

**TAM OTOMATİK BİR MUTFAK ROBOTUNUN TASARIMI
VE OTOMASYONUNUN GELİŞTİRİLMESİ**

Müslüm Ogün CEYLAN



T.C.
BURSA ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TAM OTOMATİK BİR MUTFAK ROBOTUNUN TASARIMI VE
OTOMASYONUNUN GELİŞTİRİLMESİ**

Müslüm Oğun CEYLAN
0000-0003-4265-1357

Dr. Öğr. Üyesi Gürsel ŞEFKAT

(Danışman)

YÜKSEK LİSANS
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

BURSA – 2020

TEZ ONAYI

Müslüm Ogün CEYLAN tarafından hazırlanan “TAM OTOMATİK BİR MUTFAK ROBOTUNUN TASARIMI VE OTOMASYONUNUN GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makine Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Gürsel ŞEFKAT
0000-0002-5686-0195

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Gürsel ŞEFKAT
0000-0002-5686-0195
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Doç. Dr. Elif Erzan TOPÇU
0000-0002-6115-3110
Bursa Uludağ Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Makine Mühendisliği Anabilim Dalı

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Ekrem DÜVEN
0000-0003-4957-6126
Bursa Teknik Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi
Mekatronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Hüseyin Aksel Eren

Enstitü Müdürü

U.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

21/09/2020

Müslüm Ogün CEYLAN

ÖZET

Yüksek Lisans

TAM OTOMATİK BİR MUTFAK ROBOTUNUN TASARIMI VE OTOMASYONUNUN GELİŞTİRİLMESİ

Müslüm Ogün CEYLAN

Bursa Uludağ Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Makina Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Gürsel ŞEFKAT

Nesnelerin interneti kavramı, önümüzdeki yıllarda birçok cihazın internet bağlantısı yoluyla bizler için kullanışlı çözümler sunmaya başlayacağına işaret etmektedir. Bu dijital dönüşüm sürecinden mutfaklarımızın da etkilenmesi mümkündür. Bu teknolojik bakış açısıyla ele alınan çalışma, yemek pişirme işlemini otomatize hale getirip, birden fazla malzemenin periyodik olarak pişirme sürecine dahil edildiği, belirli tarifleri hazırlayabilecek bir mutfak robotu üzerine yapılmıştır.

Dünya genelinde en çok tüketilen bitkisel gıda ham maddeleri arasında buğday ve pirinç yer almaktadır. Kültürlere göre çok çeşitli tariflere sahip olan ve temelde bu bitkisel gıdaları içeren birçok yemek bulunmaktadır. Bu yemeklerin en yaygın olanlarından ikisi pirinç bazlı pilav ve buğday ürünü olan makarnadır. Özellikle öğle ve akşam menüsünde bu yemeklerin pişirilmesine yönelik; buharda pilav pişirme, sıcak su ve baharat ile şoklanmış makarna(noodle) yapımı gibi farklı çözümler, artan dünya nüfusunun beslenmesine birer pratik çözüm olarak geliştirilmiş ürünlerden bazılarıdır. Ancak bu çözümler zengin mutfak kültürüne sahip toplumlarda damak zevkine tam olarak hitap edememektedir ve bu ürünlerin tercih edilmemesine sebep olmaktadır. Bu tez çalışmasında ele alınan mutfak robotu öncelikle makarna için İtalyan usulü, pilavı ise geleneksel Türk mutfağının ölçü ve tariflerinde pişirmeye odaklanmıştır.

Yapılan tasarım çalışmasıyla mutfak robotunun seçilen yemeklerin tarif bileşenlerini periyodik olarak pişirme sürecine dahil edeceği bir yapı oluşturulmuştur. Ardından robotun otomasyonu için gerekli olan donanım bileşenleri (motorlar ve baskı devre kartları) belirlenmiştir. Prototip imalatı için süreç devam etmektedir. Üç boyutlu yazıcı kullanılarak hazırlanan model içerisine, gerekli donanım bileşenleri eklenerek test ve ölçümlerin yapılması düşünülmektedir. Tasarım ve yazılım çalışmalarıyla desteklendiğinde farklı yemek çeşitleri için de kullanılabilir bir ürün olacağı değerlendirilmektedir.

Anahtar Kelimeler: mutfak robotu, akıllı ev aletleri, nesnelerin interneti (IoT)
2020, ix + 71 sayfa.

ABSTRACT

MSc Thesis

DESIGN AND IMPROVE THE AUTOMATION OF A FULLY AUTOMATED KITCHEN ROBOT

Müslüm Ogün CEYLAN

Bursa Uludağ University
Graduate School of Natural and Applied
Sciences
Department of Mechanical Engineering

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Gürsel ŞEFKAT

The concept of internet of things indicates that many devices will start to offer useful solutions for us via internet connection in the coming years. It is possible for our kitchens to be affected by this digital transformation process. The study, which is handled from this technological point of view, is based on a food processor that can automate the cooking process and prepare certain recipes in which more than one ingredient is periodically included in the cooking process.

Wheat and rice are among the most consumed vegetable food raw materials in the world. There are many dishes that have a wide variety of recipes according to cultures and basically contain these herbal foods. Two of the most common of these dishes are rice-based rice and pasta from wheat. Especially for the cooking of these dishes in the lunch and dinner menu; Different solutions such as steaming rice, making pasta (noodles) shocked with hot water and spices are some of the products developed as practical solutions for the nutrition of the increasing world population. However, these solutions cannot fully appeal to the palatal delight in societies with rich culinary culture, and these products are not preferred. The food processor discussed in this thesis focuses primarily on cooking Italian style for pasta, and cooking pilaf in the measurements and recipes of traditional Turkish cuisine.

With the design study, a structure has been created where the food processor will periodically include the recipe components of the selected dishes in the cooking process. Then, the hardware components (motors and printed circuit boards) required for the robot's automation were determined. The process continues for prototype manufacturing. It is planned to make tests and measurements by adding the necessary hardware components into the model prepared using a three-dimensional printer. It is considered that it will be a usable product for different types of food when supported by design and software studies.

Key words: food processor, smart appliances, Internet of Things (IoT)
2020, ix + 71 pages.

ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez çalışmasında, pılav ve makarna pişirilmesine yönelik yeni bir cihaz tasarımı incelenmiştir. Pişirme parametrelerine bağlı olarak cihaz tasarımı, gerekli donanım bileşenleri ve yazılım içeriği teorik olarak ortaya koyulmuştur.

Yüksek lisans eğitimim boyunca desteğini esirgemeyen değerli danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Gürsel ŞEFKAT'e ve çalışma kapsamında prototip imalatı için destek veren arkadaşım Yük. Mak. ve Kont. Müh. Özgür ACAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmam sırasında bana destek olan Özlü Mühendislik Proje Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti. firmasına teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak gösterdikleri destek, sabır ve fedakarlıklarından dolayı aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

M. Ogün CEYLAN

21/09/2020

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....	iii
İÇİNDEKİLER	iv
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER	ix
1. GİRİŞ	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	2
2.1. Elektrikli Ev Aletlerinin Gelişimi	2
2.1.1. Öğütücü (Blender) ve Karıştırıcılar (Mikserler)	2
2.1.2. Su Isıtıcıları (Kettle).....	3
2.1.3. Ekmek Kızartma ve Tost Makineleri	6
2.2. Güvenlik Standardı.....	8
2.3. Nesnelerin İnterneti (IoT)	11
2.3.1. Çalışma Mantığı	12
2.3.2. Nesneye Yönelik Programlama.....	14
2.4. Pişirme Tarifleri	14
2.4.1. Makarna	14
2.4.2. Pilav	15
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	16
3.1. Tasarım.....	16
3.1.1. Su Haznesi.....	17
3.1.2. Pişirme Grubu	18
3.1.3. Kapak Grubu	19
3.2. Donanım Bileşenleri.....	20
3.2.1. Elektrik Motorları.....	20
3.2.2. Su Pompası.....	24
3.2.3. Elektrikli Isıtıcı.....	24
3.2.4. Baskı Devre Kartları	25
3.3. Kontrol Şemaları	28
3.3.1. Step Motor Elektronik Devre Şeması.....	29
3.3.2. DC Motor Elektronik Devre Şeması	29
3.3.3. Servo Motor Elektronik Devre Şeması	30
3.3.4. ESP8266 Wi – fi Modül Elektronik Devre Şeması.....	31

