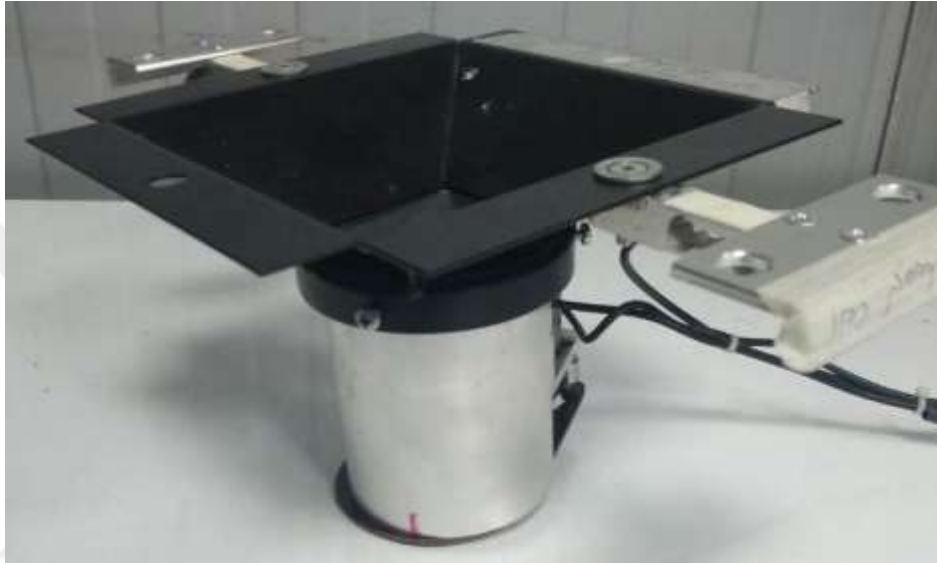
Şekil 2.4. (a) Tartım Haznesi Tasarımı (b) İmal Edilen Tartım Haznesi

Bu klape temizleme işleminin sonuna kadar açık kalmakta ve işlem tamamlandığında otomatik olarak kapanmaktadır. Tartım haznesi ana şaseye yük hücreleri vasıtası ile montaj edilmiştir. Bunker doğru tartımı yapabilmek için yük hücrelerinden başka hiç bir yere temas etmemektedir.

Parça İmalatı;

Hazne lazer metal kesme yöntemi ile 1.5 mm saçtan kesilmiştir. Yük hücresinin montaj edileceği kısımlar abkant vasıtası ile bükülmüştür. Bükülen parçalar bir birine kaynak vasıtası ile birleştirilmiştir.

Eleğin tartım haznesinin altında bulunan alt biriktirme haznesinin imalat resmi Şekil 2.5 te belirtilmiştir.



Şekil 2.5. Tartım Haznesi ve Alt Hazne

2.1.1.1 Boşaltım Klapesi

Boşaltım Klapesi bağlı bulunduğu DC Motordan hareket almaktadır. Klapa kendi üzerine açılan yol içerisinde hareketini gerçekleştirmektedir. Çalışma prensibi DC Motor yolun sonuna geldiğinde klapeye temas eder ve az bir zorlama oluşturmaktadır. Zorlandığını hisseden DC Motor hareketi kesmekte ve klape boşaltım işlemini yapmaktadır. Temizleme işleminin sonuna kadar açık kalmakta ve temizleme işleme işleminin bitiminde otomatik olarak kapanmaktadır. Klappenin açılma aralığını ayarlayabilmek için hareket yolunu sınırlamak yeterlidir. Hareket yolunda yapılacak sınırlama klappenin istenilen aralıklarda açılmasını sağlamaktadır.

Eleği tartım haznesinin altında bulunan boşaltım klapesinin imal edilmiş ve montaj edilmiş hali Şekil 2.6 te gösterilmiştir.



(a)

(b)

Şekil 2.6. Boşaltma Klapesi

2.1.1.2. DC Motor

12V ile çalışmaktadır. Sadece boşaltımda kullanılan klappenin hareketini sağlamaktadır. Motor zorlandığını hissettiği anda enerjisi kesilmekte ve klapeyi o konumda bırakmaktadır. Motora gelen ikinci bir komut ile kapanmaktadır. Kapanma esnasında da aynı mantık ile çalışmaktadır. Yolun sonuna geldiğinde hareketi kesmektedir.

2.1.2. Temizleme Haznesi

Temizleme haznesi üst hazneden dökülen ürünlerin içinde bulunan saman, çöp, kavuz, çok ince tane gibi temiz ürünün içerisinde istenmeyen ürünlerin hava yardımı ile emildiği bölümdür. Bu haznenin arka kısmında hava emiş kanalı bulunmaktadır. Bu kanal bir Siklona bağlanmıştır.

Aspirasyon sisteminin bir parçası olan temizleme haznesinin tasarımı montajı ve imalat edilmiş resimleri Şekil 2.7 de gösterilmiştir.



(a)

(b)



(c)

Şekil 2.7. Temizleme Haznesinin (a),(b) tasarımlar ve (c) imalatı

Bu hazne içerisinde 2 adet geçiş merdiveni bulunmaktadır. Bu merdivenlerden ürün kademeli olarak geçmektedir. Ürünün bu merdivenlerden geçişi esnasında ürünün içerisinde istenmeyen maddelerin emilimi sağlanmaktadır. Üst ile 1. basamak ve 1. basamak ile 2 basamak arasında 2 cm boşluklar bulunmaktadır. Emme olayı asıl olarak bu boşluklarda gerçekleşmektedir. İlk etapta;

Ürünlerin 1. merdivene düşmesi sırasında ilk emme gerçekleşir. Ürünlerin üst haznedan 1. merdivene düşerken aradaki boşlukta fan yardımı ile ilk emme gerçekleşmektedir. 1. merdivene düşme esnasında ve 1. merdivenin üzerinde hareket esnasında emilemeyen ürünler 2. merdivene düşme esnasında aradaki boşluklu bölgede emilir. Orada da emilemeyen ürünler tambur girişine düşme esnasında aradaki boşluktan emilir ve makineye çöp gitmesi engellenmiş olur.

Parça İmalatı

Temizleme haznesi 3D yazıcı vasıtası ile PLA baskı ile %40 doluluk oranda basılmıştır. Ana gövde tek parça olarak üretilmiştir. İçerisinde bulunan merdiven yapısı ayrı ayrı üretilmiştir. Daha sonra tüm parçalar birbirine montaj edilmiştir.

2.1.3. Ürün Besleme Kelebeği

Ürünlerin triyöre beslenmesini sağlayan ürün besleme kelebeğinin üretilmiş resmi Şekil 2.8 de gösterilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 2.8. Ürün Besleme Kelebeği (a) tasarımı ve (b) imalatı

Ürün besleme kelebeği dış kısmı plastik merkezi çelikten yapılmıştır. Dış kısmında bulunan plastik ürünün zarar görmesini engellemektedir. Merkezinden makinenin ana miline montaj edilmiştir. Temizleme haznesi üzerine gelen ürünleri üst kısmında biriktirir ve hareketi esnasında her adımında tamburun içerisine ürünleri kademeli olarak bırakmaktadır. Tambur ile aynı milde montaj edilmiş ve tambur ile aynı açısal hızlarda dönmektedir. Temizleme haznesinden makineye gelen ürünlerin bir seferde tambur içerisine dökülüp yığılmasını engellemek için tasarlanmıştır. Adım mantığı ile çalışmaktadır. Her adımında dişli arasındaki ürünleri alt kısmına geçirerek ürünlerin

tambura girmesini sağlar. Bu sayede ürünler tamburda yığılmadan yavaş yavaş yayılarak daha iyi şekilde ilerler ve daha iyi bir şekilde temizlenmiş olurlar.

Ürün besleme kelebeğinin makine içerisinde montaj edilmiş tasarım detayı Şekil 2.9 da belirtilmiştir.



Şekil 2.9. Temizleme ve Ürün Besleme Kısımların Birleştirilmesi

2.1.4. Motor

Sistemin çalışmasını sağlayan ana motordur. 12 V ile çalışmaktadır. Bu motor kendisine bağlı bulunan ana mil yardımı ile ürün besleme kelebeği ve tambura hareket vermektedir. Daha verimli bir çalışma yapmak ve üründe daha iyi temizlik yapabilmek için bu motorun dönme hızına müdahale edilebilmektedir. Bu sayede farklı ürün tiplerine göre değişik hızlarda döndürerek daha iyi bir temizleme elde etmiş oluruz.

Sistemin çalışmasını sağlayan ana motor olan triyörü ve ürün besleme kelebeğini tahrik eden motorun resmi Şekil 2.10 da belirtilmiştir.



Şekil 2.10. Redüktörlü DC Motor

2.1.5. Ana Mil

Bir tarafından motora akuple edilen bu milin üzerine ürün besleme kelebeği ve tambur aynası bağlanmış durumdadır. Ürünün diğer ucunda ise tambur mili bağlıdır. Motordan aldığı hareket ile ürün besleme kelebeği ve tambur milini tahrik etmiş olur.

Ana motora monte edilmiş motordan alınan hareketi tambura ileten ara mildir. Milin tasarım resmi Şekil 2.11de gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Ana Mil

2.1.6. Tambur Mili

Tambur milinin bir ucu ana mile diğer ucuna ise tamburun boşaltama kasnağı bağlanmıştır. Baş kısmına ise tambur aynası monte edilmiştir. Ana milden aldığı hareket ile tamburu tahrik etmiş olur. Asıl kullanım amaçlarından bir diğeri ise tamburu merkezlenmektir. Bu sayede tamburun balansını engellemiş oluruz.

Tamburu tahrik eden tambur milinin tasarım resmi Şekil 2.12 de gösterilmiştir.



Şekil 2.12. Tambur Mili

2.1.7. Tambur Aynası

Tambur aynası merkezinden ana mile bağlıdır. Ayna üst kısmından ise tambura monte edilmiştir. Tambur merkeze 120 derecelik eşit aralıklar ile açılmış flanşlar ile bağlıdır. Böyle olmasının sebebi ürün besleme kelebeğinden gelen ürünlerin tamburun içerisine girmesini sağlamasıdır. Merkezde mil bulunmasından dolayı ürünlerin tamburun içerisine giriş ancak böyle sağlanabilmiştir. Tambur aynaya dıştan monte edilerek ürün besleme kelebeğinden gelen ürünlerin tamburun dışına çıkması engellenmiştir.

Ana mil ile triyör arasında bulunan ana milden aldığı hareket ile triyörü hareketlendiren Tambur aynasının tasarım resmi Şekil 2.13 de gösterilmiştir.



Şekil 2.13. Tambur Aynası

2.1.8. Triyör Mekanizması

Tasarlanmış olan Triyör farklı delik çaplarına sahip tek parçadan oluşmaktadır. Triyörün giriş kısmında 1.4 mm çapında ve 16 mm uzunluğunda slotlar bulunmaktadır. Triyörün girişinden itibaren 200 mm uzunluğundaki kısım 1.4 mm çapında slotlara sahiptir. Triyörün çıkış kısmında ise 4 mm çapında ve 8 mm uzunluğunda slotlar bulunmaktadır. 4 mm çapına sahip slot alanının uzunluğu ise 100 mm dir. Tamburun içerisinde ürünlerin rahat ilerlemesi için tambura 4 derecelik eğim verilmiştir.

Triyörün giriş kısmındaki 200 mm uzunluğundaki 1.4 mm çaplı alanda hava emişinin ememediği ağır ama temiz üründen küçük boyutlara sahip istenilmeyen atıklar (atık çöp kum vb.) bu bölümden Triyörü terk ederler. Temiz ürün haznesinin bulunduğu bölüme ulaşamazlar.

Temiz ürünler ise 1.4 mm çapından büyük oldukları için bu bölümde yoluna devam etmekte ve 4 mm delik çaplı kısma doğru Triyör içerisinde ilerleyişini sürdürmektedirler.

Temiz ürünler Triyörün ikinci kısmından yani 4 mm çapında deliklerin bulunduğu alandan Triyörden ayrılıp temiz ürün haznesine düşerler. Fakat tamburun yarısından sonraki kısmında ürünlerin daha iyi temizlenmesi için daha yavaş ve daha fazla hareket ederek ilerlemesi sağlamak için tamburun içeresine helis açılmıştır. Bu helis sayesinde ürünlerin tambur içerisinde daha fazla tur atması sağlanmış olmaktadır. Tamburun girişinden itibaren 3 te 2 lik kısmından çöp ve ince taneler tamburu terk etmektedir. En sonda bulunan 3 te 1lik kısmından ise istenen ürünler tamburu terk etmektedir. Delik

aplarından daha büyük çöpler ve atıklar ise tamburun bitiminde çöp haznesine boşaltılmaktadırlar.

Eleme sisteminin temel parçası olan Triyörün tasarım ve imal edilmiş resimleri şekil 2.14 te gösterilmiştir.



şekil 2.14. (a), (b), (c), (d), (e) ve (f)'de Tasarlanan Triyör Elek Mekanizması

2.1.9. Temiz rn Toplama Bölümü

Temiz rn toplama bölümü tamburun son üçte birlik kısmında yer almaktadır. Tamburun son kısmında 2.5 mm çaplı gözler olduğu için bu kısımda tamburda kalan

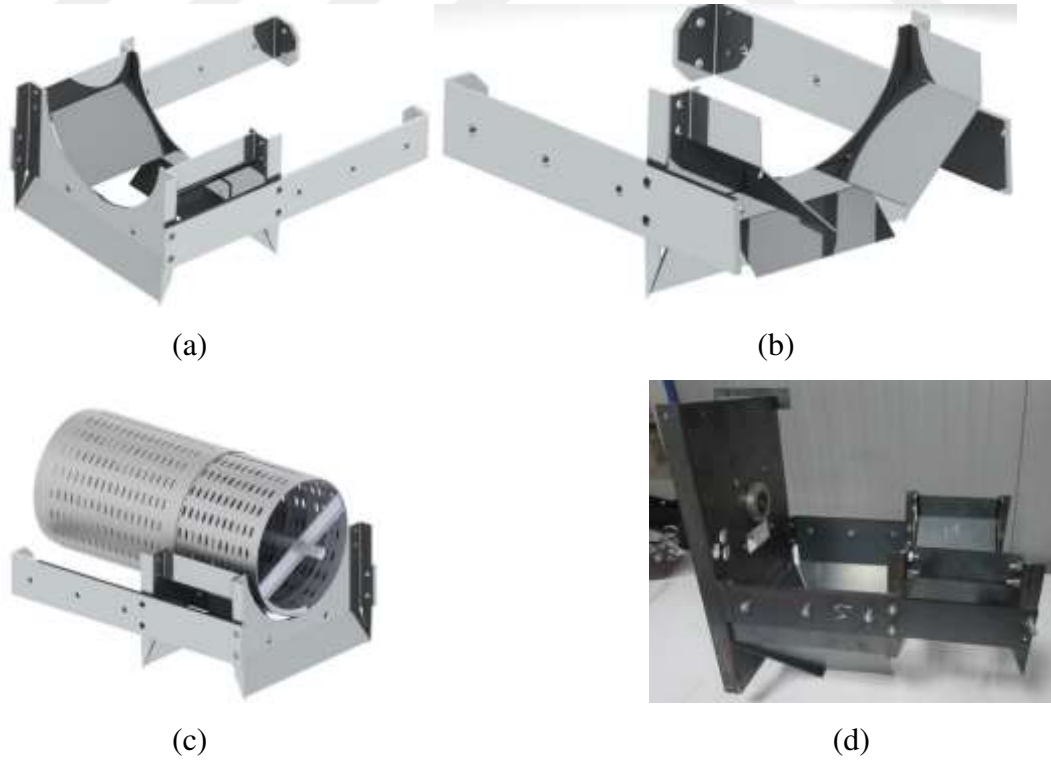
pirinçler düşecektirler. Tamburdan düşen pirinçler yatay plakalar sayesinde temiz ürün haznesine toplanacaktır. Bu bölümün öncesinde pirinçten küçük taneler düşecekler ve çöp toplama bölümünden çöp çıkış haznesine gidecekler. Pirinçten daha büyük çaplı taneler ise tambur gözeneklerinden düşmeyip tamburun en sonunda bulunan çıkıştan çöp toplama haznesine gidecekler.

Bu bölümde temiz ürün çıkış haznesi ve haznenin alt plakası bulunmaktadır. Bu plakanın da alt kısmında 2 adet Load Cell bulunmakta ve makineden çıkan temiz ürünün tartımını yapmaktadır.