3.3.5. nRF24L01 Modül.....	31
3.4. Kullanılan Yazılımlar.....	32
3.4.1. SolidWorks 3D.....	32
3.4.2. Ultimaker CURA	33
3.4.3. Arduino IDE.....	33
3.4.4. Fritzing	34
3.5. Prototip İmalatı.....	35
3.5.1. Yüzey Temizliği.....	35
3.5.2. Birleştirme.....	35
3.5.3. Dolgu.....	36
3.5.4. Astar ve Boya.....	36
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	37
4.1. Teorik Modelleme.....	37
4.1.1. Karıştırıcı Mekaniği	37
4.1.2. Isıl Kapasite.....	39
4.1.3. Pompa Debisi	39
4.2. Yazılım Algoritmaları	40
4.2.1. Makarna Pişirme Algoritması	40
4.2.2. Pilav Pişirme Algoritması	43
4.3. Fizibilite Etüdü.....	45
4.3.1. Kalıp Yatırımı	46
4.3.2. Sac Metal İmalatı	47
4.3.3. Sarf Malzemeler.....	49
4.3.4. Toplam Maliyet.....	49
4.4. Cihaz Güvenliği	50
4.4.1. Kabloleme	50
4.4.2. Zararlı Su Girişleri	51
4.4.3. Yangın Tehlikesi.....	53
4.4.4. Elektrik Kesintisi.....	56
4.4.5. Çocuklar ve Engelliler.....	56
4.4.6. İşaretlemeler.....	57
5. SONUÇ	58
KAYNAKLAR	61
EK	64
ÖZGEÇMİŞ	71

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler	Açıklama
	Doğru Akım
	Alternatif Akım
	3 Fazlı Alternatif Akım
	3 Fazlı ve Nötr Alternatif Akım
	Sigorta
	Lamba
	Topraklama
	Fonksiyonel Yalıtım
	II. Sınıf Ekipman
	III. Sınıf Ekipman
	Dikkat, Uyarı, İkaz
	Kullanım Kılavuzunu Oku
	Potansiyel Dengelemesi
	Tehlikeli Voltaj
Kısaltmalar	Açıklaması
IEC	International Electric Commission

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2. 1. L.H. Hamilton, Chester A. Beach, motor ve firmanın mikser ürünü	2
Şekil 2. 2. Stephan Poplawski ve ilk blender	3
Şekil 2. 3. Colonel R. E. Crompton ve ilk elektrikli su ısıtıcı örneği.....	4
Şekil 2. 4. Bullpit & Sons elektrikli su ısıtıcı örneği.....	4
Şekil 2. 5. Russell Hobbs firması kurucuları ve ilk termostatlı su ısıtıcısı örneği	5
Şekil 2. 6. Nills Chudy(Sol), Yasmina Grace(Sağ) ve yeni tasarımları Miito Kettle.....	5
Şekil 2. 7. Evelyn Crompton, Alan MacMasters ve ilk ekmek kızartma makinesi.....	6
Şekil 2. 8. General Electric Şirketi'nin ekmek kızartma fırını	7
Şekil 2. 9. Charles P. Strite ve ilk çift taraflı ekmek kızartma makinesi.....	7
Şekil 2. 10. Cornelius Swarthout ve ilk demir döküm waffle ızgarası.....	8
Şekil 2. 11. TSE 60335 - 1 (Aralık, 2012) Madde içerikleri şematik gösterim	9
Şekil 2. 12. Google home assistant mobil uygulaması.....	13
Şekil 3. 1. Cihazın ana montajı	17
Şekil 3. 2. Cihazın su haznesi bileşenleri	18
Şekil 3. 3. Cihazın pişirme grubu bileşenleri	19
Şekil 3. 4. Cihazın kapak grubu bileşenleri.....	20
Şekil 3. 5. ZYTD520 Redüktörlü DC motor.....	21
Şekil 3. 6. DS / 3120 MG Servo motor	22
Şekil 3. 7. 28 byj-48 Step Motor	23
Şekil 3. 8. Aslong WP – 370B yüksek basınç pompası	24
Şekil 3. 9. Cvs DN 2400 elektrikli ısıtıcı	25
Şekil 3. 10. Arduino Uno (a) ve Mega (b)	26
Şekil 3. 11. 28 byj-48 Kodlu step motor ve Unl2003a sürücü.....	26
Şekil 3. 12. Arduino ve L293D motor sürücü kiti.....	27
Şekil 3. 13. ESP8266 – 12F wi – fi modül.....	27
Şekil 3. 14. nRF24L01 haberleşme modülü.....	28
Şekil 3. 15. Step motor elektronik devre şeması	29
Şekil 3. 16. DC motor elektronik devre şeması.....	30
Şekil 3. 17. Servo motor elektronik devre şeması.....	30
Şekil 3. 18. ESP8266 Wi – fi Modülü elektronik devre şeması.....	31
Şekil 3. 19. nRF24L01 modül elektronik devre şeması	31
Şekil 3. 20. SolidWorks 3D yazılımında cihazın ana montajı	32
Şekil 3. 21. Ultimaker Cura yazılımında örnek parça işlenmesi	33

Şekil 3. 22. Arduino IDE yazılım ve kütüphanesi.....	33
Şekil 3. 23. Fritzing devre şeması oluşturma programı ara yüzü	34
Şekil 3. 24. Baskı sonrası çapak ve destek temizliği.....	35
Şekil 3. 25. Parçaların yapıştırılması.....	35
Şekil 3. 26. Çelik macun dolgu işlemi	36
Şekil 3. 27. Astar ve boya işlemi.....	36
Şekil 4. 1. Karıştırıcı Mekanizması Şematik Gösterimi.....	37
Şekil 4. 2. Isıtıcının Kontrolü	40
Şekil 4. 3. Hareketli Tablanın Kontrolü	40
Şekil 4. 4. Cihazın Su Dozaj Hattı	41
Şekil 4. 5. Cihazın Karıştırma Mekanizması.....	42
Şekil 4. 6. Makarna Tarifinin Algoritma Şeması	43
Şekil 4. 7. Pilav Tarifinin Algoritma Şeması	45
Şekil 4. 8. Kapak Grubu Parçaları.....	46
Şekil 4. 9. Mahfaza Bileşenleri Sac Açınımları	48
Şekil 4. 10. Vorwerk - Thermofix Akıllı Yemek Robotu	50
Şekil 4. 11. Bir Sokak Lambası ve Takoz Lamba İçin IP Sınıfı Sıvı Girişi Testleri.....	52
Şekil 4. 12. Fanların Dönüş Yönü – 1	52
Şekil 4. 13. Fanların Dönüş Yönü – 2	53
Şekil 4. 14. IEC 60695 Kızzaran Tel Deneyi.....	54
Şekil 4. 15. IEC 60695 İğne Alevi Deneyi.....	55
Şekil 4. 16. Elektrikli Ev Aletlerinde Kullanılan Semboller.....	57

ÇİZELGELER

Sayfa

Çizelge 2. 1. Nesneye yönelik programlamada tercih edilen programlama dilleri	14
Çizelge 4. 1. Sarf Malzeme Giderleri.....	49
Çizelge 4. 2. TS EN 60335 (2012) Standardına Göre Kablolama Tipleri.....	51
Çizelge 4. 3. TS EN 60335 (2012) Standardına Göre Elektriksel Yalıtım Sınıfları	54

1. GİRİŞ

Hayatın giderek hızlanması, insanı teknolojiyi daha efektif kullanmaya ve bu sayede bir işi aynı kalitede ve daha kısa sürede yapmaya zorlamaktadır ki bireyler kendisine ve ailesine daha fazla zaman ayırabilsin. Bu bakış açısıyla ele alındığında yemek pişirmek hem bir zevk hem de gün be gün yapılması gereken ve vakit alan bir işlemdir. Eğer bunun için özelleşmiş bir cihaz nesnelerin interneti(IoT) konseptiyle üretilebilirse, kişi bir mobil uygulama yardımıyla ön hazırlığı tamamlanmış bu cihazda pilav veya makarna pişirebilir. Öte yandan pilav veya makarna gibi bir yemek lezzetli bir şekilde pişirilmek isteniyorsa, bu süreç sadece tek bir operasyonel adımdan oluşmadığı için, sadece aç-kapa çalışan bir mutfak robotuyla bunu gerçekleştirmek de pek mümkün değildir. Buna örnek olarak, mevcut buharlı pilav pişiricileri ele alabiliriz. Bu cihazlarda tarife göre belirli ölçeklerde katılan pirinç, su, yağ ve tuz bileşenleri ile pilav hazırlanabilir. Hatta aynı şekilde makarna bir elektrikli ısıtıcıda da haşlanabilir. Ancak bu tarz pişirme ile geleneksel pirinç pilavının performansını yakalamak her zaman mümkün olmayabilir. Zira bunun için tarife uygun olarak pirincin yağda kavrulması ve suyun ilave edilmesi gerekir. Ayrıca makarnanın yapışmaması için bir karıştırıcıya, haşlama süresinin ayarlanması için otomasyona ve uzaktan kontrol edilebilmesi için internet bağlantısına ihtiyaç bulunmaktadır.

Bu çalışmada tasarlanan cihaz, pişirme işlemi için elektrikli bir ısıtıcı, karıştırma için bir aparat, malzeme bileşenlerinin tarife uygun olarak yemeğe katılabilmesi adına döner tablalı hazneye sahip bir kapak ve ana gövdeden oluşmaktadır. Pirincin yıkanabilmesi ve pişirme esnasında suyun temin edilebilmesi adına robotun alt kısmında modüler bir su haznesi bulunmaktadır. Suyu haznedden tencereye aktarmak için bir pompa, tencereyi ısıtabilmek için bir ısıtıcı ve onu kontrol eden bir step motor, yemeği periyodik karıştırabilmek için bir DC motor, döner tablayı tahrik etmek için ise bir servo motor kullanılmaktadır. Otomasyon kısmında açık kaynak kodlu baskı devre kartları ve motor sürücüleri kullanılacaktır. Donanım bileşenlerinin aşırı ısıya maruz kalmasını önlemek amacıyla mevcut tasarımda cihaza entegre 4 adet fan mevcuttur.

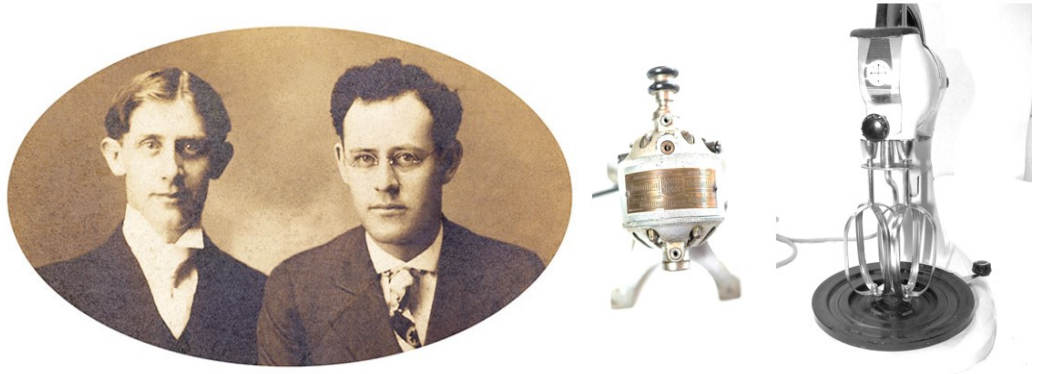
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Elektrikli Ev Aletlerinin Gelişimi

Mutfaklarımızda kullandığımız ve bizlere kolaylıklar sağlayan, birçok elektrikli ev aleti hali hazır da mevcuttur. Bu bölümde, üzerinde çalışılan cihaza benzer fonksiyonlar taşıyan birkaç ürünün tarihsel gelişimine değinilecektir.

2.1.1. Öğütücü (Blender) ve Karıştırıcılar (Mikserler)

Bu robotların doğuşu, 20. Yüzyılın başlarında ABD'nin Wisconsin eyaletindeki bir vibratör üretim fabrikasında çalışan Chester A. Beach isimli elektrik mühendisinin evde kullanıma yönelik bir cihaz için oldukça büyük boyutlu olan zamane elektrik motorlarından yola çıkarak “mini beygir gücü” diye isimlendirdiği ve günümüzdeki mini AC/DC motorların atası sayılan Şekil 2.1'deki ilk küçük motorun patentini almasına dayanmaktadır (Anonim 2019a). Bu inovasyon sonucu Beach çalıştığı firmanın ortaklarından Fred Osius ve aynı firmanın pazarlama yöneticisi L.H. Hamilton ile yeni bir firma kurarak içecekler için mikserler, meyve suyu sıkacakları, mini fanlar ve zemin parlaticıları gibi pek çok ürüne imza atmıştır.



Şekil 2. 1. L.H. Hamilton (Sol) , Chester A. Beach (Sağ), mini beygir gücü motoru ve firmanın mikser ürünü (Anonim 2019a'dan değiştirilerek alınmıştır)

Belki de bu buluşlar ışığında, aynı yıllarda Polonya'dan Wisconsin'e göç etmiş bir ailenin çocuğu olan Stephen J. Poplawski, Stephan Tools Co. isimli bir şirket

kurarak tasarladığı süt karıştırıcısının patentini Arnold Electric Co. firmasına satmıştır (Cole ve Schroeder 2003). İlk çalışmadan memnun kalan firma için Poplawski daha sonra tabanında döner bir bıçak bulunan Şekil 2.2'deki ilk ğtcy (blender) tasarlamış ve yine patentini bu firmaya satarak sektörde lider konuma getirmiştir (Anonim 2011).



Şekil 2. 2. Stephan Poplawski ve ilk blender (Anonim 2011'den değiştirilerek alınmıştır)

ABD'nin Wisconsin eyaletindeki bu gelişmelerin ardından, öğütücü (blender) ve karıştırıcı (mikser) mutfak robotları, 20. yy.'ın ortalarından itibaren tüm dünyada mutfaklara girmeye başlamıştır.

2.1.2. Su Isıtıcıları (Kettle)

Ateşin bulunmasından bu yana sıcak su, insanın önemli ihtiyaçlarından biri olagelmiştir. Elektrikli su ısıtıcılarının icadından önce sıcak su hazırlamak için kültürlere göre tasarımı farklılık gösteren ve bir soba ya da ocak üzerine konulan metal veya toprak kaplar kullanılmaktaydı. İngiltere'de bulunan Crompton and

Co. isimli firmanın kurucusu Colonel R. E. Crompton 19. yy. sonlarına doğru bu kaplara alternatif olması amacıyla Şekil 2.3'deki elektrikli su ısıtıcılarının ilk örneklerini imal etmeye başlamıştır (Anonim 2013). Fakat bu tasarım, ısıtıcı rezistansın direk su içerisinde bırakılamaması sebebiyle oldukça verimsiz kalmıştır.



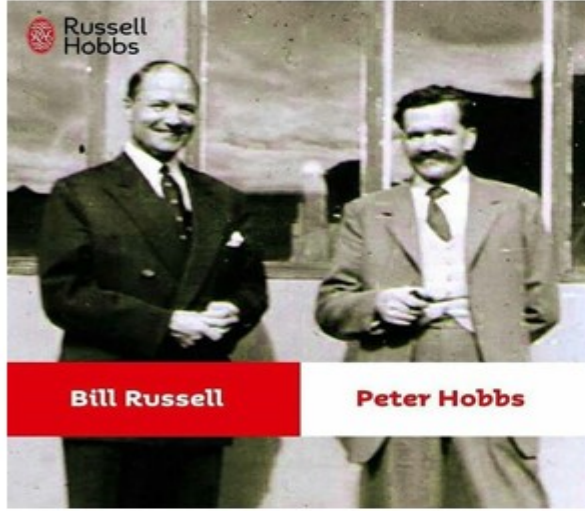
Şekil 2. 3. Colonel R. E. Crompton ve ilk elektrikli su ısıtıcı örneği (Anonim 2013'den değiştirilerek alınmıştır)

Bu problem ise 1922 yılında İngiltere'de Bullpit & Sons firmasında çalışan Arthur Leslie Large isimli makine mühendisi tarafından çözülmüştür (Anonim 2015). Large rezistans olarak kullanılan kabloyu bir çekirdek yapıya sararak, metal bir tüple kaplamış ve Şekil 2.4'deki ısıtıcıyı çok daha verimli hale getirmiştir.