İmalatı;

Bağlama aparatları 5 mm saçtan ayırma ve yol verme parçaları ise 2 mm saçlardan Lazer metal kesme makinesi vasıtası ile kesilip büküm makinesi vasıtası ile bükülmüştür. Daha sonra tüm parçalar M6x1,5 cıvatalar ile birbirine montaj edilecektir. Montaj edilen parçalar ise daha sonra iç şaseye cıvata ile montaj edilecektir.

Triyörden ayrılan ürünlerin temizlerinin ve kirlilerin ayrılıp farklı haznelere ulaşmasını sağlayan ara bağlantı aparatlarıdır. Temiz ürünlerin temiz toplama haznesini yönlendirildiği aparatın tasarım ve imalat resimleri Şekil 2.15 te gösterilmiştir.



Şekil 2.15. Temiz Ürün Toplama Bölümü Tasarımları (a),(b) ve (c)'de İmalatı (d)

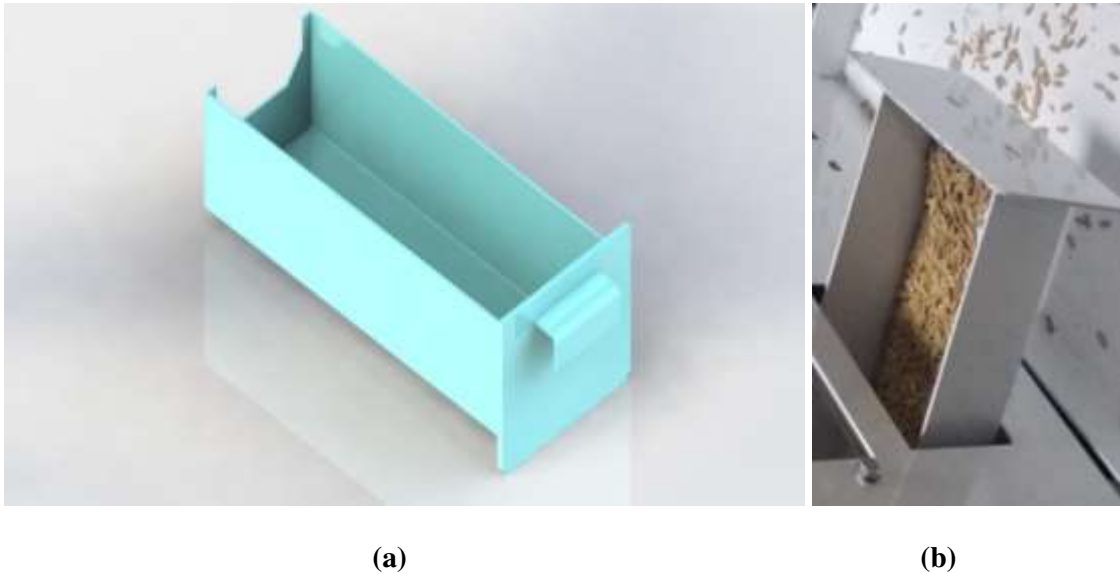
2.1.10. Temiz Ürün Çıkış Haznesi

Temiz ürün çıkış haznesi, temizleme işlemi sonunda temiz ürünün toplandığı haznedir. Atıklardan arındırılan temiz ürün bu hazne de biriktirilir. Haznenin kayar sistem ile makinenin içinde bulunmaktadır. Haznenin üzerinde durduğu zemin plakasının altında 2 adet yük hücresi bulunmaktadır. Bu yük hücreleri yardımı ile temiz ürün toplama haznesinde biriktirilen atıklardan arındırılmış temiz ürünün tartımı yapılmaktadır. Sistem daha önceden haznenin boş ağırlığına göre kalibre edilerek sıfırlanmaktadır. Temizleme sonrasında haznede olan ürünün tartımı yapılır. Mikro işlemci vasıtası ile giriş, çıkış ürünü arasındaki bağlantıyı kurulur ve ürünün içerisindeki çöp miktarı tespit edilmiş olur.

İmalat

Kullanılan 2 Adet plaka Solid Works programında 3D olarak ayrı ayrı tasarlanmıştır. Daha sonra Solid Works Programının montaj özelliği ile birbirine montaj edilmiştir. Parçalar DWF formatında kaydedilmiş ve büküm detayları hazırlanmıştır. DFX hazırlanan dosyalar hassas Lazer ile 2 mm S235JR malzemesinden kesilmiştir. Hazne kısmı tek parça olup büküm makinesi vasıtası ile U şeklinde bükülmüştür. Baş kısmına gelen plaka ise daha sonradan kaynakla birleştirilmiştir.

Temiz ürünlerin toplandığı temiz ürün haznesinin tasarım ve imalat resimleri Şekil 2.16 da gösterilmiştir.



Şekil 2.16. Temiz Ürün Çıkış Haznesi(a), (b)

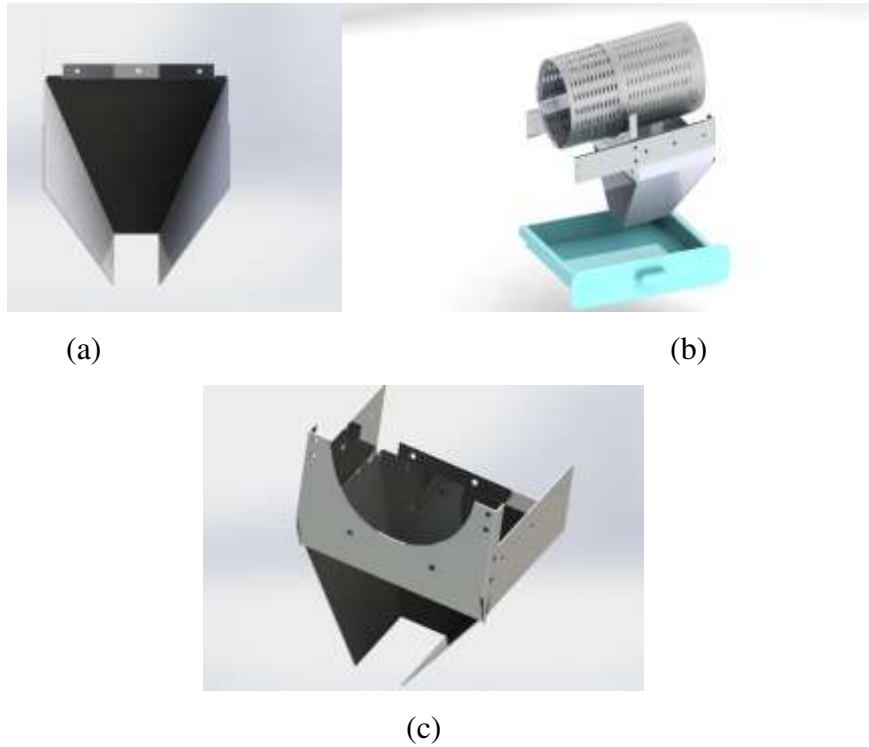
2.1.11. Çöp Toplama Bölümü

Triyörün giriş kısmındaki 1.4 mm delik çaplarının olduğu kısımdan aşağıya dökülen çöpleri açılı bükümleri sayesinde çöp haznesine ulaştırır. Aynı zamanda temiz ürün ile çöplerin karışmasını da engeller.

İmalatı

Kullanılan 4 Adet plaka Solid Works programında 3D olarak ayrı ayrı tasarlanmıştır. Daha sonra Solid Works Programının montaj özelliği ile birbirine montaj edilmiştir. Parçalar DWF formatında kaydedilmiş ve büküm detayları hazırlanmıştır. DFX hazırlanan dosyalar hassas Lazer ile 2 mm S235JR malzemesinden kesilmiştir. Kesilen tüm parçalar büküm makinesi vasıtası ile $k=0,37$ değerinde ve $r=1,75$ katsayılarında bükülmüştür. Parçalar birbirine cıvata ile montaj edilmiştir. Montaj edilen parçalar temiz ürün yol verme haznesinin kollarına cıvata ile montaj edilmiştir. Diğer arka kısımda kalan parça ise ana şaseye cıvata ile montaj edilecektir.

Temiz ürün bölümüne ulaşamayan çöplerin triyörden ayrılıp kirli bölümüne ulaşmasını sağlayan aparatlarının tasarım resmi Şekil 2.17 de gösterilmiştir.



Şekil 2.17. (a), (b) ve (c) Çöp Toplama Bölümü Tasarımları

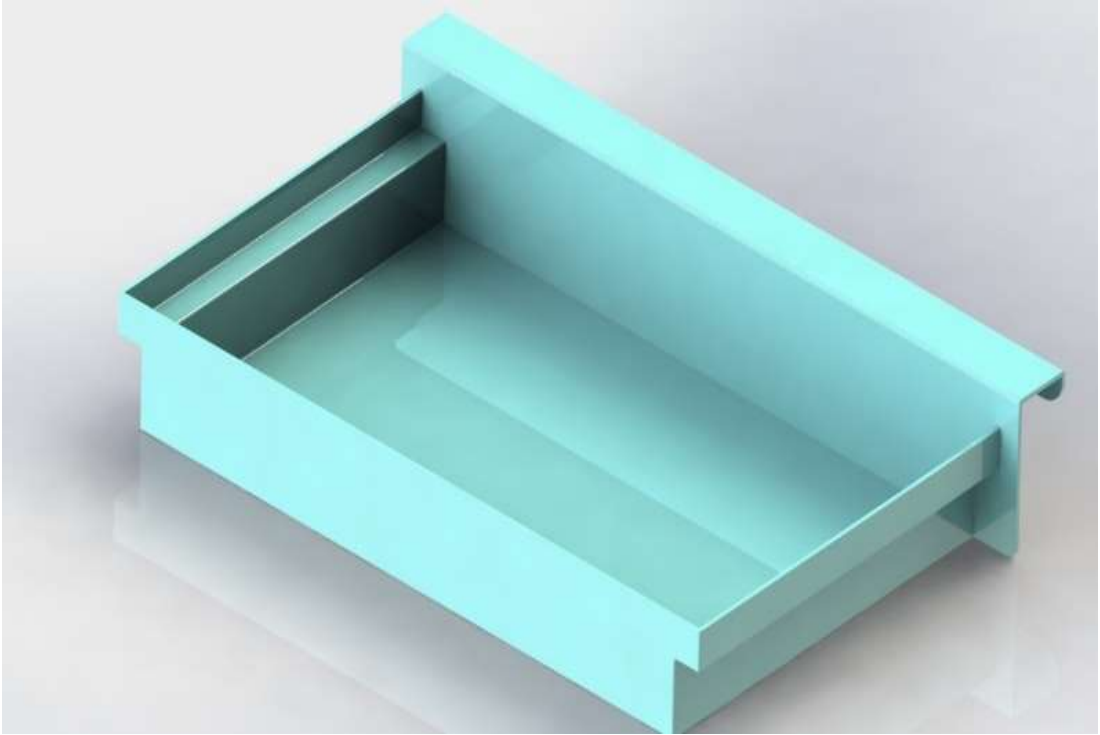
2.1.12. Çöp Çıkış Haznesi

Çöp toplama haznesi tamburun giriş kısmından dökülen çeltikten küçük çaplardaki atıkları (ham tane, ince saman, yeşil tane, kavuz vb.) ve tamburun gözlerinden düşmeyecek kadar büyük olan atıkları (Sap, saman, ot, taş vb.) tamburun çıkış kısmından düşer. Çöp toplama haznesi her iki taraftan düşen çöp saman vb. gibi istenmeyen ürünleri toplayan haznedir. Bu hazne çekmece mantığı ile çalışmaktadır. Makine çalışması sonlandıktan sonra çıkartılıp tüm çöpler boşaltılabilir.

İmalatı

Çöplerin toplanacağı hazne 1.5 mm kesilmiştir ve daha sonra bükülmüştür. Bükülen haznesinin 2 ucuna da kesilen dikey parçalar kaynak ile birleştirilmiştir.

Temiz ürünün içerisinde istenilmeyen ürünlerin biriktiği haznenin tasarım resimleri Şekil 2.18 de gösterilmiştir.



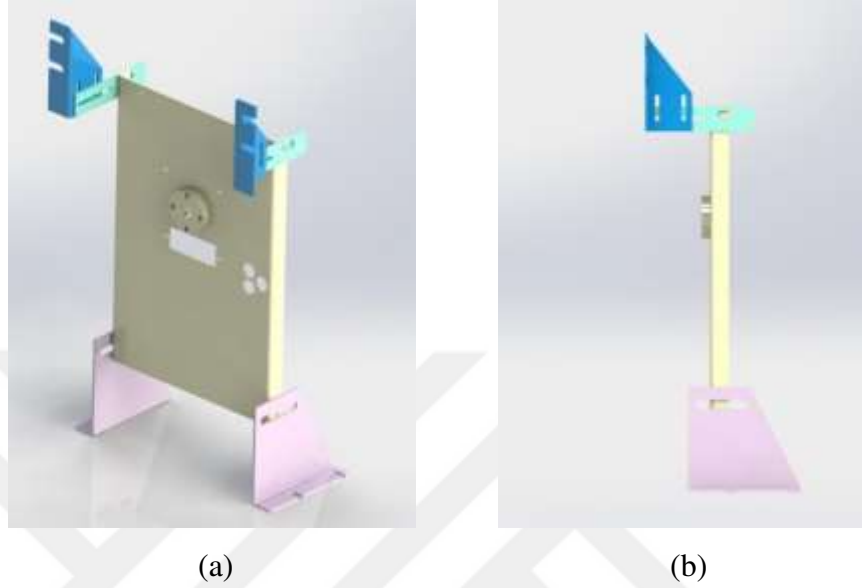
Şekil 2.18. Çöp Çıkış Haznesi

2.1.13. İç Şase

Tambur, tamburun hareketini sağlayan Dc Motor, ürün besleme kelebeğinin tamamı bu saç üzerine monte edilmiştir. Şasenin alt ve üst bağlantı flaşlarında bulunan slot

delikler sayesinde şaseye bağlı tamburun eğimi istenilen derece de ayarlanabilir. Açılan slot delikler şasenin 2 ekseninde rahat sistemi kastırmadan hareket etmesini sağlar.

Triyörün ve tüm sistemdeki ekipmanların üzerine bağlandığı iç şasenin tasarım resimleri Şekil 2.19 da gösterilmiştir.



Şekil 2.19. (a) ve (b) İç Şase Tasarımı

2.1.14. Aspirasyon Sistemi

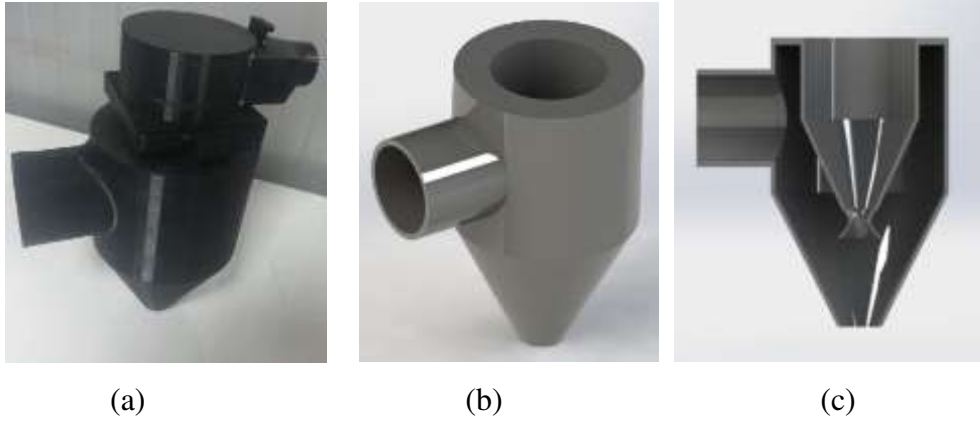
Asirasyon sistemi için AC vakum motoru ve motorun monte edebileceği bir Siklon tasarımı yapılmıştır.

Siklon Sistemi 2 parçadan oluşmaktadır.

1. Kısım: Siklon Koniği

Filtre bölümünün altında kalan kısımdır. Burası çöplerin çöktüğü kısımdır. Burada hava ile emilen ağır çöpler siklon çevresinde tur attığında enerjisini kaybeder ve yerçekiminin etkisi ile siklonun alt çıkışına düşerler. Çalışma esnasında alt kısmı tüm çöpler birikir. Alt kısım dışardan hava almayacak şekilde izole edilmiştir. Makinenin çalışması durduktan sonra alt kısmında bulunan çekmece ile boşaltılır.

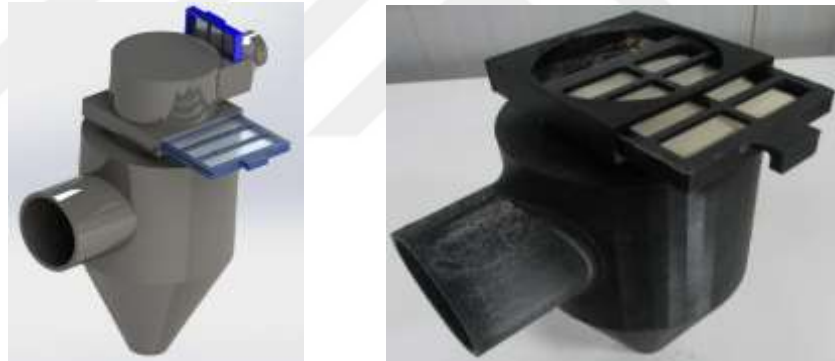
Aspirasyon sisteminde kullanılan siklonun tasarım, imalat ve montaj resimleri Şekil 2.20 de gösterilmiştir.



Şekil 2.20. Siklon Koniği (a), (b) ve (c)

2. Kısım: Filtre Kısım

Siklon içerisinde bulunan filtrelerin tasarım ve imalat resimleri Şekil 2.20 de gösterilmiştir.

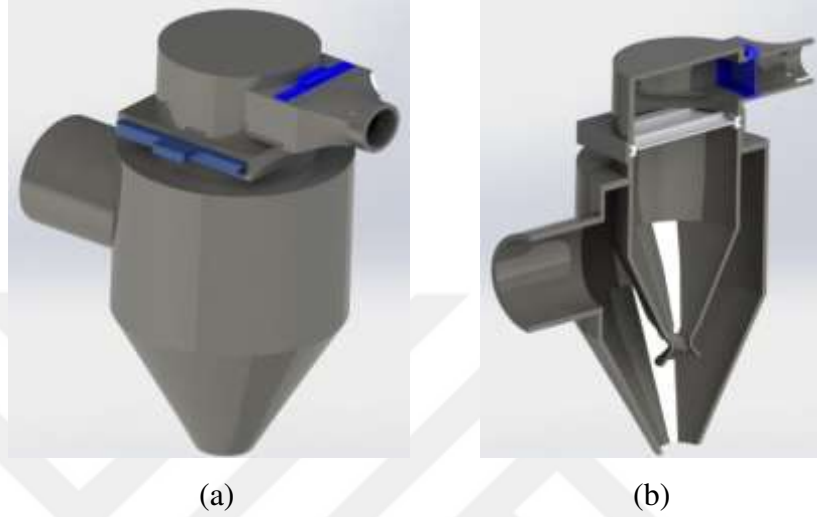


Şekil 2.20. Filtre Kısım

Siklonun sisteminin üst kısmında bulunur. Hava ile emilen çok küçük atıklar ve tozlar hava emişinden dolayı siklonun alt kısmına düşmezler ve hava ile motora doğru yol alırlar. Bu atıkların motora gitmelerini engellemek amacı ile üst kısmı 2 adet filtre sistemi tasarlanmıştır. Burada 1. Filtre 0.9 mikrona kadar olan atıkların ileriye gitmesini engeller ve üzerine yapıştırır. 0.9 mikrondan daha küçük toz ve atıklar bu filtre sistemini geçerler. Fakat bunların motora gitmesi motora zarar vereceğinden dolayı 2. Filtre sistemi geliştirilmiştir. 2. Filtre 0.4 mikrona kadar olan tüm çöp toz ve atıkları durdurarak motora gitmelerini engeller. Bu filtreler montaj edildikleri sistemde

kanallara yerleştirilmiş olup çok rahat temizlenebilmektedirler. Motor çalışması sona erdikten sonra yerinden kolaylıkla çıkartılıp temizlenebilir.

Siklonun tasarımının tam montajlı halinin perspektif ve kesit görüntüsü Şekil 2.21 de gösterilmiştir.



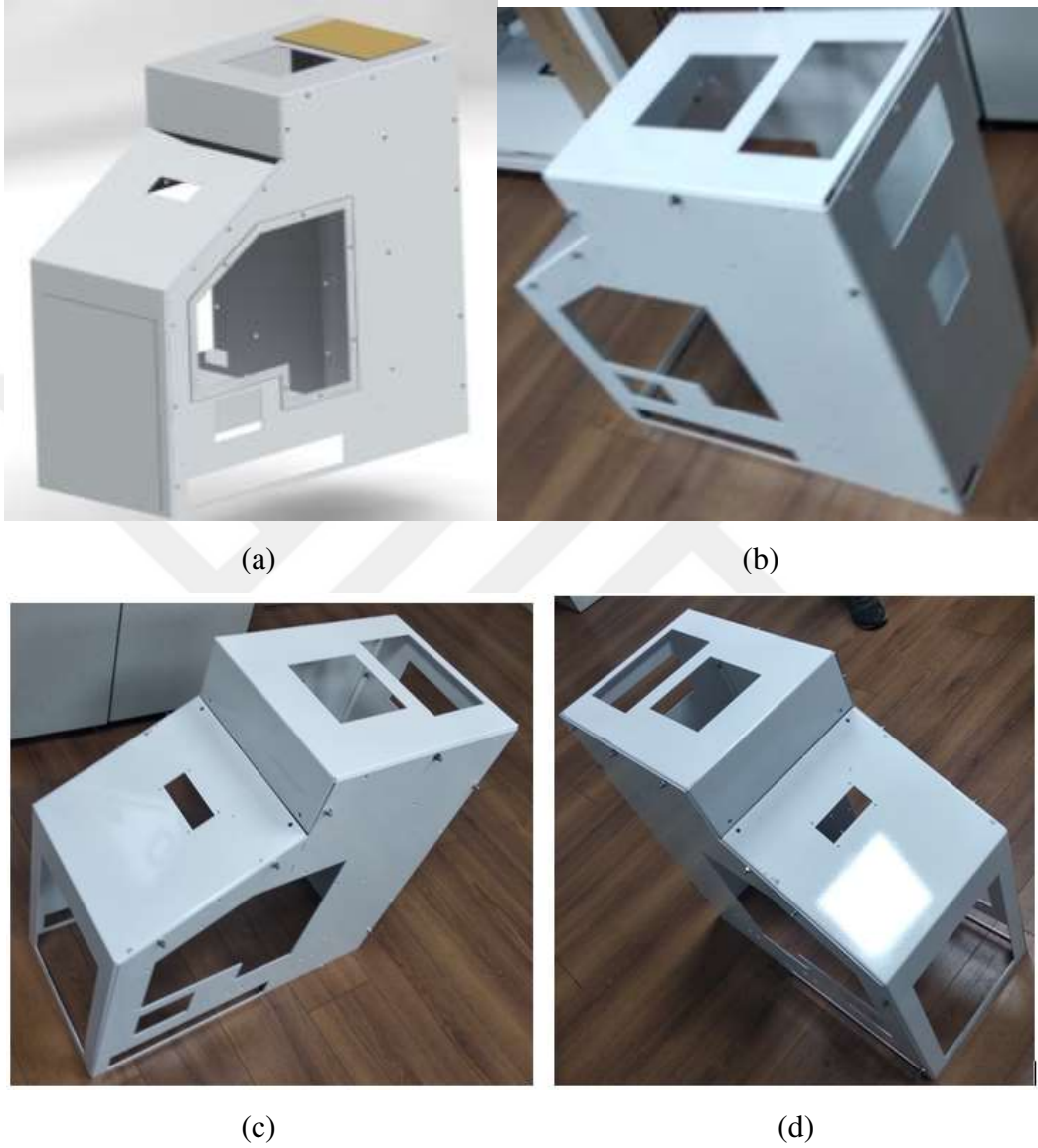
Şekil 2.21. (a) ve (b) Siklon Sisteminin ana Görseli

İmalatı:

Siklonun kendi ve yardımcı ekipmanlarının tamamı 3D yazıcı ile üretilmiştir. 3D yazıcının çalışma uzayından büyük olan parçalarının basımı ise ayrı parçalar halinde yapılmış ve sonradan birleştirilmiştir. 3D yazıcı %40 doluluk oranında %80 hız ile çalıştırılarak parça üretimi yapmıştır. 3D yazıcı da yüksek kaliteli PLA filament kullanılmıştır.

2.1.15. Dış Kabuk

Tasarlanan eleğin dış kabuğunun imalat resimleri Şekil 2.22 de gösterilmiştir.



Şekil 2.22. (a), (b), (c), (d) Dış Kabuk

Tasarlanan Tahıl Elemede Kullanılan Laboratuvar Tipi Tahıl Ön Temizleme Eleğinin tüm ekipmanları ana şasenin üzerine monte edilmiştir. Dış kabuğa sadece elektronik ekipmanların bulunduğu sehpa monte edilmiştir.

Dış kabuk şaseden bağımsız olarak tasarlanmıştır. Tasarım esnasında tüm montaj detayları göz önünde bulundurularak tasarlanmıştır. Makinenin iç kısmının dışarıdan

görünmesi için yan yüzlere Flexsi Glass malzemeler montaj edilmiştir. Dış kabuk şaseye monte edildikten sonra müdahale kapaklarının daha kolay açılıp kapatılması için kabuk parçalarının iç kısmına M6 Somunlar kaynatılmıştır. Bu somunların boşa dönmesi engellenerek daha kolay sökülüp toplanması sağlanmıştır. Dış kabuk dışarıda kendi arasında montaj edilecek ve daha sonradan ana şasenin üzerine geçirilecektir. Dış kabuk daha sonradan ana şasede belirtilen yerlere cıvata ile sabitlenecektir.

İmalatı:

Kabukta yer alan tüm parçalar tek tek DXF formatında kaydedilmiş ve tüm parçaların tek tek büküm detayları hazırlanmıştır. Hazırlanan parçaların gerekli kesim ayarları yapılmıştır. Kesimleri hazırlanan parçalar 2 mm S235JR malzemeden Lazer ile hassas bir şekilde kesilmiştir. Kesilen malzemeler belirtilen ölçülerde bükülmüştür. Büküm parametrelerin de 2 mm sac için k değeri 0,37 ve iç yarıçap 1,75 olarak alınmıştır.

2.2. Elektronik Tasarım

Tahıllar içerisinde bulunan çöp oranının tespitinde günümüzde laboratuvarlarda kullanılan ön temizleme elekleri sarsak mekanizmalı olup tartım işleri de manuel olarak yapılmaktadır. Tahıllar için laboratuvar tipi triyör ön temizleme eleği, klasik eleklerden farklı olarak elektronik ve yazılım destekli olarak tasarlanmıştır. Bu sayede hızlı bir şekilde güvenli analiz yaparak raporlama sunmaktadır. Raporlama ile fiyatlandırma, sınıflandırma gibi işlevler daha basit bir şekilde yapılabilmektedir.

Elektronik denetleyici olarak bir mikrodenetleyici kullanılmıştır. Diğer elektronik donanımları denetleyerek sistemin düzgün ve verimli bir şekilde çalışabilmesi sağlanmıştır.

Elektronik donanım olarak kullanıcıya bilgi vermek için 4x20 karakter tipi LCD ekran, 1x4 membran tuş takımı, yük hücreleri ve yük hücresi yükselteçleri, triyak kontrollü dimmer, mosfet kontrollü elek motoru, klape kontrollü (Akım kontrollü H-Köprüsü) kullanılmıştır.

2.2.1. 4x20 Karakter Tipi LCD Ekran

Yapılan yazılım doğrultusunda makinenin ekranının resmi Şekil 2.23 te gösterilmiştir.



Şekil 2.23. 4x20 LCD Ekran[24].

4x20 karakterli ekran kullanıcıya bilgi vermek ve opsiyon seçimi için konulmuştur. Sisteme giren ilk ürünün tartımını yaparak ekrana ürün miktarını gram cinsinden ekrana yazdırır. Sistem çalışmasındaki gerekli olan parametre ayarlarını ekran ve tuş takımı vasıtası ile yapılır. Bu parametreler Triyör hızı, Fan hızı, çalışma süresidir. Bu parametrelerden triyör hızı ve fan hızı çalışma esnasında değiştirilebilir; fakat çalışma süresi makine çalışmaya başlamadan önce ayarlanır ve çalışma esnasında müdahale edilemez. Çalışma sonrasında temiz ürün haznesinde toplanan ürünün tartımını yapar ve gramajını da ekrana yazdırır. Daha sonra giriş ve çıkış ürün miktarını oranlayarak ürün içerisinde bulunan çöp miktarını ekrana yüzde olarak yazdırır.

2.2.2. 1x4 Membran Tuş Takımı

Ekran da bulunan açıklamalar sayesinde sekmeler arasında geçiş yapmayı, başlama ve durdurma işlemlerini yapmada, ayarlanmak istenen parametrenin seçilmesinde ve o parametrenin değiştirilmesinde kullanılmaktadır. Tuşların farklı ekrandan farklı farklı

fonksiyona hizmet edebilmektedir. Hangi fonksiyonda kullanılacağı ekranın alt kısmında belirtilmektedir.

Makineye kontrolünde kullanılan tuş takımının resmi Şekil 2.24 te gösterilmiştir.

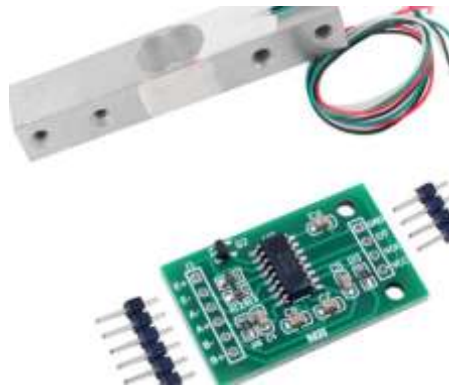


Şekil 2.24. 1x4 Membran Tuş Takımı[25].

2.2.3. Yük Hücreleri ve Yük Hücreleri Yükselticileri

Ön temizleme eleğinin ürün giriş ve temiz ürün çıkış hazneleri bölümünde ikişer adet bulunmaktadır. Girişe konulan ürün miktarının tartımını yapar mikroişlemciye bildirir. Temiz ürün çıkışında bulunan yük hücrelerini de tartımı yapar ve mikro işlemciye bilgi aktarır.

Makine giriş ve çıkışında kullanılan ürün tartımını sağlayan yük hücrelerinin resmi Şekil 2.26 da gösterilmiştir.



Şekil 2.226. Yük Hücresi ve Yükselteç Devresi[26].

En basit tanımı ile yük hücrelerinin üzerine uygulanan fiziksel kuvveti elektrik sinyali olarak çıkıtlayan bir sistemdir. Yapı yay elemanı olarak adlandırılan özel olarak

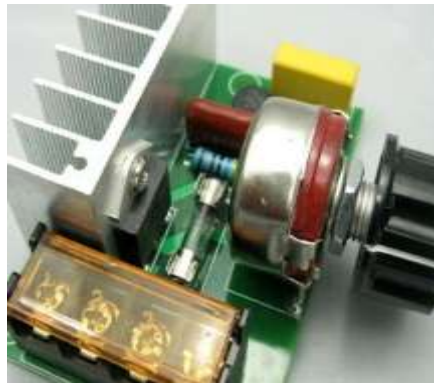
seçilmiş ve şekil verilmiş, metal gövde ile gerginlik ölçerlerden kurulmuş bir wheatstone köprüsünden oluşur. Yay elemanı üzerine kuvvet uygulandığında yük hücresi gövdesi üzerinde bir yer değiştirme (deplasman) ortaya çıkar. Yay elemanında meydana gelen bu yer değiştirme gerginlik ölçer ile öncelikle bir empedans değişimi olarak algılanır ve wheatstone köprüsü üzerinden bir elektrik sinyali olarak çıktı alınır. Elde edilen bu sinyal mikroişlemci tabanlı bir göstergede işlenerek kuvvet ya da ağırlık bilgisi olarak gösterilir [27].

2.2.4. Triyak Kontrollü Dimmer

Dimmer devresi, alternatif akım ile çalışan bir güç kontrol devresidir. Motor hız kontrolü gibi ihtiyaçlara göre çeşitli elektronik cihazlarda da kullanılırlar.

Dimmer devrelerinde kontrol edilmesi istenen motor veya bir başka uyarıcı haricinde . devredeki ayarlı direnç (genellikle potansiyometre kullanılır) ile motor hızı gibi ayarlar kontrol edilir. Devredeki en kritik devre elemanı triyaktır. Triyak tetikleme durumuna geçirilir ve devrenin çalışma prensibi tamamen buna dayanır. Potansiyometrenin direnç değeri değiştiğinde kondansatörün de yardımıyla diyak üzerinden geçen akımın faz açısı da değişir. Diyak, triyakın tetiklenmesi için gerekli darbe sinyallerini sağlar. Triyak tetikleme durumuna geçtiğinde devreye bağlı yükün kontrolü sağlanmış olur.