Şekil 2. 4. Bullpit & Sons elektrikli su ısıtıcı örneği (Anonim 2015'den değiştirilerek alınmıştır)

Buna müteakip 1955 yılında İngiliz Bill Russell ve Peter Hobbs 'un kendi soy isimlerini verdikleri firmaları ise bu tasarıma bir buhar termostatı eklemiştir. Şekil 2.5'deki ısıtıcıda, su kaynadığında termostat yardımıyla elektriğin kesilmesini sağlanmıştır. Günümüzde mutfaklarda kullanılan elektrikli su ısıtıcıları fiyat ve performans açısından çeşitlilik gösterse de temelde bu çalışma prensiplerini halen korumaktadır.



Şekil 2. 5. Russell Hobbs firması kurucuları ve ilk termostatlı su ısıtıcısı örneği (Anonim 2019c'den değiştirilerek alınmıştır)

Fakat bunlardan farklılık taşıyan bir tasarım Şekil 2.6'da görülmekte olup 2016 yılında Alman tasarımcı Nils Chudy ve Yasmina Grace isimli iki girişimciden gelmiştir. Bu tasarımda ise içerisinde indüksiyon akımı meydana getirilen bir tabla üzerine konulan cam bir bardaktaki su içerisine metal bir çubuk daldırılarak (indüksiyon akımının yarattığı elektromanyetik alan sadece metal çubuğu ısıtacaktır) ısıtılmaktadır. Böylece hem su hem de enerji tasarrufu sağlanması hedeflenmiştir.



Şekil 2. 6. Nils Chudy(Sol), Yasmina Grace(Sağ) ve yeni tasarımları Miito Kettle (Hickey, S., 2015'den değiştirilerek alınmıştır)

2.1.3. Ekmek Kızartma ve Tost Makineleri

Ateşte ekmek kızartma geleneği eski mısır medeniyetine kadar dayanmaktadır. Fakat onlar bu işlemi günümüzdeki gibi damak zevki açısından değil de ekmeğin içindeki nemi uzaklaştırarak ekmeği daha uzun süre muhafaza etmek amacıyla uygulamışlardır. Yüzyıllar boyu insanlık bu yöntemi savaş ve kıtlık zamanlarında ekmezsiz kalmamak adına uygulamaya devam etmiştir.

Ancak kahvaltı ve pikniklerin gözdesi olan kızarmış ekmek için özel bir cihazın bulunmasının ardında talihsiz bir tesadüf yatmaktadır. 19. yy'ın sonlarında Edinburgh Üniversitesi Doğal Felsefe (Bugünkü fen bilimleri ve mühendislik fakültelerinin birleşiminden oluşur) Bölümü'nde asistan olan Alan MacMasters isimli bir genç, Glasgow metrosunun aydınlatılmasında kullanılacak yeni bir sistemin geliştirilmesi adına çalışma yapmaktadır. Rivayet odur ki arkadaşı elektrik mühendisi Evelyn Crompton tarafından, daha ucuz bir elektrik kablosu tedarik etmeye ikna edilir (Anonim 2020). Tedarikçinin kabloya koyduğu yüksek miktarda nikel alaşımı dolayısıyla, MacMasters'ın masasında bulunan prototip lamba çok fazla ısınmaya ve yanındaki ekmeği bile kızartmaya başlar. Bu başarısız aydınlatma denemesi mutfakların Şekil 2.7'deki ilk elektrikli ekmek kızartma makinesiyle tanışmasına zemin hazırlamıştır (Gross 2017).



Şekil 2. 7. Evelyn Crompton (Sol), Alan MacMasters (Sağ) ve ilk ekmek kızartma makinesi (Anonim 2020'den değiştirilerek alınmıştır)

MacMasters'ın bu buluşu, mutfaklar için yeni bir cihaz kazandırmış olsa da aynı zamanda beraberinde başka problemleri de getirmiştir. Zira ilkel olan bu alet, eğer dikkatli takip edilmez ise ekmeklerin yanmasına sebebiyet vermektedir. Hatta

icadın satışının ardından mutfağında yangın çıkan bir kadın mucidi güvenlik ihlali olan bu makineden dolayı suçlamıştır. MacMasters'da onu ihmalkarlıkla suçlayarak karşılık vermiştir.

Fakat problemi çözecek adım 20.yy'ın başlarında Amerikan General Electric firmasından gelmiştir. Ürettiği Şekil 2.8'deki zaman ayarlı ekmek kızartma fırını sayesinde ekmeklerin yanması ve tabii yangın çıkma tehlikesi ortadan kalkmıştır (Anonim 2018).



Şekil 2. 8. General Electric Şirketi'nin ekmek kızartma fırını (Anonim 2018'den değiştirilerek alınmıştır)

Bu konsept her ne kadar güvenli olsa da ekmeğin kızarma ölçütü, makinenin çalışma süresini ayarlayan kişiye bırakıldığından, toplu yemek alanlarında herkesi memnun etmek pek kolay olmamaktadır. ABD'nin Minnesota eyaletinde yaşayan Charles P. Strite çalıştığı firmanın yemekhanesinde bu problemden şikayetçi olup soruna bir çözüm bulmak amacıyla çalışmaya başlamıştır. 1918'de Amerika'da Şekil 2.9'daki ilk çift taraflı ekmek kızartma makinesinin patenti alınmıştır. (Anonim 2018).



Şekil 2. 9. Charles P. Strite ve ilk çift taraflı ekmek kızartma makinesi (Anonim 2018'den değiştirilerek alınmıştır)

Tost makinesinin icadı ise Cornelius Swarthout adlı Amerikan mucidin 19. yy'ın sonlarında bir Belçika tatlısı olan “waffle” pişirmek için üretim patentini aldığı Şekil 2.10’ daki demir döküm plakalara dayandırılmaktadır (Anonim 2016). Bu plakalar daha sonra elektrikli tost makinesine evrilmiştir.



Şekil 2. 10. Cornelius Swarthout ve ilk demir döküm waffle ızgarası (Anonim 2016’ dan değiştirilerek alınmıştır)

2.2. Güvenlik Standardı

Ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için Uluslararası Elektrik Komitesi (IEC) ve Avrupa Standartlar Komitesi (EN) ’nin birlikte hazırladığı standartlar bulunmaktadır. Bu bölümde, çalışma yapılan cihazı da kapsayan genel güvenlik standardına (IEC 60335 – Bölüm 1) yer verilecektir. Fakat genel yapısı itibariyle bu standarda atıfta bulunan;

- IEC 60335 - Bölüm 2 - 14 : Mutfak makineleri için özel kurallar,
- IEC 60335 - Bölüm 2 - 39 : Ticari, elektrikli ve çok amaçlı pişirme tavaaları için özel kurallar,
- IEC 60335 - Bölüm 2 - 64 : Ticari amaçla kullanılan elektrikli mutfak makinaları için özel kurallar,

gibi yapılan çalışmayla ilişkili daha dar kapsamlı başka standartlarda mevcuttur.

Bilindiği üzere standartlar, teknoloji geliştikçe yenilenen sistematik kurallardır. Ancak güncel standartları tedarik etmek öğrenci bütçesini biraz zorlayabilen bir durum olduğundan, Türk Standartları Enstitüsü (TSE) tarafından yayınlanan ve güncel olana en yakın tarihli standart yayınlanma tarihi de belirtilerek çalışmada kullanılmıştır. Bu bölümde verilen çizelge, şekil vb. anlatım araçlarından bazıları orijinal standart metinleri taranarak, daha kolay bir anlatım sunulması adına oluşturulmuştur. Direkt olarak standart metninde bulunamayabilir.