Fan hızının kontrol etmede kullanılan hız kontrol devresinin resmi Şekil 2.27 de belirtilmiştir.



Şekil 2.27. Triyak Kontrollü Hız Kontrol devresi[28]

2.2.5. PWM Kontrollü Elek Motoru

DC motorlarını zaman zaman çift yönlü kullanmaya ihtiyaç duyarız. Motorların dönüş yönünü değiştirmek için motor besleme voltajını ters çevirmek gerekir. Bir kaç anahtar vasıtası ile bu işlemi manuel olarak yapabiliriz. Fakat devremizde mikro işlemci bulunmasından dolayı bu işlemi manuel yapmamızı gerek duyulmamaktadır. Motorun dönüş yönünü kontrol etmek için sisteme H Köprü (H Bridge) motor sürücü devresini ekleyerek bu işlemi gerçekleştirmiş oluyoruz.

Üretmiş olduğumuz Laboratuvar Tipi Ön Temizleme Eleğinde bu sistemi boşaltım klepesini açıp kapatma işleminde kullanılır. Sistem start aldığı anda motorun tetiklenir ve klepenin açılması sağlanır. Makine çalışmasını tamamladıktan sonra motorun diğer kutbu tetiklenir ve klepe sistemi kapanmış olur.

2.2.6. Klapa Kontrolü(Akım Kontrollü H Köprüsü)

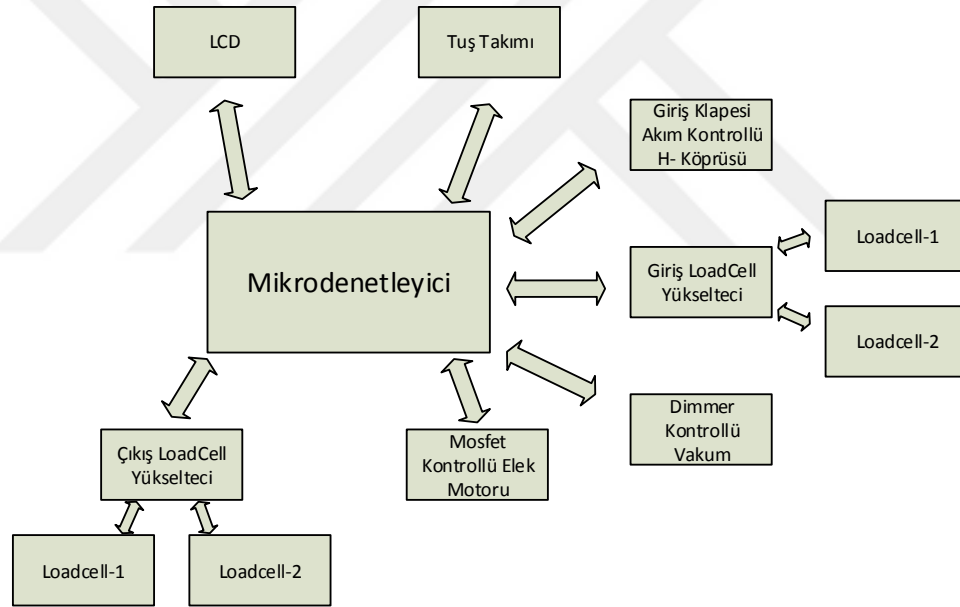
PWM DC motor hız kontrol yöntemidir. Bu yöntem en yaygın hız kontrol yöntemlerinden birisidir. “Pulse Width Modulation” (Darbe genlik modülasyonu) kelimelerinin kısaltılmış halidir. Bir D.C. motorun hızını kontrol edebilmek için ayarlanabilir bir D.C. gerilime ihtiyaç vardır. Eğer 12 V. bir D.C. motor alır ve enerji verirse motor hızlanmaya başlayacaktır. Motorun maksimum hıza ulaşması için belirli bir süre geçmesi gerekecektir. Eğer motor maksimum hıza ulaşmadan motorun enerjisini kesersek motor bu defa yavaşlamaya başlayacaktır. Eğer enerjiyi yeterli çabuklukta sürekli kapatıp açarsak motor sıfır ile maksimum arasında bir yerdeki hız değerinde çalışacaktır. PWM yöntemi ile motor belirli aralıklarda, darbe işaretleri gönderilerek enerji verilir ve motor belirli bir hızda çalıştırılır. Bu darbe işaretlerinin genliği ayarlanarak motorun enerjili olma süresi artırılıp azaltılabilir. Bu ise motorun çalışma hızının artırılıp azaltılması anlamında gelir.

Çalışmamızı sürdürdüğümüz makinemizde PWM yöntemi triyörün dönüş hızını ayarlama da kullanılmaktadır. Farklı tahıllarda ve değişik sistem denemelerinde bu yöntemle triyör dönüş hızı rahatlıkla kontrol edilebilir.

2.2.7 Elektronik Baskı Devre

Elektronik kontrol için bir baskılı devre tasarımı yapılmıştır. Bölüm 2.2’de bahsedilen elektronik modüllerin birbirleri ile haberleşmesi senkron kontrolü için yapılan tasarımda denetleyici olarak Atmel Atmega2560 entegresi kullanılmıştır. Denetleyici üstünde yapılandırılan yazılım vasıtası ile giriş çıkış birimleri kullanıcı tarafında istenilen parametrelere göre ayarlanabilecektir. Mikro denetleyici yapısında bölüm 2.3.1’de bahsedilecektir.

Elektronik kart tasarımı Autodesk Eagle’da yapılmıştır. Tek bir kart üzerinde yapılan devre üzerinde bir LCD ekran bulunmaktadır. Kullanıcı tarafında verilerin gözlemlendiği ekrana veri girişi ise 1x4 membran tuş takımı vasıtası ile yapılmaktadır. Elektronik devre tasarımına ait blok diyagram Şekil 2.8’deki gibidir.



Şekil 2.28. Elektronik Devre Blok Diyagramı

2.3. Yazılım Algoritması

Triyör kontrollü elek üzerinde bulunan tüm elektronik ve elektromekanik donanımların kontrolü Atmega 2560 üzerinde geliştirilen yazılım vasıtası ile yapılmaktadır. Yazılım açık kaynak kodlu Arduino platformunda geliştirilmiştir. Bölüm

2.31' mikrodnetleyici yapısında bölüm 2.3.2'de yazılım algoritmasından bahsedilecektir.

2.3.1 Atmega 2560

16 MHz kristal hazına sahip mikrodnetleyici Microchip firması tarafından üretilmektedir. 256KB programlama hafızası bulunmaktadır. Veri kaydı için ise 4KB veri saklama hafızası vardır. 54 adet dijital giriş çıkış, 16 adet analog giriş çıkış portları bulunmaktadır. Dijital portlarından 15 tanesi ise PWM çıkışı olarak kullanılabilir. Bu sayede DC motor kontrolü kolaylıkla yapılabilir. Programlama bir USB kablo ile bilgisayardan yapılabilir. Baskılı devrede prototip geliştirmede kolaylık sağlaması adına Atmega2560 pro mini modülü kullanılmıştır. Modül görseli Şekil 2.29'de gösterilmiştir.



Şekil 2.29. Atmega 2560 Modülü

2.3.2 Arduino Yazılımı

Mikrodnetleyici için kontrol yazılımı Arduino IDE 1.8.6 versiyonunda oluşturulmuştur. Kod yazımı derleme ve mikrodnetleyici yükleme işleminin tek bir arayüz ile yapılması ve ayrıca bir elektronik donanıma ihtiyaç duyulmadan kodlama yapılmıştır.

Kodlama C dili benzere bir yapıya sahiptir. Açık kaynak kodlu yazılım dünyanın birçok yerinden kullanıcılar tarafından geliştirilen kütüphaneler ücretsiz bir şekilde paylaşılmaktadır. Bu sayede kodlamada donanımlarla haberleşme çok daha kolaydır. Arduino ile triyör tipi elek mekanizmasının kontrol için algoritma geliştirilmiş ve kodlanmıştır. Kodlamada açılış aşamasında LCD ekran üzerinde bir giriş sunumu

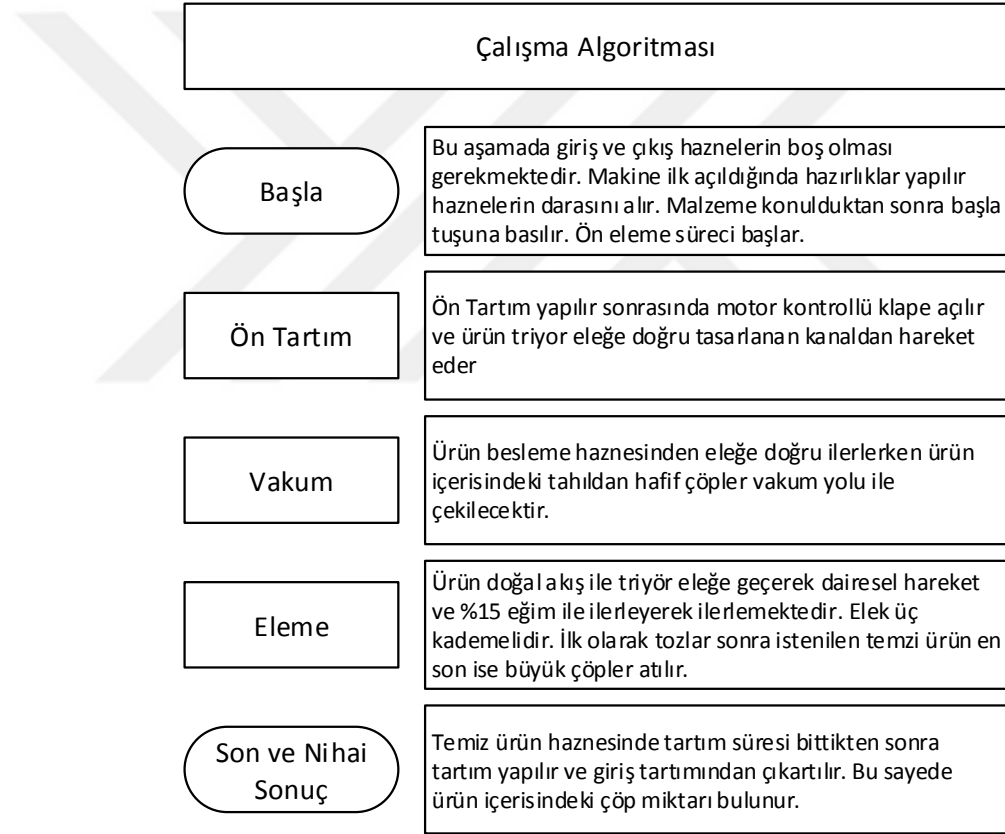
bulunmaktadır. Sonrasında kullanıcıyı yönlendirerek adım adım çalışma sağlanmaktadır.

Çalışma algoritması Şekil 2.30’de gösterilmiştir.

2.4.1. Yazılım Ayarlarının Yapılması

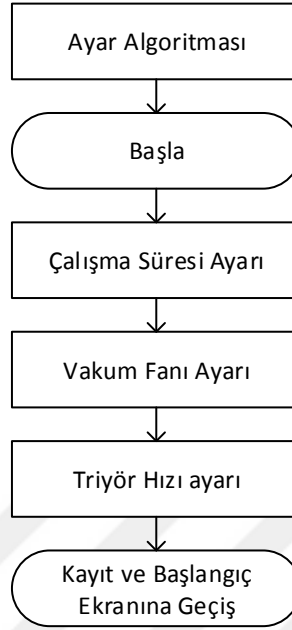
Çalışma aşamasında donanımlar önceden belirlenen ayarlar doğrultusunda çalışmaktadır. Bu ayarlar istenirse kullanıcı tarafından değiştirilebilir. Çalışma rutini Şekil 2.31’de gösterilmiştir

Geliştirilen yazılımın çalışma algoritması Şekil 2.30 da gösterilmiştir.



Şekil 2.30. Çalışma Algoritması

Geliştirilen yazılımın ayar algoritması Şekil 2.31 de gösterilmiştir.



Şekil 2.31. Ayar Algoritması

2.4.1.1. Çalışma Süresi Ayarı

Makine çalışmaya başlamadan önce ürünün özelliğine göre çalışma süreleri ayarlanır. Çalışma süresi tahıl ürününün cinsine göre, test edilecek numunenin ağırlığına göre, numunenin rutubet oranına göre, tane boyutuna göre değişiklik gösterebileceği için bu sürenin önceden belirlenip makineye girilmesi gerekir.

Triyer içerisindeki ürün çalışma süresinde bitmeyecek gibi ise çalışma esnasında süre eklemesi yapılabilir.

Ekranda çalışma süresi görünecek ve makine çalışmaya başladıktan sonra süre belirtilen zamandan geriye doğru sayacak. Uzatma gerektiğinde Key Pad vasıtası ile ekrandan uzatma zamanı seçilip onaylandığı takdirde makine durmadan çalışmaya devam edecektir.

2.4.1.2. Fan Hızı Ayarı

Makine çalışmaya başlamadan önce ürünün özelliğine göre fan hızı ayarı yapılır. Fan hızı tahıl ürününün cinsine göre, test edilecek numunenin ağırlığına göre, numunenin

rutubet oranına göre, tane boyutuna göre değişiklik gösterebileceği için fan hızının belirlenip makineye girilmesi gerekir.

Fan hızı makine çalışma esnasında da duruma göre değiştirilebilir. Fan hızını ekranda görünmektedir. Değişiklik gerektiği durumda tuş takımı yardımı ile müdahale edilerek değiştirilebilir.

2.4.1.3 Triyör Hızı

Makine çalışma esnasında veya çalışmaya başlamadan önce triyör hızı değiştirilebilir. Fakat daha net ve kesin alabilmek adını makine çalışması esnasında hız ayarı yapmak problem oluşturmaktadır.

Triyör hızı tahıl ürününün cinsine göre, test edilecek numunenin ağırlığına göre, numunenin rutubet oranına göre, tane boyutuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Triyör hızı triyör eğimi ile de ilgilidir.

Triyör DC 12V motor ile tahrik edilmektedir. Motor hızı PWM sistemi ile kontrol edilmektedir. Bunun için çalışma esnasında müdahale edilebilir. PWM kontrolü Arduino yardımı ile gerçekleştirilmektedir.

3. BULGULAR

Yapılan çalışmada değişken elek devirleri ile sabit vakum da ve sabit elek devri ile değişken vakum değerlerinde testler yapılmıştır. Bu amaçla elek devrinin ve vakum değerlerinin temizleme üzerindeki etkileri görölmüştür. Bu testler sonucunda optimum elek devri ve vakum değerleri elde edilmiştir.

3.1. Deneysel Bulgular

3.1.1. Triyör Eğiminin Etkisi

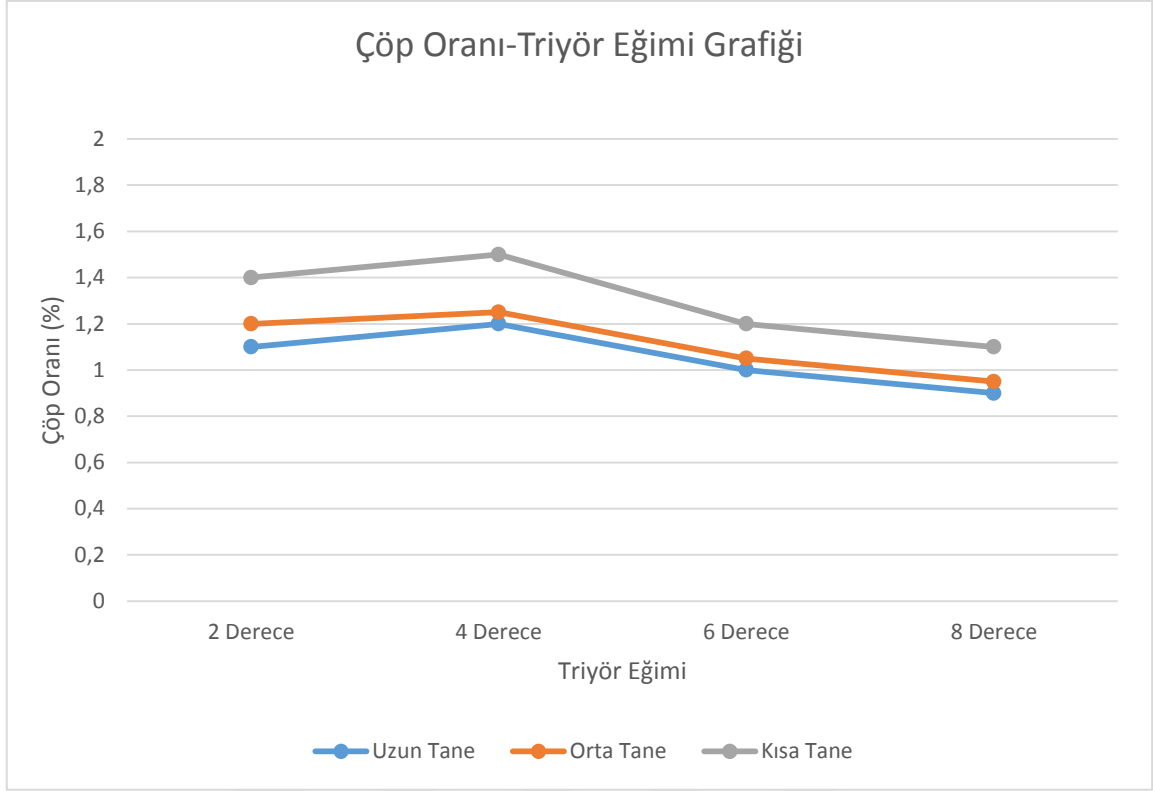
Triyör eğimi üç farklı ürün için incelenmiş olup elde edilen sonuçlar Tablo 3.1’ de gösterilmiştir.

Bu test sabit fan hızı, sabit triyör hızı, sabit besleme hızı altında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde triyör eğiminin artışıyla malzemenin triyör içerisindeki yüzey alanı azaldı. Böylece triyör içerisindeki yatak derinliği arttı ve ürünlerin bir kısmı triyör çeperine temas edemedi triyörün ön temizleme bölümünden geçip temiz ürün kısmına ulaşmış olur. Bu da temiz ürünlerin içerisine çöp karışmasına sebep olur.

Triyör eğiminin 4 derecenin altında olduğu durumlarda triyör içerisinde ürün kalması ile birlikte temizleme süresinin de uzun olduğu görölmüştür.

Tablo 3.1. Triyör Eğiminin Sonuca Etkisi

No	Numune	Giren Ürün	Çıkan Ürün	%Çöp Miktarı
1	Uzan Tane	250 gr	245gr	1,2
2	Orta Boy Tane	250 gr	244	1,25
3	Kısa Tane	250 gr	242.5	1,45



Şekil 3.1. Triyör Eğimi – Çöp Oranı Grafiği(%)

3.1.2. Triyör Hızının Etkisi

Triyör devri üç farklı hızda ve üç farklı ürün için incelenmiş olup elde edilen sonuçlar Tablo 3.2’ de gösterilmiştir.

Triyör hızı deneyinde; vakum oranı sabit, triyör eğimi sabit, ürün besleme oranı triyör hızına paralel olarak değişmektedir.

Triyör hızındaki artış temizlik oranını doğrudan etkilemektedir. Bunun en büyük sebeplerinden bir tanesi ürün besleme kelebeğinin triyör miline monte edilmiş olmasıdır.

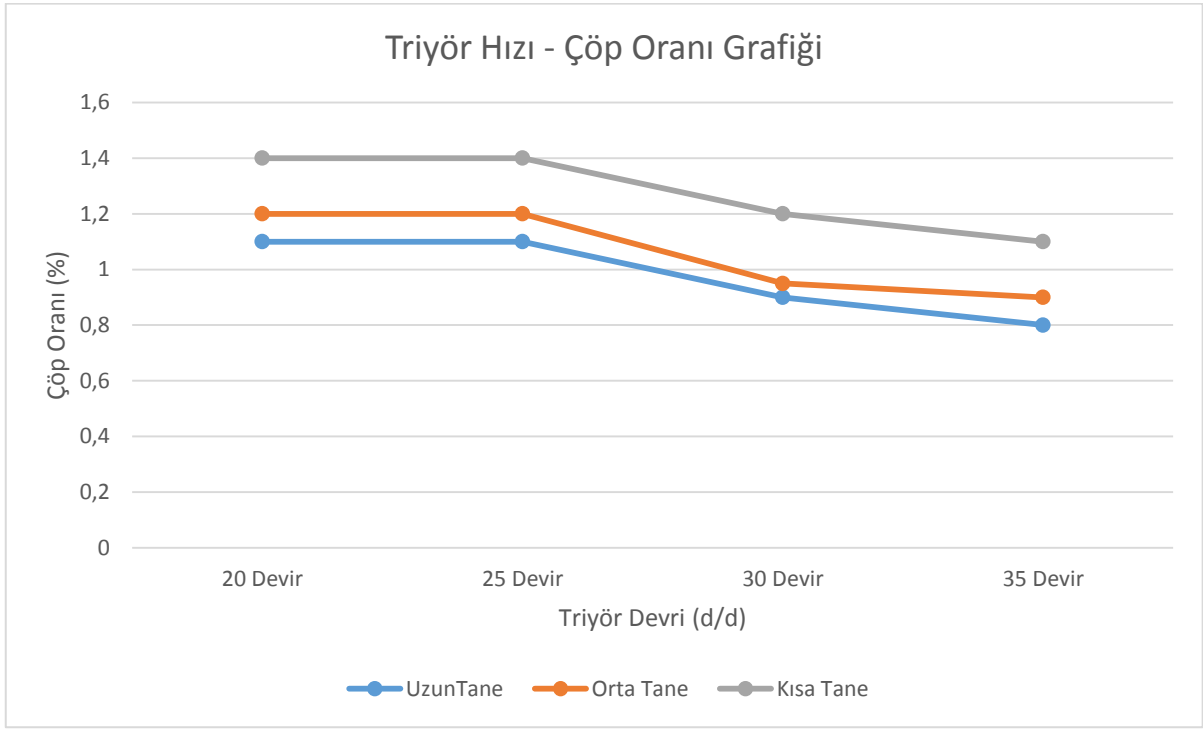
Triyör hızın yükseldiği zaman ürünlerin merkezkaç kuvveti artmakta ve ürünler triyör çeperine kuvvet uygulamaktadır. Bunun sonucunda da ürünler triyör içerisinde karışmadan ilerlemekte ve ÖEK triyörü terk etmemekte AEK çöpler ulaşmaktadır.

Triyör hızı yükseldiğinde triyör içerisinde yatak derinliği artmaktadır. Böylece bazı çöpler yatak içerinden dışarıya çıkmadan ÖEK geçmiş olurlar.

Tablo 3.2. Triyör Hızının Çöp Oranına Etkisi

No	Numune	Giren Ürün	Çıkan Ürün	%Çöp Miktarı
1	Uzan Tane	250 gr	247	1,1
2	Orta Boy Tane	250 gr	246.5	1,2
3	Kısa Tane	250 gr	246,2	1,4

Çöp oranının triyör hızı değişim grafiği Şekil 3.2 de gösterilmiştir.



Şekil 3.2. Triyör Hızının Çöp Oranına Etkisi

3.1.3. Siklon Vakum Oranı

Siklon vakum oranı üç farklı değerde ve üç farklı ürün için incelenmiş olup elde edilen sonuçlar Tablo 3.3' de gösterilmiştir.

Deneyde görülen fan hızı değişimleri çöp oranına direkt etki etmektedir. Yapmış olduğumuz diğer deneylerde eğim ve triyör hızı belli bir değerin altına düştüğünde sonuca etki etmezken fan hızında aynı durum gözlenememiştir.

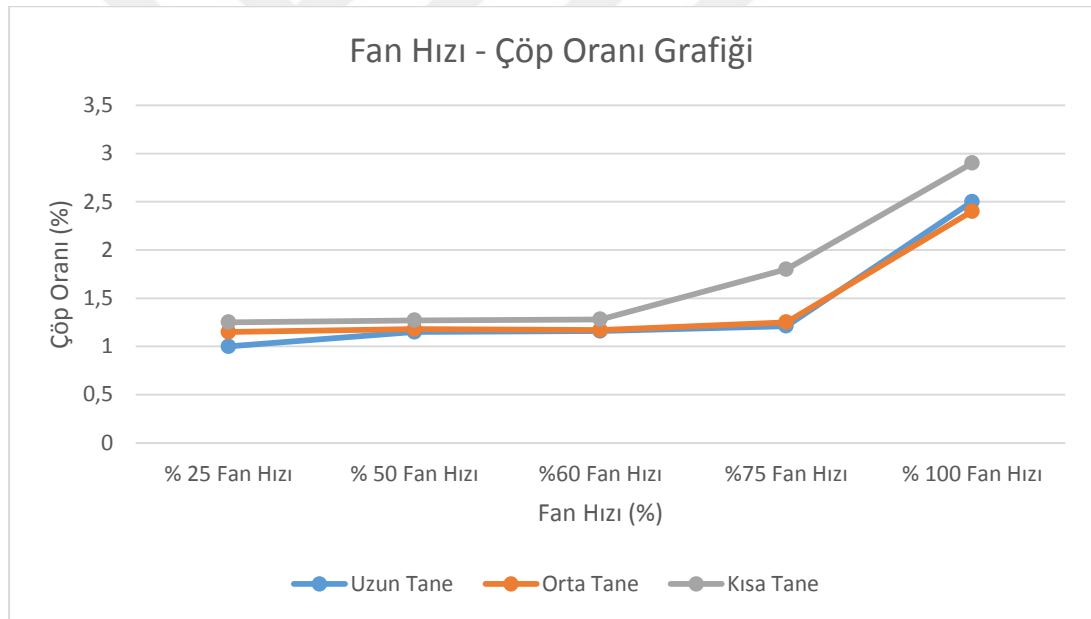
Fan hızı düştükçe çöp oranı azalmaktadır. Bunun sebebi aspirasyon ile çekilmesi gereken boyutu büyük hafif tanelerin fan hızının düşük olmasından dolayı temiz tanelerin olduğu bölüme ulaşmasıdır.

Fan hızı arttıkça belli bir optimum değerden sonra ise çöp oranın hızla yükseldiği görülmektedir. Bunun sebebi ise fan hızı yükseldiğinde aspirasyon emiş kuvvetinin de artmasından dolayı sistemdeki sağlam ürünleri de siklon tarafından çekmesidir. Çekilen sağlam ürünler temiz ürün haznesine ulaşamadığından dolayı çöp oranını arttırmaktadır.

Tablo 3.3. Farklı Fan Hızlarında Çöp Oranı Tablosu

No	Numune	Giren Ürün	Çıkan Ürün	%Çöp Miktarı
1	Uzun Tane	250gr	238,09	1,05
2	Orta Boy Tane	250 gr	227,27	1,1
3	Kısa Tane	250 gr	208,33	1,20

Fan hızının çöp oranına etkisini gösteren grafik Şekil 3.3 te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Farklı Fan Hızlarında Çöp Oranı Grafiği

3.2. Karşılaştırmalı İncelemeler.

Ürün besleme kelebeği, Triyör ile aynı mile bağlandığı için triyör dönüş hızı triyöre beslenecek ürün miktarını da etkilemektedir. Triyör hızı yükseltildiğinde, Triyör içerisine giriş yapan ürün miktarı da artmaktadır. Triyör içerisinde fazla ürün

beslenmesi içerde yığılma oluşturmakta ve bu da ürünün iyi temizlenmesini engellemektedir.

Triyör devri yüksek olduğunda merkezkaç kuvvetinin etkisi ile ürünü triyörün cidarına yapıştırmakta ve deliklerden düşmesini engellemektedir.

Fan hızı yüksek olduğunda ise çöpler ile birlikte temiz ürünü de çekmektedir. Fan hızını çok fazla düşürdüğümüzde ise temiz ürün içerisine çöp kaçırması ile karşı karşıya kalmış oluyoruz. Bunun için elek devri ve aspirasyonun optimizasyonunu sağlanması gerekmektedir.



4. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Günümüzde teknolojinin tarıma uygulanması alanında yapılan çalışmalar sonucunda yeni sistem ürün geliştirilmiştir.

Yapılan çalışmalar sonucunda Laboratuvar tipi Tahıl Ön Temizleme Eleğinin tasarımı ve imalatı yapılmıştır. Tasarlanan ve imal edilen bu sistem tamamen elektronik olup kullanıcı hatalarını ortadan kaldıracak şekilde tasarlanmıştır.

Test edilecek ürünün içerisinde bulunan çöp miktarını tespit etmek adına önemli bir adım atılmış olup getirilen numune makine tarafından tartılıp yine aynı şekilde temiz üründe tartılarak çöp yüzdelik dilim olarak tespit edilip kullanıcı, satıcı ve alıcıya bildirilmektedir. Bu sayede numune analizinde satıcı ve alıcının doğru tartımlar sonucu çöp oranı doğru şekilde tespit edilmiş olur.

Mevcut teknoloji de bu tartım işlemi kullanıcı tarafından harici bir hassas terazi ile tartılıp makineye bırakılmakta ve yine aynı şekilde çıkan temiz üründe kullanıcı tarafından hassas terazi de tartılıp çöp oranı hesaplanmaktadır. Kullanıcın burada küçük bir hatası satıcı veya alıcıyı büyük bir zarara uğratabilir. Fakat geliştirdiğimiz bu makine sayesinde bu ortadan kalkmış olacaktır.

Günümüz teknolojisinde üretilen Laboratuvar tipi ön temizleme eleklerinin tamamı sarsak mekanizması ile çalışmasından dolayı makine boyutları çok büyümekte ve ağır olmaktadır. Bu sistemlerde elektronik kontrol sistemi de bulunmamaktadır.

Geliştirdiğimiz Laboratuvar Tipi Tahıl Ön Temizleme Eleği Triyör mekanizmalı yapıldığından dolayı boyutu küçülmüş, kullanımı kolaylamış, elektronik sistemi sayesinde çok daha az problem ile ve personele ihtiyaç duymaksızın net sonuçlar verecek şekilde çalışmaktadır.

Daha sonra bu elek farklı parametrelerde testlere tabi tutulmuş ve çeltikte optimum çalışma şartları belirlenmiştir.

5. ÖNERİLER

Tasarım ve imalatı yapılan Tahıl Ön Temizleme Laboratuvar eleği fonksiyonel tasarımı sayesinde içerisinde bulunan eğim açısı ayarı ile ve değiştirilebilir triyör özelliği ile birlikte çeltik haricinde diğer tahıl eleme sistemlerine de uygun hale getirilebilir. Ana şasede bulunan kademe ayarı sayesinde sistemin eğimi, elenecek ürünün alış açısına göre ayarlanır ve ürünün tane boyutuna göre Triyör değiştirilerek kullanılabilir. Ürünün optimum çalışma şartlarına göre Triyör dönme hızı aspirasyon vakum değeri ve ürünün Triyör içersinde ilerleme durumuna göre çalışma süreleri tespit edilip ve sisteme kaydedilebilir.

Bir sonraki aşamada çöpünden arındırılan temiz ürün tane boyutlarına göre sınıflandırması düşünülmektedir. Sistem içerisinde eklenecek yeni ekler sayesinde Ön Temizleme Laboratuvar Eleği temizlemenin yanı sıra sınıflandırma işlemini de gerçekleştirmiş olacak ve daha fonksiyonlu hale getirilebilecektir.