Bu standart (TSE 2012), ev tipi elektrikli cihazlarda genel emniyet kurallarını kapsamaktadır. Şekil 2.11’de standart maddelerinin başlıklarına yer verilmiştir. Orijinal metne bakılarak daha detaylı bilgi edinilebilir.

TSE EN 60335 – Bölüm: 1 (Aralık, 2012) Genel Güvenlik Maddeleri İçerik Şeması							
1. Kapsam	2. Atıflar	3. Terimler	4. Genel Kural	5. Deneş Şartları	6. Sınıflar	7. İşaretler	8. Gerilim Koruması
9. Motorlu Cihazlar	10. Güç ve Akım	11. Isınma	12. Boş Bırakılmış	13. Kaçak Akım	14. Geçici Rejim Aşırı Gerilim	15. Nem Dayanımı	16. Elektriksel Aşırı Yük
17. Dayanıklılık	18. Elektriksel Dayanım	19. Ekstrem Koşullar	20. Mekanik Denge	21. Mekanik Dayanım	22. Yapılış	23. İç İletkenler	24. Bileşenler
25. Besleme Bağlantıları	26. Dış İletken Uçları	27. Toprak Hattı	28. Vidalar ve Bağlantılar	29. Elektriksel Yalıtım Aralıkları	30. Isı ve Yanma Dayanımı	31. Paslanma	32. Isınım, Zehirleme vb.

Şekil 2. 11. TSE 60335 - 1 (Aralık, 2012) Madde içerikleri şematik gösterim

Standartın kapsamı 1. maddede; “Bu standart, tek fazda 250 V ’u diğerlerinde ise 480 V ’u aşmayan beyan geriliminde çalışan, ev ve benzeri yerlerde ve ticari amaçlar için kullanılan elektrikli cihazların güvenlik kurallarını kapsar.” şeklinde belirtilmektedir. (TSE 2012).

Genel kural olarak bu standarda tabi ürünler için 4. maddede; “Cihazlar normal kullanımda oluşabilen dikkatsiz çalıştırılma olaylarında bile kişiler veya çevresindekiler için hiçbir tehlikeye neden olmadan güvenle çalışacak biçimde imal edilmelidir.” şartı verilmektedir.

Tasarlanan cihazların her zaman amacına yönelik kullanılmaması, gündelik hayatta karşılaşılan bir durumdur. Bu duruma su ısıtıcısında makarna haşlanması veya tost makinesinde yumurta pişirilmesi gibi örnekler verilebilir. Dolayısıyla cihazın kullanım talimatları kullanım kılavuzunda açıkça belirtilmelidir.

Ayrıca tasarlanan cihazın TS EN 60335-1 standardına uygun olup olmadığını belirlemek için yapılması gereken bazı testler mevcuttur. Bu testlere ileride tekrar değinilecek olup, gerçekleştirmek için sağlanması gereken genel şartlar standardın 5. maddesinde aşağıdaki gibi sıralanmıştır;

- **5.4** : Test edilen cihazların enerji tüketimleri kayıt altına alınmalıdır.
- **5.5** : Test edilen cihazlar, en elverişsiz doğal kullanım koşullarında test edilmelidir.
- **5.6** : Test edilen cihazlar, çalışma değerlerinin sınırları zorlanarak test edilmelidir. Örneğin beyan edilen çalışma geriliminin üst değeri zorlanarak cihazın elektriksel dayanımı test edilebilir. Bu zorlama işlemi genellikle, belirlenen bir çarpan ile üst sınır değerinin çarpılması sonucu elde edilen yeni değer, cihaza uygulanması şeklinde gerçekleştirilir ve çarpan değeri not edilerek cihaz için güvenlik çarpanı olarak ilgili dokümanlarda belirtilir.

Bu deneyleri üretici mümkün olduğunca prototip üzerinde önce kendisi uygulamalı, daha sonra da Türk Akreditasyon Kurumu (TÜRKAK) tarafından yetkilendirilmiş test kuruluşlarınca belgelendirmesini yapmalıdır.

2.3. Nesnelerin İnterneti (IoT)

İnternet, altyapı çalışmalarının da yardımıyla bilgiye en kolay ulaşılabilen kaynaklardan biri haline gelmiştir. Hatta artık gündelik hayatta üretilen anlık ham veriler dahi “büyük veri olarak” adlandırılan havuza aktarılabilir. Dolayısıyla nesnelerin interneti kavramı; herhangi bir ürünün kullanıcılarına o ürüne dair daha kapsamlı ya da tamamen otomatik hale getirilmiş kontrol imkânı sunan teknolojik dönüşüm olarak nitelendirilebilir.

Nesneleri uzaktan kumanda etmenin yaygın kullanım alanlarından biri olarak “akıllı ev” uygulamaları karşımıza çıkmaktadır. İçerisindeki algoritmalar sayesinde, komutlarla ya da otomatik olarak kontrol yapılabilmektedir. ışıklarımızı açıp kapatabilen, oda sıcaklığını ayarlayabilen, kapılarımızı kilitleyebilen uygulamalar bunlara birer örnektir.

Çalışmanın yapıldığı 2020 yılı itibariyle dünya genelinde yaklaşık 1.2 milyar ev bulunduğu ve bu rakamın 21. yy. sonunda üçe katlanacağı tahmin edilmektedir. Bu durumda evlerde bulunan elektrikli aletlerin nesnelerin interneti dönüşümünü tamamlamasıyla oluşacak veri akışı dikkate değer olacaktır. Bu kadar büyük bir veri havuzu aynı zamanda üretim yapan firmalar için önemli bir bilgi kaynağı demektir. Öyleyse nesnelerin interneti olarak adlandırılan teknolojik dönüşümünün bir diğer kullanım alanı da cihazlardan ham veri elde edilmesidir.

Tasarlanan cihaz bu bağlamda değerlendirildiğinde, ne gibi veriler üretebilir ve çevrim içi kontrolün dışında başka hangi cihazlar ile etkileşime girebilir sorusuna aşağıda maddeler halinde cevap aranmaktadır;

- Akıllı buzdolapları ve saklama kapları ile etkileşime girerek, pişirdiği yemeklerin tüm bileşenleri için stok kontrol verisi üretebilir,
- Pişirilen yemeklerin listesini saklayarak, izniniz dahilinde doktorunuz, diyetisyeniniz veya gittiğiniz spor salonuna beslenme düzeniniz hakkında geri bildirimde bulunabilir,

- Gıda sektörü firmaları için tüm dünya genelinde, cihazın pişirme menüsünün zenginliğine göre hangi yemeğin ne şekilde ve ne sıklıkla tüketildiğine dair rakamlar sunabilir.

Ayrıca veri güvenliği, internet tabanlı tüm teknolojiler için hayati bir konudur. Ayrıca bu tarz akıllı ev aletlerinin yazılımı, güvenli bir parola girişi ile cihazı aktif hale getirecek şekilde tasarlanmalıdır. Bu sayede internet üzerinden bu tarz akıllı ev aletlerine yapılacak bir siber saldırı ile hırsızlık, ev içerisinde yangın çıkarma, izleme ya da dinleme gibi faaliyetlere önlem alınabilir.

Özetle nesnelerin interneti kavramı, bu çalışmada ön planda tutulan uzaktan erişim veya çevrim içi kontrol kabiliyetinden ibaret olmayıp, cihazların hem üretici hem de tüketici için fayda sağlayacak şekilde diğer akıllı cihazlarla da haberleşebilme ve veri üretebilme özelliğidir (IoTxTR 2019). Elektrikli ev aletleri için ise artık fikir, tasarım, imalat, yazılım ve otomasyon gibi pek çok adımı barındıran yeni ürün üretme sürecinde göz önünde bulundurulması gereken bir diğer husus nesnelerin interneti adlı teknolojik dönüşüme uyumluluk olmalıdır.