KAYNAKLAR

- [1] **Sepetoğlu, H.**, 2009. Tarla bitkileri:(Tarla tarımı, tahıllar, yemeklik tane baklagiller). *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi*.
- [2] **Şehirali, S., et al.**, 2005. Türkiye Tahıl ve Yemeklik Tane Baklagıl Üretiminin Bugünkü ve Gelecekteki Boyutlar, Türkiye Ziraat Mühendisliği V. p. 431-352.
- [3] **Enstitüsü, T.E.v.P.G.**, 2018. Çeltik.
- [4] **ŞAPALOĞLU, A.**, 2015. Pirinç Üretim -Tüketim ZincirindePazarlamaKanallarının Yapısı vePirinç PazarlamaMarjları: Edirneİli Örneğ. *Namık Keman Üniversitesi*. p. 178.
- [5] **KONSEYİ, U.H.**, 2011. Çeltik Raporu.
- [6] **Can, M.F. and E.J.V.H.D.D. Sakarya**, 2012. Dünya ve Türkiye’de tarım ve hayvancılık kooperatiflerinin tarihsel gelişimi, iktisadi önemi ve mevcut durumu. **83**(1): p. 27-36.
- [7] **Mülayim, Z.G.**, 1975. Genel ve tarımsal kooperatifçilik. Vol. 18. *Bilgi Yayınevi*.
- [8] **Çetiner, S.J.Y.v.K.**, 2011. Organik tarım nedir? Ne değildir? **25**: p. 110-115.
- [9] **Doğan, Z., S. Arslan, and A.J.N.Ü.İ.v.İ.B.F.D. Berkman**, 2015. TÜRKİYE’DE TARIM SEKTÖRÜNÜN İKTİSADİ GELİŞİMİ VE SORUNLARI: TARİHSEL BİR BAKIŞ. **8**(1): p. 29-41.
- [10] **Keyder, Ç.**, 2013. Bildiğimiz Tarımın Sonu. *3sistem Bilişim ve Yayıncılık Hizmetleri*.
- [11] **Özgüven, M.M., U. Türker, and A.J.G.Ü.Z.F.D. Beyaz**, 2010. Türkiye’nin tarımsal yapısı ve mekanizasyon durumu. **2010**(2): p. 89-100.
- [12] **Burhan, K., et al.**, 2011. Tarla bitkilerinde ekim nöbetinde ön bitki değeri ve etkileri. **28**(1): p. 12-24.
- [13] **Geçit, H., et al.**, 2009. Tarla bitkileri. (1569).
- [14] **YOLCU, H. and M.J.T.B.D. TAN**, 2008. Ülkemiz yem bitkileri tarımına genel bir bakış. **14**(3): p. 303-312.
- [15] **Streckel, F.**, 1909. Paddy-separator. *Google Patents*.
- [16] **Das, H.**, 1986. Separation of paddy and rice on an oscillating tray type separator. *Journal of Agricultural Engineering Research*, **34**(2): p. 85-95.

- [17] **Tibola, C.S., J.M.C. Fernandes, and E.M.J.F.C. Guarienti**, 2016. Effect of cleaning, sorting and milling processes in wheat mycotoxin content. **60**: p. 174-179.
- [18] **Erdem, K. and A.J. YATÇI**, 1995. PRE CLEANING MACHINE FOR RAW COITON IN GINNING PLANTS. **49**.
- [19] **Baysal, C.**, 2008. Tohum temizleme ve sınıflandırma makinalarında enerji tüketimlerinin maliyet üzerine etkisi. *Namık Kemal Üniversitesi*.
- [20] **HACISEFEROĞULLARI, H. and M.H.J.S.T.B.D. SONMETE**, 2010. KABAK ÇEKİRDEĞİ HARMAN MAKİNESİNİN PERFORMANSININ BELİRLENMESİ. **24**(3): p. 69-74.
- [21] **Reinecke, C.**, 2017. Agricultural Harvester Cleaning System Having Early Grain Evacuation. *Google Patents*.
- [22] **Reinecke, C.A., et al.**, 2017. Sieve arrangements for a cleanig system in an agricultural harvester. *Google Patents*.
- [23] **Patil PAWANKUMAR**, 2018. Performance Enhancement of Pre-Cleaner and Gravity Seperator. *Int. J. Pure App. Biosci.*6:838-852
- [24] **4x20 LCD** <https://www.projehocam.com/arduino-lcd-i2c-protokolu-kullanimi/>
- [25] **Membran Tuş Takımı**. <https://www.robolinkmarket.com/1x4-membran-tus-takimi.html>
- [26] **Yük Hücresi**. [https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/yuk-hucresi-\(load-cell\)-nedir/14834#ad-image-0](https://www.elektrikport.com/teknik-kutuphane/yuk-hucresi-(load-cell)-nedir/14834#ad-image-0)
- [27] **Yük Hücresi**. <https://www.puls.com.tr/tr/bilgi/loadcell-nasil-calisir>
- [28] **Triyak Kontrolü Hız Kontrol Devresi**. <http://www.elektrikrehberiniz.com/elektrik-motorlari/a-c-motor-hiz-kontrol-devresi-354/>

ÖZGEÇMİŞ

Deniz ZÜMRÜT,1992 yılında Edirne ili Enez ilçesinde doğmuştur. İlk öğretimini Enez’de orta öğretimini Tekirdağ Malkara da tamamlamıştır. Yükseköğretimini Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği bölümünde tamamlayarak 2015 yılında mezun olmuştur. Bu süreçte Fırat Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümünde Çift Anadal yapmıştır. 2016 yılında Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Teknolojileri Anabilim Dalı Konstrüksiyon ve İmalat dalında tezli yüksek lisans eğitimine başlamıştır.



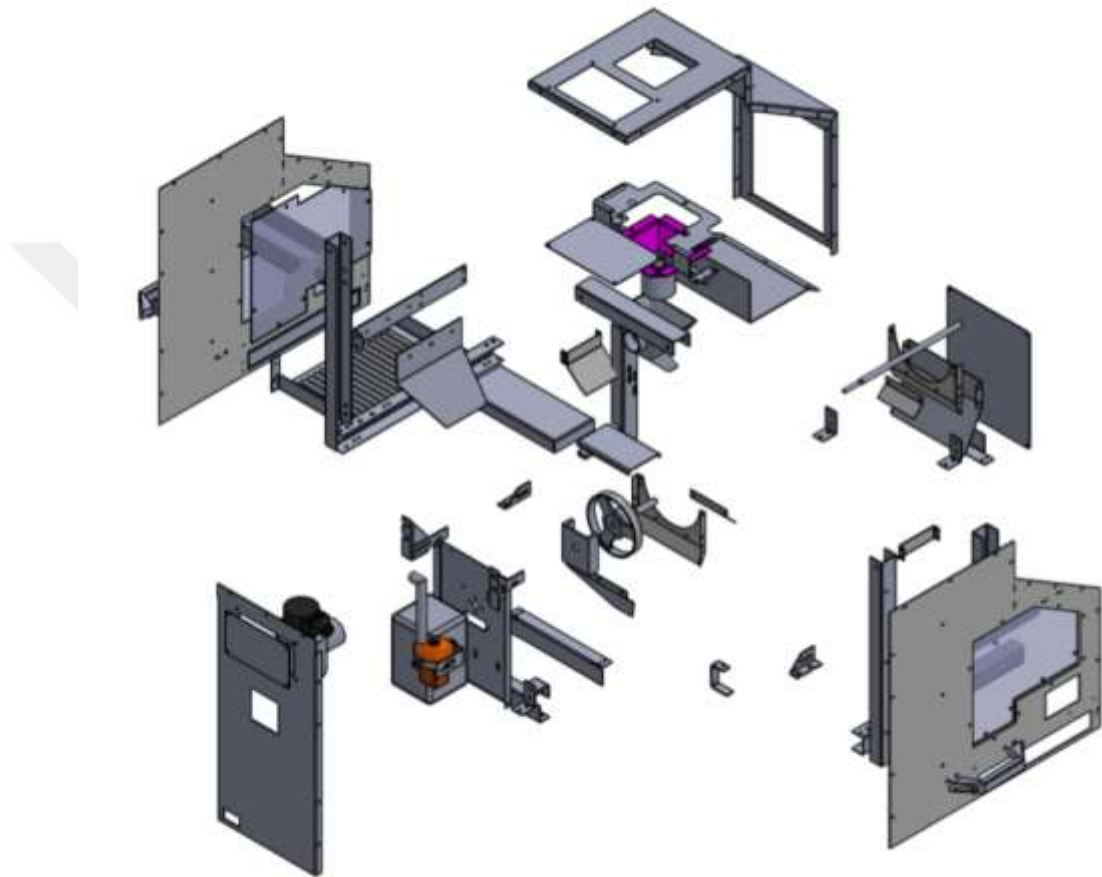
TEZDEN ÜRETİLMİŞ BİLİMSEL ÇALIŞMALAR

Zümrüt D., Savaş V., and Güllü A., “Yeni Nesil Çeltik Ön Temizleme Eleği Tasarımı” Hasat Uluslararası Tarım ve Orman Kongresi, **Haziran 2019**