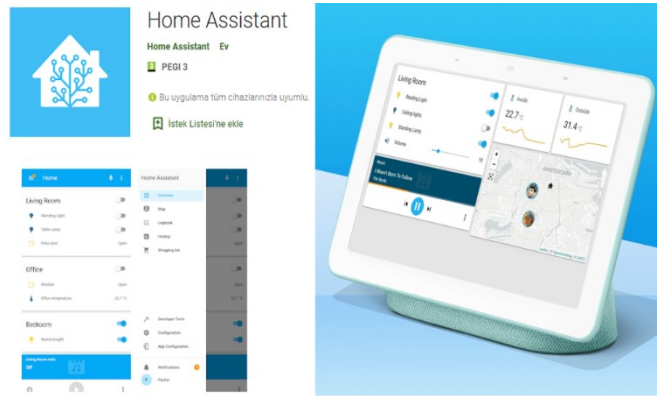
Bu tez çalışmasına konu olan mutfak robotu için henüz prototip imalatı devam etmektedir. Cihazın yazılım ve kodlaması; pişirme aşamalarına yönelik bağımsız kontroller için yapılmasına rağmen cihazın tamamına yönelik kodlama çalışmaları devam etmektedir. Aşağıda bu teknolojik dönüşümün alt yapısını oluşturan kavramlara kısaca değinilecektir.

2.3.1. Çalışma Mantığı

Nesnelerin interneti çok geniş kapsamlı bir konu olmakla beraber bu bölümde, yapılan çalışmanın da çatısını oluşturan akıllı ev aletleri üzerinden incelenecektir. Mevcut ev aletlerinde (klima, çamaşır makinesi, televizyon vb.) gömülü sistem olarak bulunan mikrodenetleyiciler kullanılmaktadır. Bu özel amaçlar için oluşturulan devreler ve programlanan baskı devre kartlarının bulunduğu cihazlara, “akıllı” olma vasfı kazandıran ilave özellikler;

1. İnternet bağlantısı ile çevrim içi kontrol (TCP/IP, Wi-fi veya Ethernet bağlantısı protokolleri ve HTTP, MQTP veya Websockets iletişim protokollerine uygun olarak),
2. Sensörler yardımıyla veri toplama,
3. Toplanan verileri bulut tabanlı platformlara (AWS, Azure ya da GCP) depolanması için aktarmak,
4. Diğer akıllı cihazlar veya veri toplama merkezleri ile anlık veri paylaşımında bulunarak, fayda sağlamak şeklindedir (Taşdemir 2019).

Çalışma yapılan cihaz yukarıdaki maddeler özelinde değerlendirildiğinde, çevrim içi kontrol aracı olarak Wi-fi bağlantısı ve HTTP iletişim protokolü kullanılması planlanmaktadır. Ayrıca cihazın internet tabanlı bir mobil uygulama ile aktif edilmesi hususu, TS EN 60335 – 1 standardı, madde 3.1.12 kapsamında değerlendirildiğinde; bu tür bir çalışma şekli yine uzaktan çalıştırılabilir olarak tanımlanmaktadır. Bu tarz bir kullanım alt yapısına en güzel örneklerden birisi; Alphabet Inc. firmasının Şekil 2.12’de görülen “Google Home Assistant” isimli mobil uygulama üzerinden sağladığı akıllı ev otomasyonu platformudur. Burada geliştiriciler internet IP adresini kullanarak ev içerisindeki modeme uzaktan bağlantı yapabilmekte ve ethernet kartlı cihazları kontrol edebilmektedir.



Şekil 2. 12. Google home assistant mobil uygulaması

Cihazın fonksiyonellik ve güvenlik açısından üzerinde taşınması gereken sensörler (termal, elektriksel, kimyasal vb.) üzerine henüz bir çalışma yapılmamış olup, bu eksiklik prototip imalatında tekrar değerlendirilecektir.

2.3.2. Nesneye Yönelik Programlama

Programlama konusu ve cihaz içerisinde kullanılacak gömülü sistem bileşenlerinin seçimi bir bütün olmakla beraber, Eclipse Vakfı'nın 2019 yılı nisan ayında IoT üzerine proje geliştiren ya da geliştirmeyi düşünen katılımcılar arasında yaptığı ankete göre en çok kullandıkları programlama dilleri ve kullanım alanlarına Çizelge 2.1.' de yer verilmiştir (Bulut 2019).

Çizelge 2. 1. Nesneye yönelik programlamada en çok tercih edilen programlama dilleri (Bulut 2019)

Fonksiyonel Cihazlarda	Ağ Bağlantısı Geçişlerinde	IoT Bulut Veri Tabanlarında
C	Java	Java
C++	Python	Javascript
Java	C++	Python
Javascript	C	PHP

2.4. Pişirme Tarifleri

Bu bölümde cihazın öncelikle pişirmesi hedeflenen iki yemek olan makarna ve pilavın için belirlenen tariflere yer verilecektir.

2.4.1. Makarna

Makarna denilince fesleğenli, domatesli soslarıyla akla gelen ilk ülke İtalya'dır. Yaygın kanı makarnanın bu topraklardan çıktığı şeklinde olsa da, 13. yy 'da ünlü bir kâşif ve tüccar olan Marco Polo'nun Çin seyahatinde gördüğü Asya halkına özgü "noodle" yemeğinin bir türevi olabileceği de söylenmektedir. Aslında birebir bugünkü yediğimiz makarna gibi olmasa da, insanların tahıl yetiştirmeye başladıkları dönemden beri ondan un üretip suyla karıştırdığı ve daha uzun süre muhafaza edebilmek adına bir taş fırında ya da güneşte kuruttuğu bilinmektedir.

Kaynağı neresi olursa olsun makarna, hem ucuz hem de doyurucu olması sebebiyle tüm dünyada en çok tüketilen yemekler arasındadır. Peki bu besleyici yemek nasıl yapılmaktadır? Bu sorunun cevabı her ülkede ve hatta bazılarında yöresel olarak bile farklılık göstermektedir. Cihaz için ileride pişirme algoritmaları oluşturulurken, makarna özelinde öncelikle İtalyan usulü pişirme esas alınacaktır. Bu durumda altın kural, 100 - 10 - 1 'dir. Yani 100 gr makarna pişirmek için içerisine 10 gr tuz atılmış 1 litre su kullanmak (Garazi 2014).

Cihazın kapasitesi tek seferde 4 porsiyon yemek hazırlamak üzere sınırlandırılırsa toplamda; 400 gr makarna, 4 lt su ve 40 gr tuz tarifin bileşenleri olacaktır. Ayrıca haşlama esnasında yapışmayı önlemek adına, 1 yemek kaşığı zeytin veya ayçiçek yağı (tercihen) eklenebilir. Pişirmede İtalyanların kendi değimleri ile “al dente” kıvamına getirmek üzere uyguladıkları, kaynar suda 12 dakikalık haşlama metodu kullanılacaktır.

Pişirme sürecinin tamamlanmasıyla makarna tenceresi, bir tutamaç yardımıyla cihazın içerisinden alınarak, bir tersine süzgeç yardımıyla süzülebilir ve önceden hazırlanıp buzdolabında saklanabilecek sayısız makarna sosu arasından tercih edilenler ile birlikte servis edilebilir.

2.4.2. Pilav

Pirinç tarımının kökeninin, Güneybatı Asya topraklarında M.Ö. 7000’li yıllara dayandığı bilinmektedir. İçeriği ağırlıklı olarak karbonhidrat ve protein olan bu bitki, dünya nüfusunun büyük bölümü için vazgeçilmez bir besin kaynağıdır. Makarna gibi her toplumun pirinç üzerine de özel pek çok yemek tarifi mevcuttur. Çalışmaya konu olan cihaz, geleneksel Türk pilavı üzerine yoğunlaşmaktadır ki bu yemeğin ülkemizde yaygın uygulanan tarifleri Mısır ve Lübnan mutfağı üzerinden yemek kültürümüze dahil olmuştur (Unipro 1997).

Pilavı 4 kişilik pişirebilmek için; 300 gr pirinç, 25 gr tereyağı, 25 gr sıvıyağ, 10 gr tuz, 600 ml su ve tercihe göre 40 gr tel şehriye ile 1 adet tavuk suyunun yeterli olacağı düşünölmüştür. (Thomae 2011).