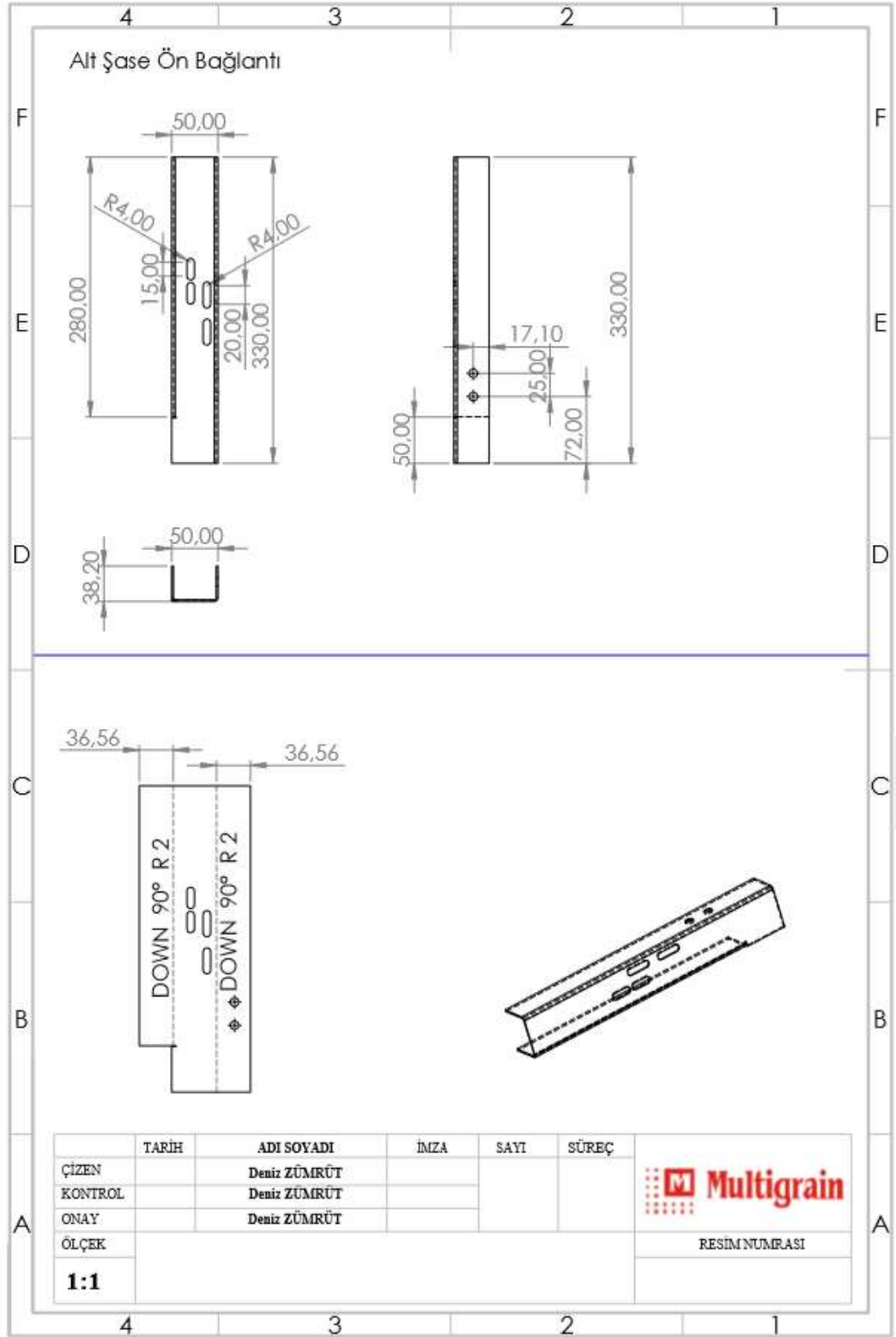


EKLER

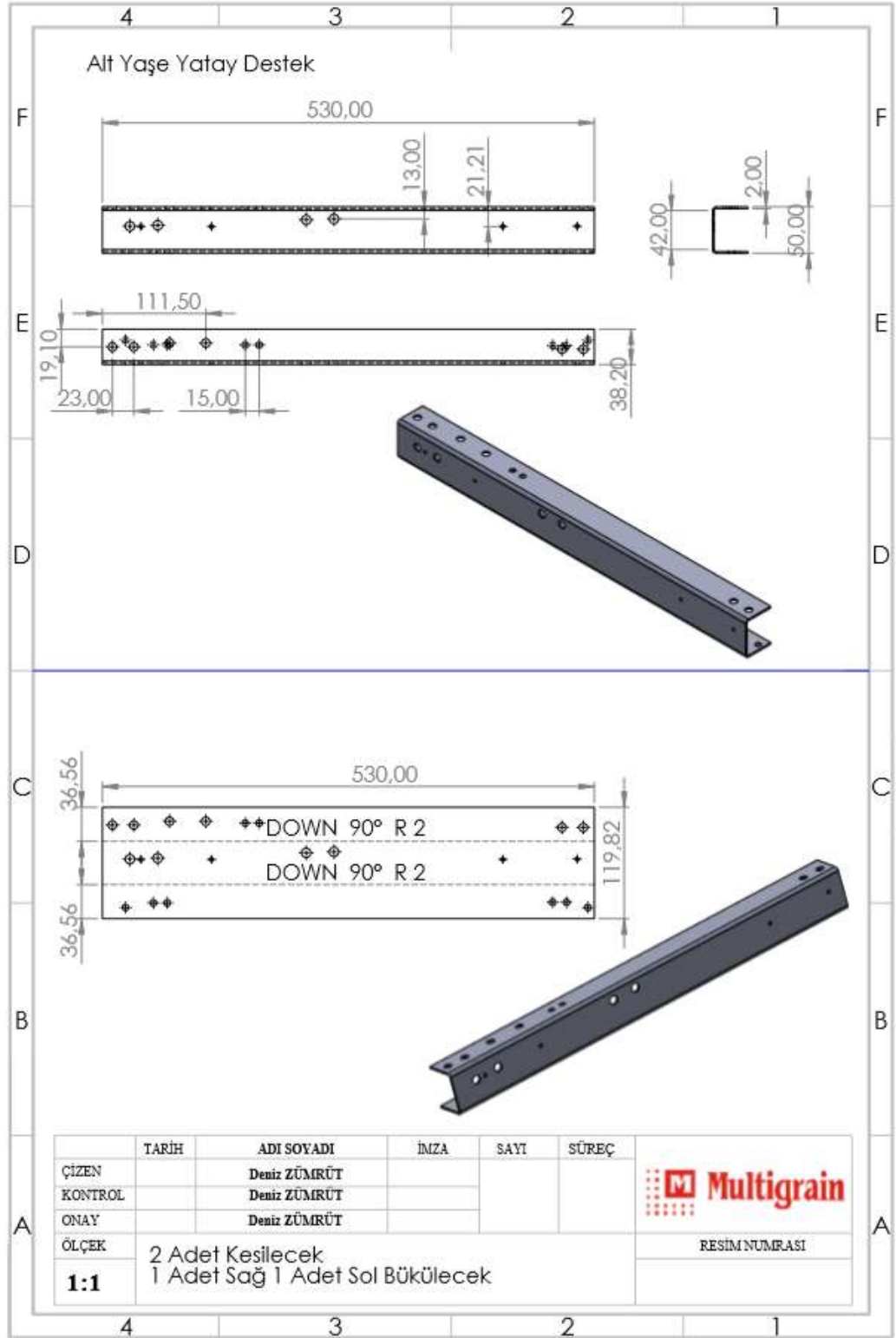
Ek-1 Makina Patlatma Görüntüsü



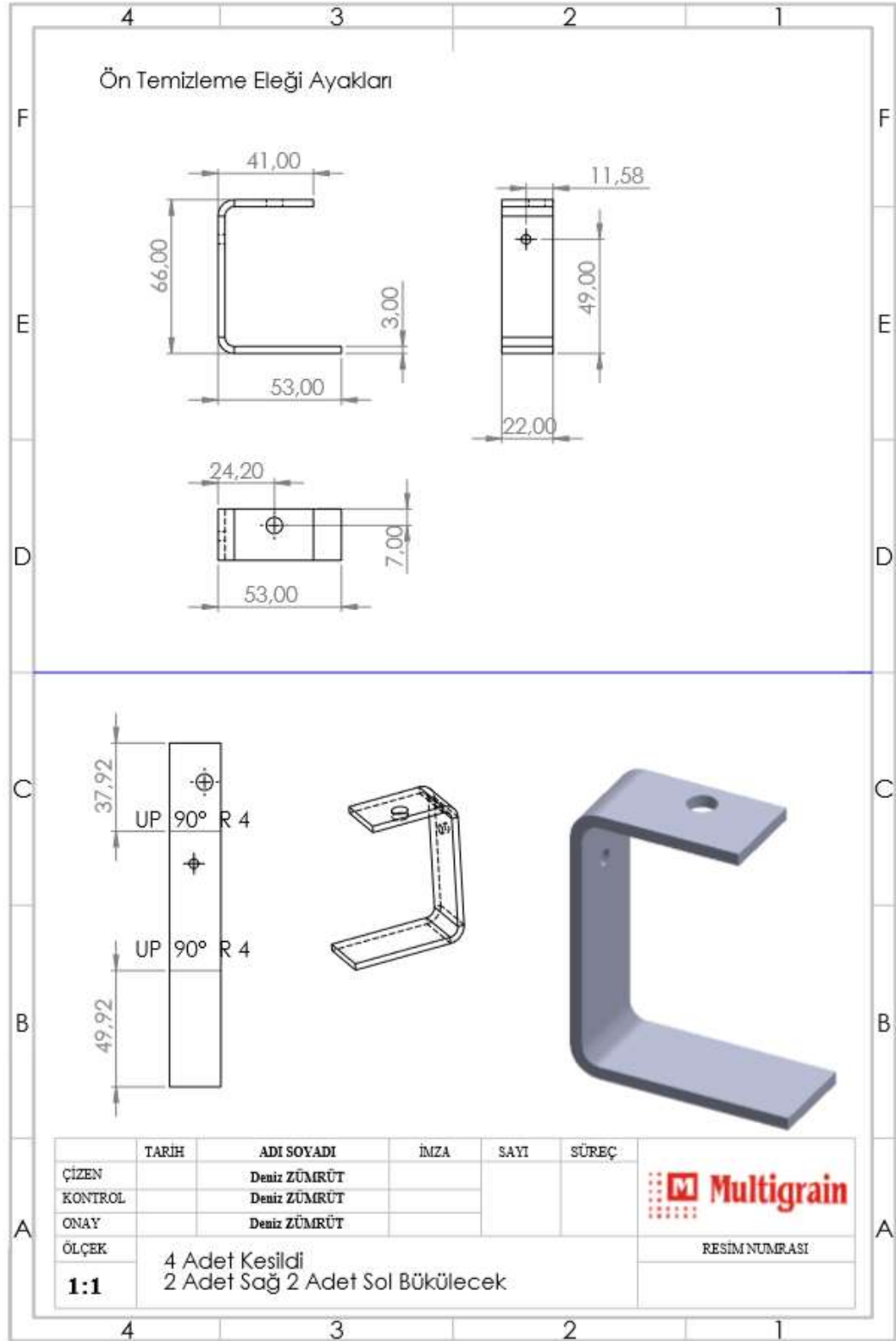
Ek 2 – Alt Şase Ön Bağlantı Parçası



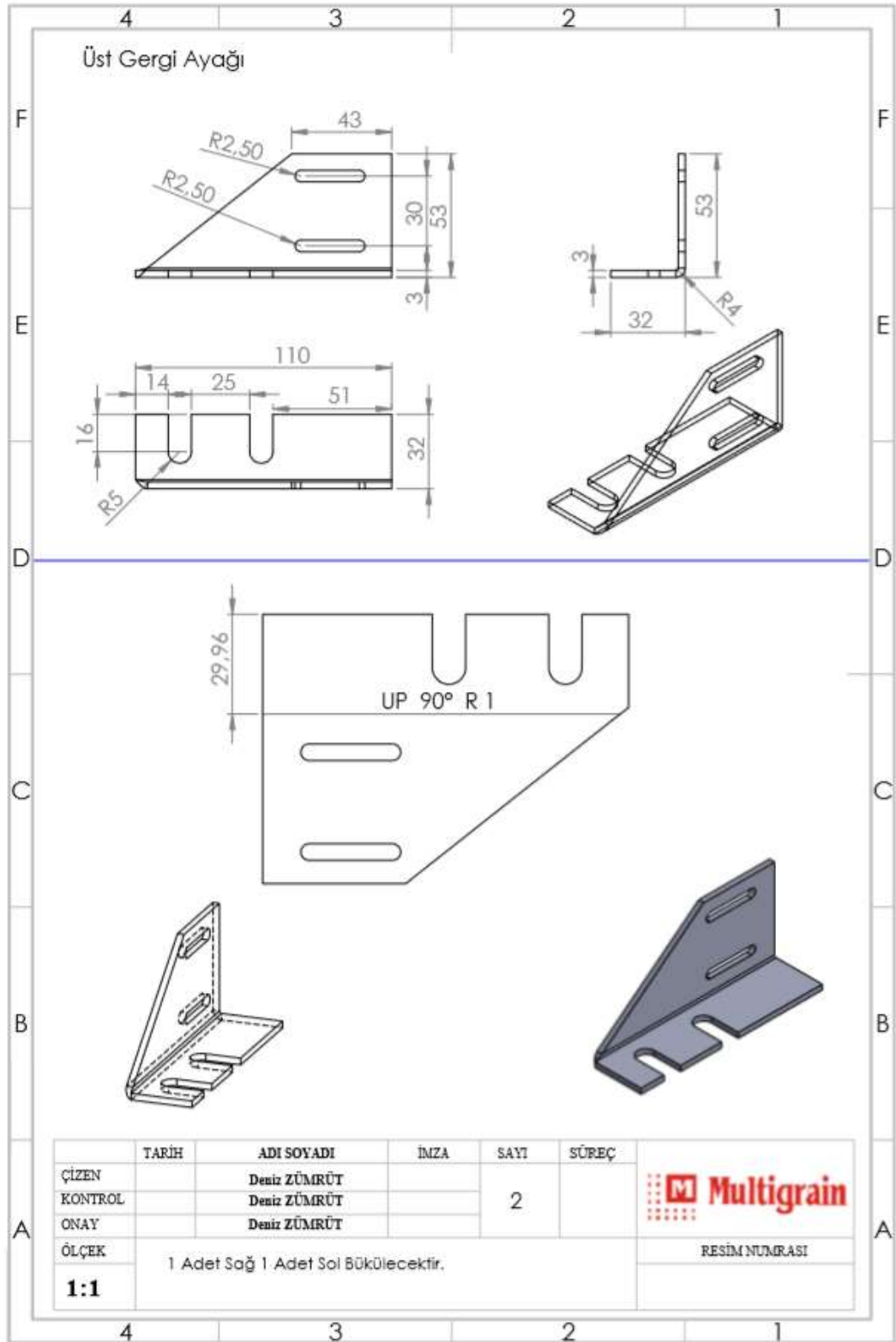
Ek 3- Alt Şase Yatay Destek Parçası



Ek 4 – Ön Temizleme Ayağı Ayakları

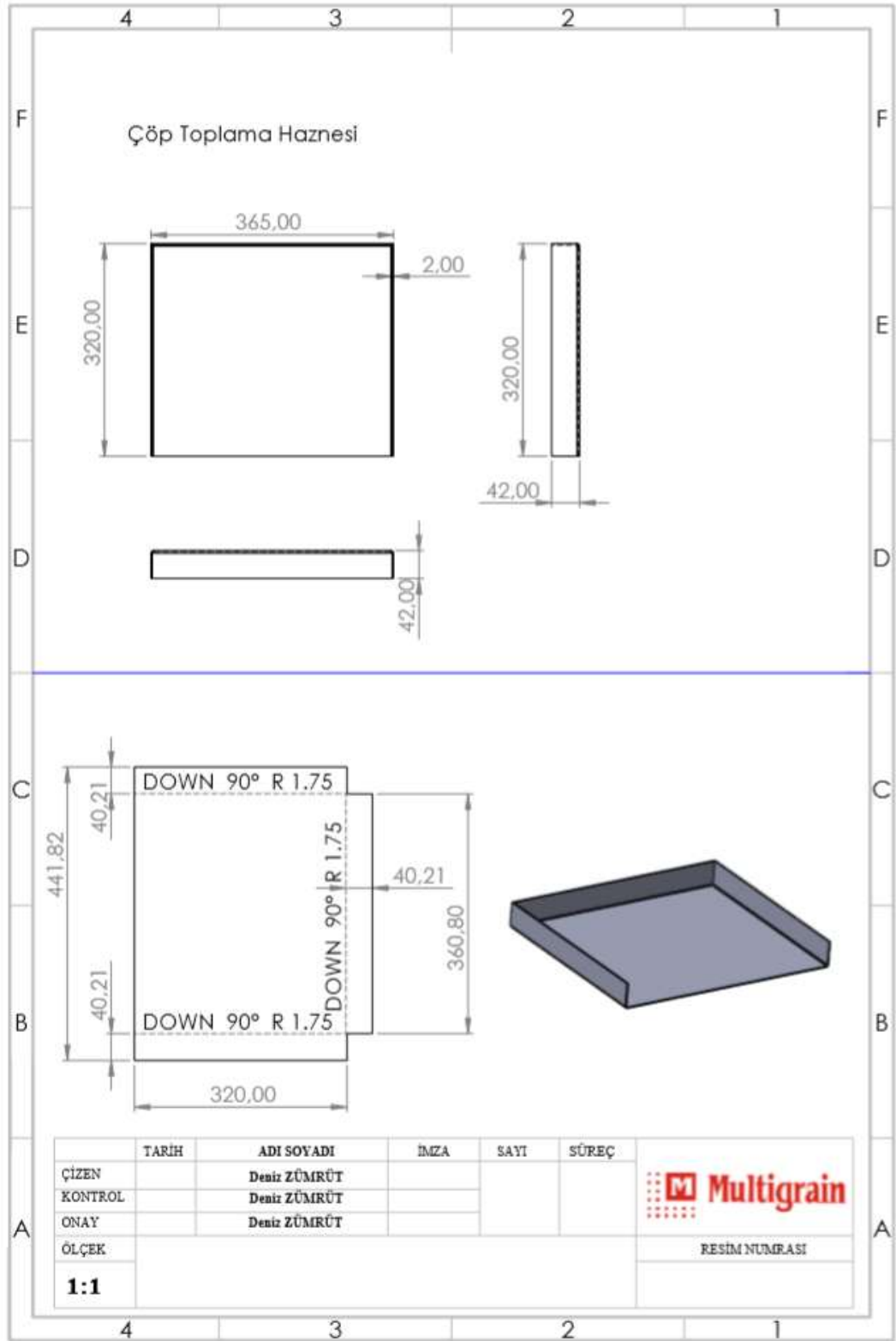


Ek 5 – Üst Gergi Ayağı

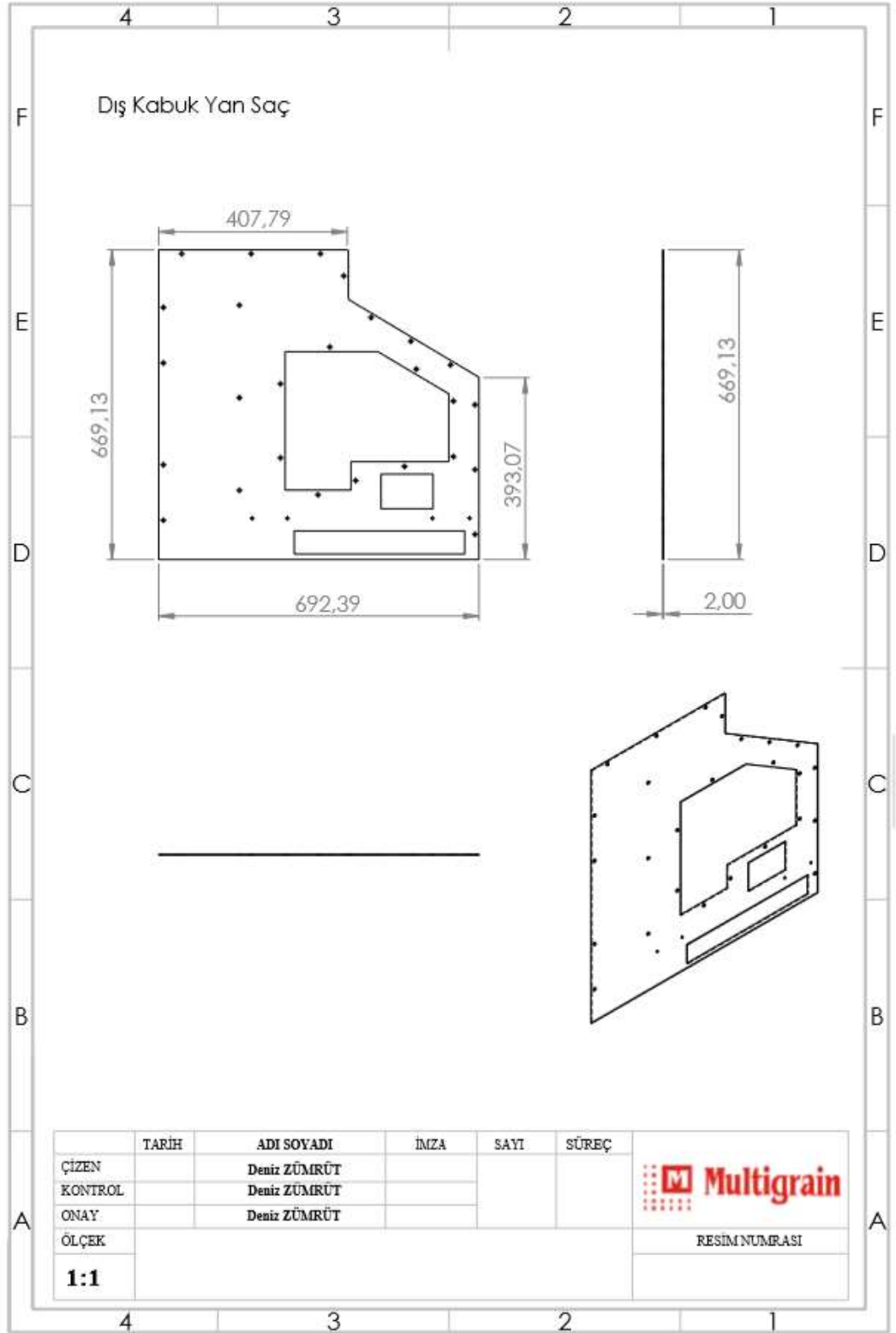




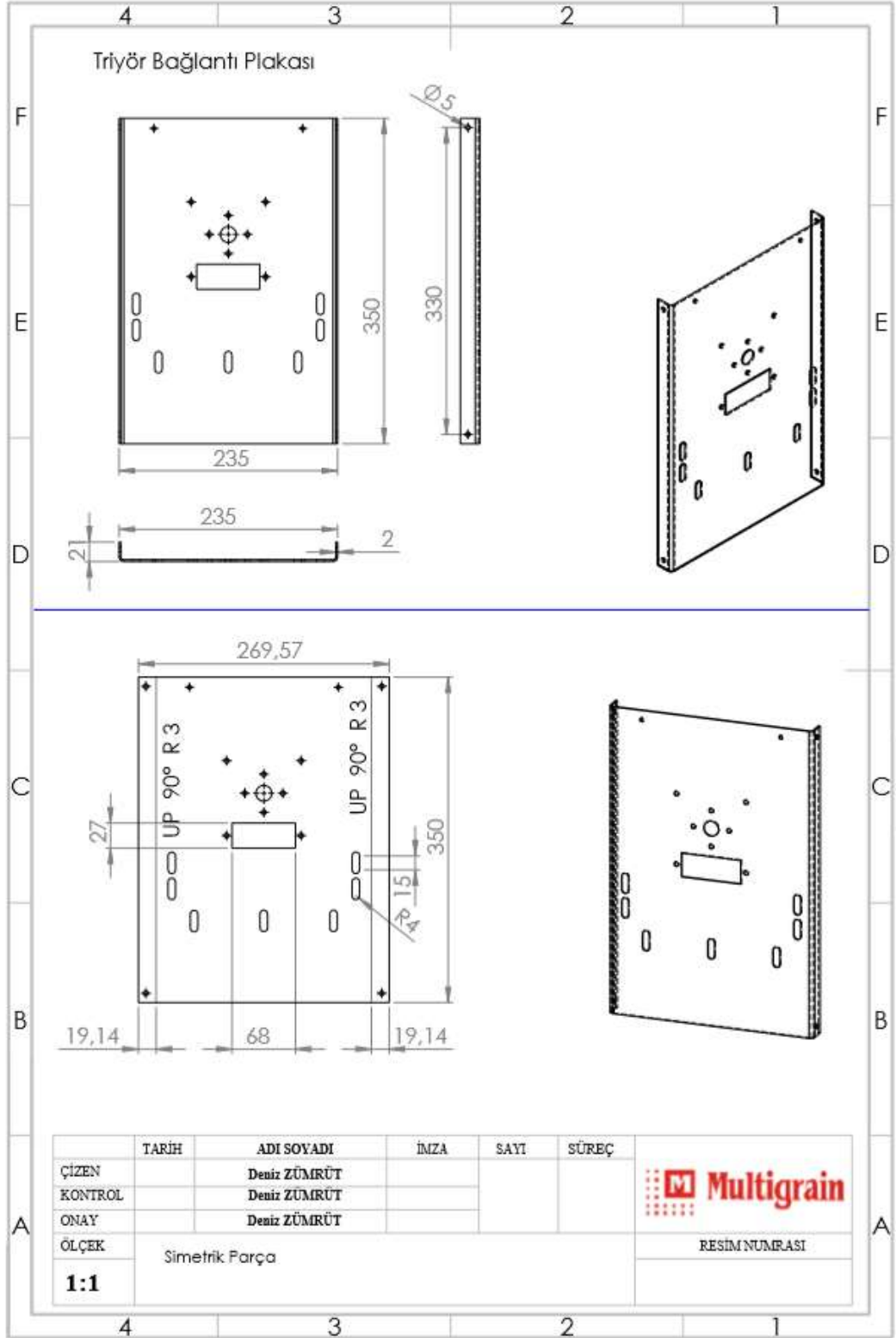
Ek 7 – Çöp Toplama Haznesi



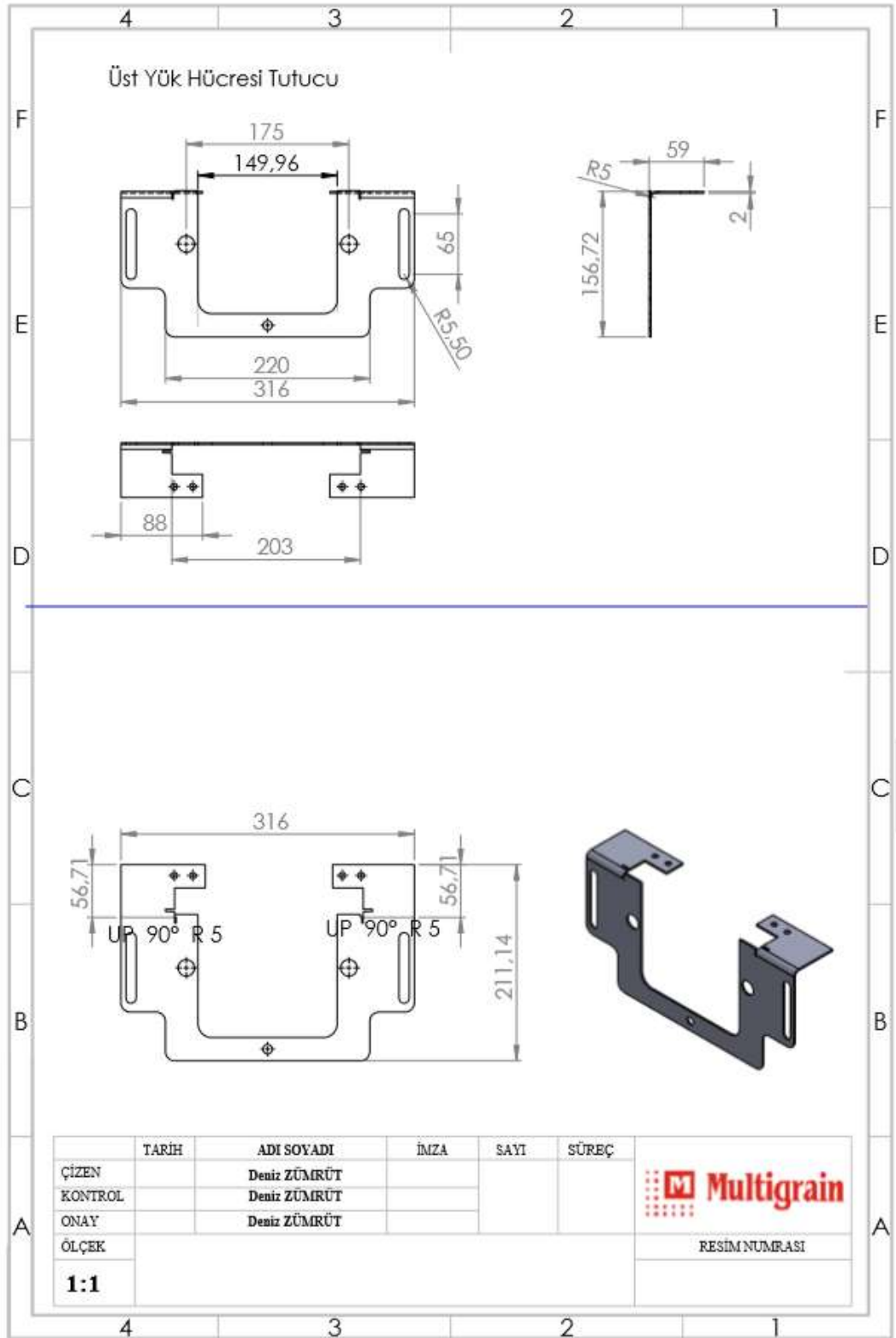
Ek 8 – Dış Kabuk Yan Şaç



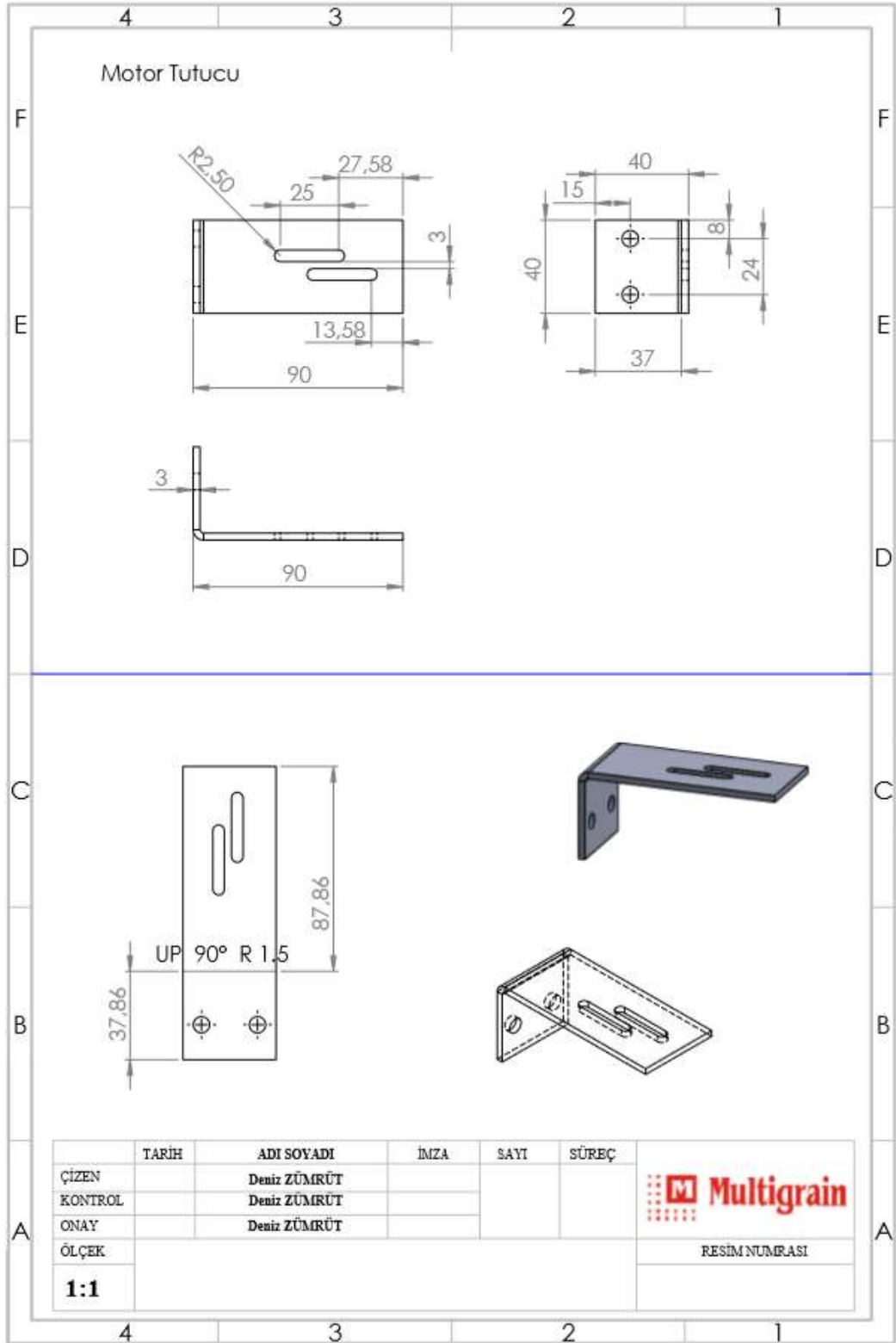
Ek 9 – Triyör Bağlantı Plakası



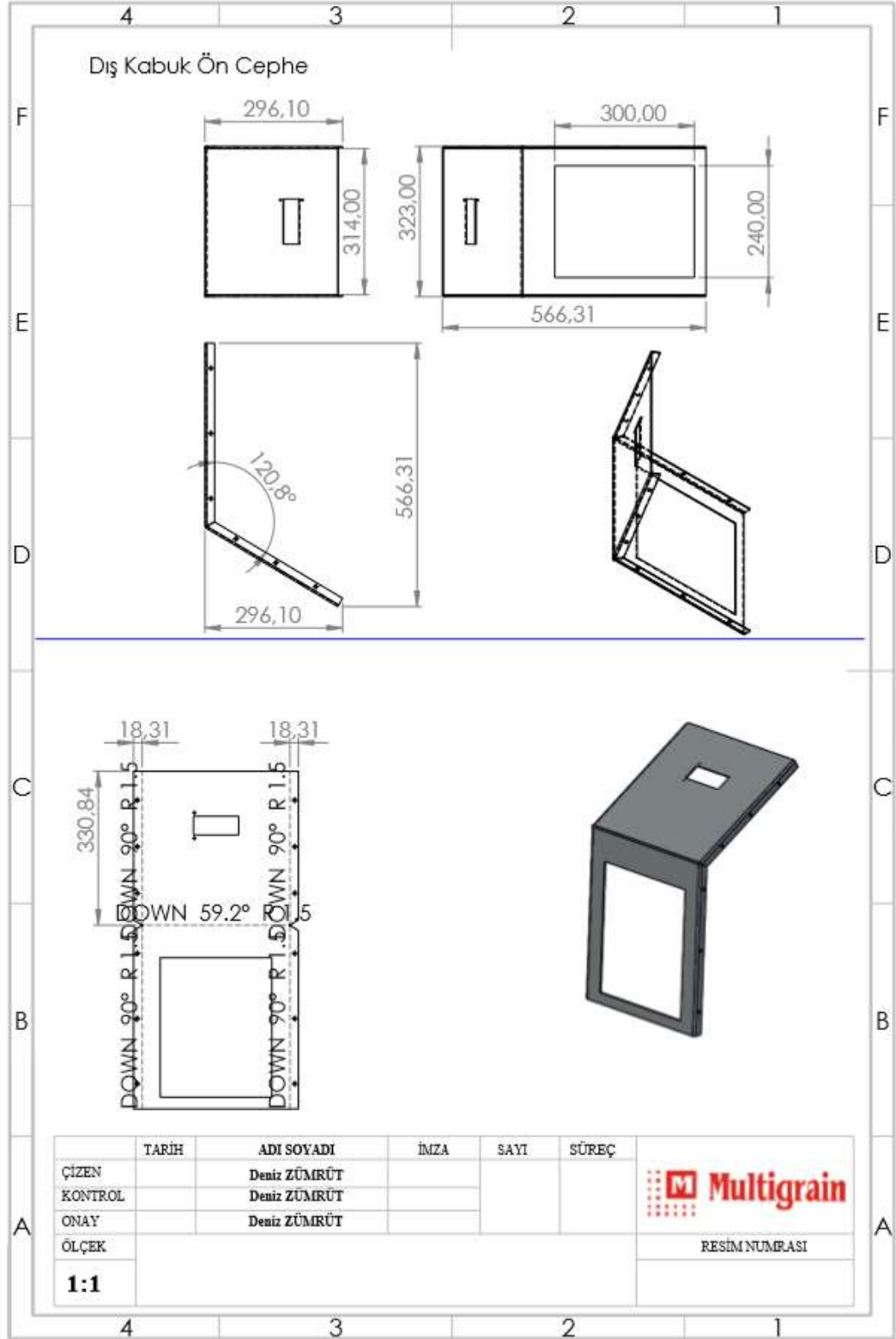
Ek 10 – Üst Yük Hücresi Tutucu



Ek 11 – Motor tutucu

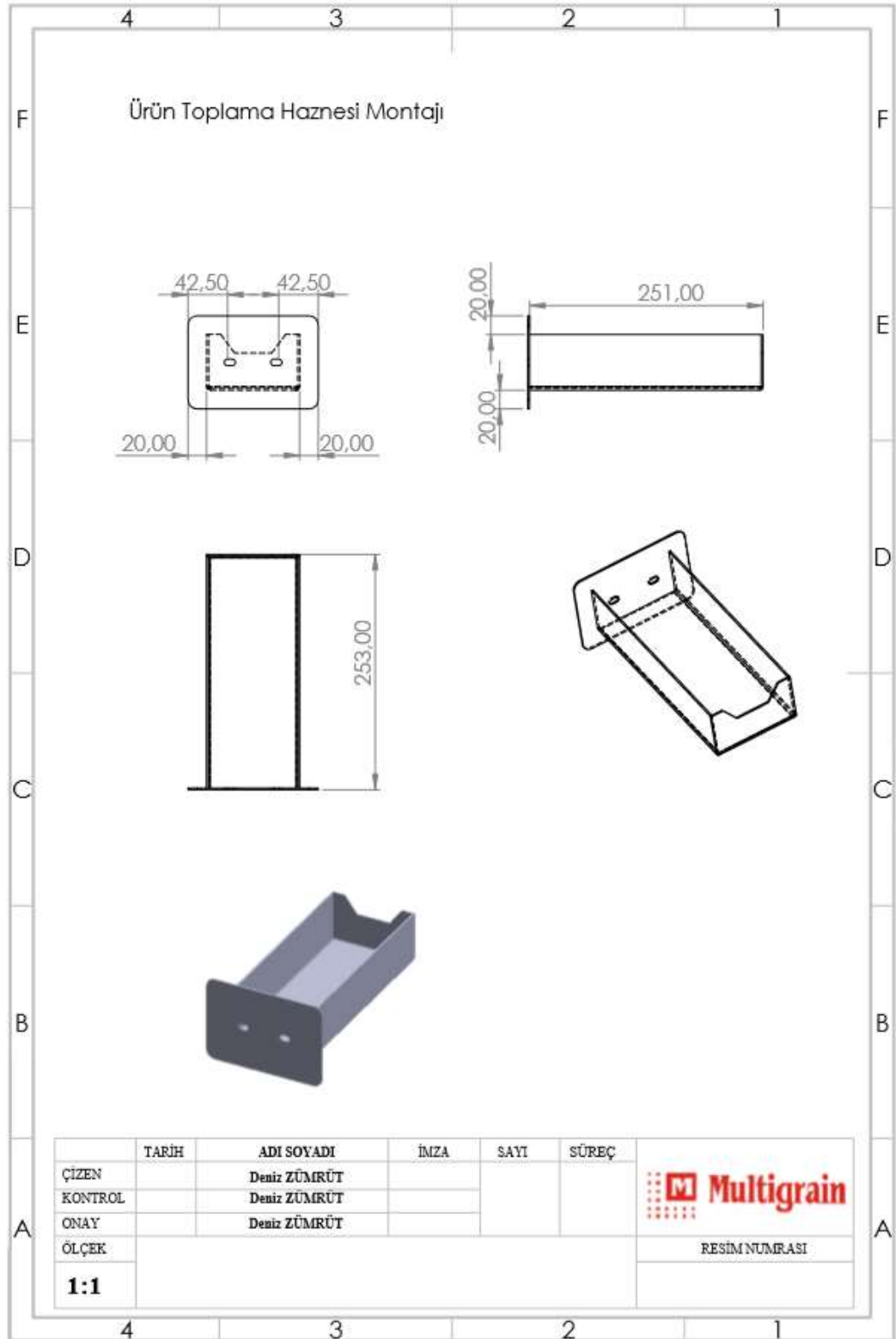


Ek 12 – Dış Kabuk Ön Cephe





Ek 14 – Ürün Toplama Haznesi Montajı



Ek 15 – Yük Hücresi Alt Şase Bağlantı Parçası