3. MATERYAL ve YÖNTEM

Bu bölümde cihazın tasarım özellikleri, donanım bileşenleri, kontrol şemaları, kullanılan çeşitli yazılımlar ve devam etmekte olan prototip imalatı hakkında bilgiler yer almaktadır.

3.1. Tasarım

Ön tasarıma SolidWorks 3 boyutlu modelleme yazılımı kullanılarak başlanmıştır. Tez çalışmanın yapıldığı dönemde cihazın genel tasarım yapısı “versiyon 2.5” olarak değerlendirilebilir. Bu demektir ki, mevcut cihaz şu ana kadar iki kez sıfırdan detaylı incelemeye tabi tutularak tekrar modellenmiş ve ilaveler yapılmıştır.

Tasarımın kategorizasyonu TS EN 60335-1, madde 3.5 ve 3.6 ya göre yapılabilir; standart bu maddelerde, elektrikli ev aletlerini kullanım şekline göre beşe ayırarak; taşınabilir, elde kullanılan, sabit, sabitlenmiş ve gömülü olarak gruplandırmıştır. Bu durumda tasarlanan mutfak robotu, taşınabilir olarak nitelendirilebilir. Cihazın fonksiyonuna göre ise, ısıtma cihazı, motorlu cihaz ve birleşik cihaz olarak da üç kategori söz konusu olup, mevcut tasarım bir birleşik cihaz olarak tanımlanabilir.

Ayrıca tasarım, standarda göre içerisindeki bölümleri sökülebilir, sökülemeyen, erişilebilir, elektriksel gerilimli ve yüzey alanı olarak belirli bir değer aralığında kalacak şekilde küçük veya değil şeklinde kategorize edilir. Bu durumda, çalışma yapılan cihaz, mevcut tasarımı itibarıyla, hem sökülebilir hem de sökülemeyen bölümler içermektedir.

Son olarak elektriksel gerilimli bölümde bulunmakta olup, yüzey alanı olarak küçük sayılabilecek (standarda göre) bölümleri de (hortum ve kablo kanalları vb.) içermektedir. Cihazın ana montaj yapısı Şekil 3.1’de verilmiştir. Detaylı ölçü ve montaj resimleri Ek bölümünde yer almaktadır.



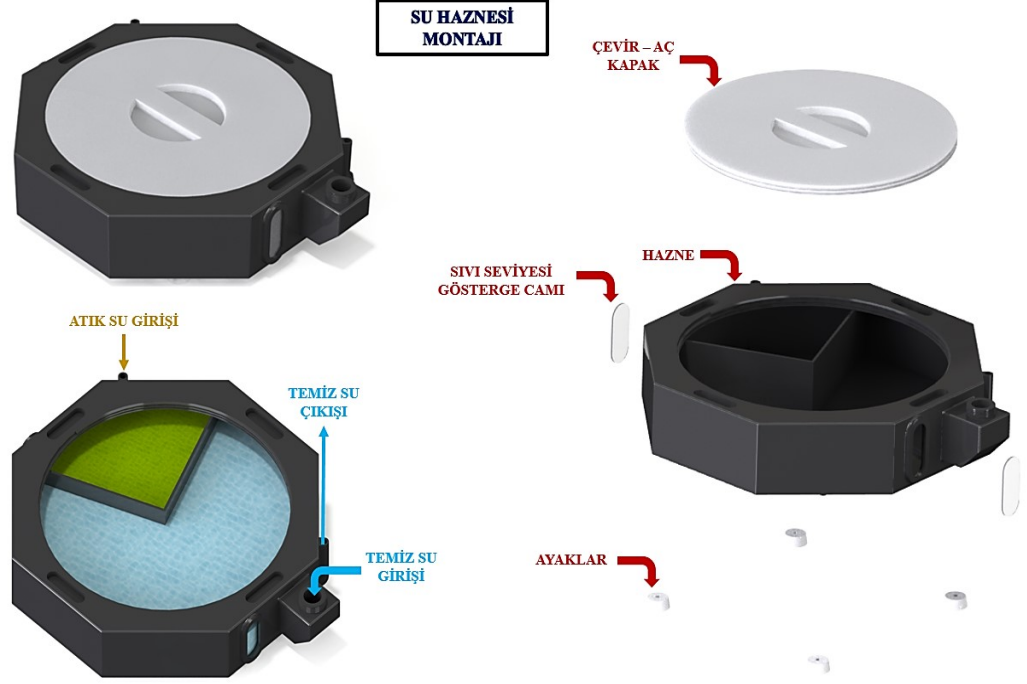
Şekil 3. 1. Cihazın ana montajı

Bölümün devamında, tasarım bileşenleri ve cihazın genel yapısı açıklanmaya çalışılacaktır.

3.1.1. Su Haznesi

Belirlenen tariflere yeterli olabilecek hacme sahip bir su haznesi tasarımıyla ön tasarıma başlanmıştır. Bu hacim değeri makarna için yaklaşık 4 lt, pilav için ise pirincin yıkanması işleminde kullanılması düşünülen su (1,5 lt) ile beraber yaklaşık 2.1 lt 'dir. Bu durumda hazne en az 4 lt temiz su alabilecek hacimde olmalıdır. Ayrıca pirincin yıkanması sonrası oluşan atık suyun da bu haznenin ayrı bir bölümünde depolanması gerekmektedir. Bu durumda 4 lt lik temiz su haznesine ilave 1,5 lt atık su hacmi gerekmekte ve toplam hazne hacmi 0,5 lt emniyet payıyla beraber yaklaşık 6 lt olmaktadır.

Cihazın hazne üstü yapısında tasarım devamlılığını bozmadan, donanım bileşenlerinin montajlanacağı yüzeyler oluşturabilmek adına su haznesi Şekil 3.2'deki gibi modüler bir sekizgen olarak tasarlanmıştır. Detaylı ölçüler için Ek bölümünde 001 ve 002 numaralı parça resimlerine bakılabilir.



Şekil 3. 2. Cihazın su haznesi bileşenleri

3.1.2. Pişirme Grubu

Cihazın tasarımı için bu aşamada, sahip olması gereken özelliklere göre hazır kullanılacak bileşenler belirlenmeye çalışılmış, daha sonra muhafazanın yapısı bu bileşenlerin montaj durumuna göre biçimlendirilmiştir. Şekil 3.3'de, bu grubun bileşenleri görülmektedir. Detaylı ölçüler için Ek bölümünde 003, 004 ve 005 numaralı parça resimlerine bakılabilir.

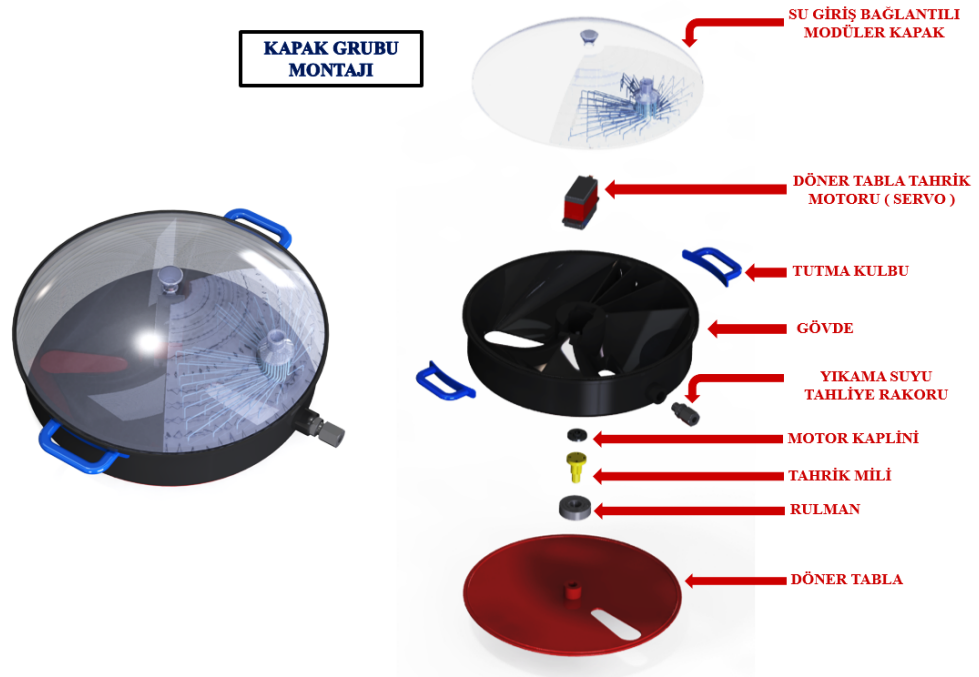


Şekil 3. 3. Cihazın pişirme grubu bileşenleri

Piştirme işleminin kontrolü TS EN 60335-1, madde 3.7.4 uyarınca tasarımda ısıtıcı kontrolü yapılmalıdır. Bu kontrol mevcut cihazda; bir step motorla tahrik edilen ayar düğmesi yardımıyla piştirme sürecinin başlatılıp sonlandırılması ve yine piştirme esnasında sıcaklık ayarı yapılması şeklinde olacaktır.

3.1.3. Kapak Grubu

Cihazın kapağından beklenen, piştirme tariflerinde yer alan bileşenleri barındırabileceği hazne yapıları ve bu bileşenleri sırasıyla tencereye aktarabileceği bir mekanizmaya sahip olmasıdır. Bu amaçla, kapak grubuna bir adet servo motora bağlı bir döner tabla montajı, Şekil 3.4'deki gibi yerleştirilmiştir. Detaylı ölçüler için Ek bölümünde 006, 007, 008 ve 009 numaralı parça resimlerine bakılabilir.



Şekil 3. 4. Cihazın kapak grubu bileşenleri

3.2. Donanım Bileşenleri

Bu bölümde, seçilen donanım bileşenlerine ait genel bilgiler ve katalog verileri maddeler halinde paylaşılacaktır.

3.2.1. Elektrik Motorları

Motor seçimi yapılırken genellikle aşağıdaki hususlar göz önüne alınmıştır;

- Gerilim, frekans ve faz sayısı değerleri,
- Moment,
- Devir sayısı,
- Anma gücü (Ertan 1992).

Seçilen motor ve pompa bileşenlerine ait bu parametreler ile ilgili matematiksel doğrulamaya teorik modelleme bölümünde değinilecektir. Seçilen motorların seçim kriter ve özellikleri aşağıda verilmiştir.

- DC Motor;

İçerisinde yer alan sargılar üzerinden doğru akım geçirilerek oluşturulan manyetik kuvvet üzerinden rotora tahrik verilir. Genel olarak sürekli çalışmaya uygun yapıdadırlar. Fırçalı ve fırçasız olmak üzere iki tipi mevcuttur. Farkları; fırçalı motorlarda rotor ve stator arasında temas olup, motoru sürmek için ekstra bir sürücü devresi gerekmemektedir. Bu temasın olmadığı fırçasız motorların ise ömrü daha uzun olmaktadır.

Aşağıda cihazın karıştırıcı kısmında kullanılması planlanan fırçalı DC motorun katalog verileri yer almaktadır. Şekil 3.5'deki redüktörlü DC motor 12 Volt gerilim (U) ile çalışmakla beraber, 6V - 24V aralığında da çalışır. Bu redüktörlü motordan 50 devir/dak. çıkış alınabilir. 12 Volt / DC / 50 devir/dak. redüktörlü motorun özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Model: ZYTD520
- Redüktör tipi: Metal
- Hız yüksüz: 50 dev/dk.
- Çalışma voltaj aralığı: 6 – 24 Volt
- Çalışma akımı (i): 0.92 Amper.

Burada motor gücü;

$$P = V \cdot i = 24 \times 0.92 \cong 22 \text{ Watt} \quad (3.1.)$$

olarak bulunur. Bu değer teorik modelleme bölümünde hesaplanacak olan motor gücüne yakın olduğundan dolayı bu DC motor tercih edilmiştir.



Şekil 3. 5. ZYTD520 Redüktörlü DC motor

- Servo Motor;

Yapı olarak doğru akım motorları gibi fırçalı ve fırçasız şekilde bulunabilen bu motorlarda, devre içerisinde yer alan bir potansiyometre ile motor milinin dönüş hızı ayarlanabilir. Giriş konumuyla anlık konum karşılaştırılarak motor sürme işlemi bu konumlar eşleşinceye dek sürdürülür. Dolayısıyla konum kontrolünde geri bildirim ve kesikli çalışma istenen durumlarda tercih edilirler.

Cihaz içerisine pişirme malzemelerinin periyodik olarak katılabilmesi için kapak kısmında yer alması hedeflenen hareketli tablayı tahrik eden Şekil 3.6'daki servo motora ait teknik özellikler aşağıdaki gibidir;

- Durak tork (6 V): 20 kg.cm,
- Çalışma gerilimi: 4.8 ~ 7.2 DC Volt,
- Maksimum dönüş açısı: 180 ° / 270 ° isteğe bağlı.,

Bu motor servo özelliği sayesinde hassas açısal konum kontrolü imkânı sağlaması ve su sızdırmazlığı bulunması gerekçeleriyle tercih edilmiştir. Açısal konum kontrolündeki hassasiyet hazneli kapak yapısında bileşenlerin tencereye vaktinden önce ya da sonra dahil edilmesinin önüne geçmektedir. Sızdırmazlık sayesinde ise modüler kapak haznesi kullanım sonrası yıkanırken motor içerisine su girişi olmasının önüne geçilmektedir.



Şekil 3. 6. DS / 3120 MG Servo motor

- Step Motor;

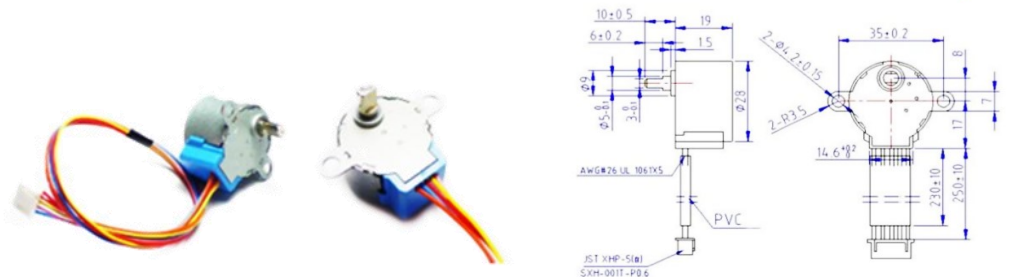
Yine yapı olarak doğru akım motorları gibi fırçalı ve fırçasız şekilde bulunabilen bu motorlar ise; tek (unipolar yönlü akım) veya iki (bipolar yönlü akım) beslemeye sahip olabilmektedirler. Unipolar besleme durumunda sürücü yapısı daha basit olmakla beraber her adımda stator sargılarının yarısı aktif olacağından elde edilen tork yarıya düşmektedir. Bipolar olanlarda ise daha karmaşık sürücü devresi gerekse de motordan kapasitesinin sağlayabileceği maksimum tork değerine yakın bir tork çıkışı elde edilebilir.

Adım motorları olarak da adlandırılan bu motorlar konum kontrolüne dair bir geri bildirim vermezler. Dolayısıyla aşırı hassas konum kontrolü gereken durumlarda çalışma alanları; mekanik (burç, yatak vb.) veya elektronik (switch vb.) bir bileşenle sınırlandırılmalıdır. Ayrıca DC ve servo motorlara göre genellikle daha fazla mekanik titreşime sebep olmaktadır.

Öncelikle prototip içerisinde yer alan ısıtıcının ayar düğmesinin daha sonra da ısıtıcı göbeği besleyen devrede reostanın ayarının yapılabilmesi için kullanılması düşünülen Şekil 3.7'deki 28 byj-48 kodlu step motora ait teknik özellikler aşağıdaki gibidir;

- Çalışma gerilimi: 5V DC,
- Unipolar ve 4 Fazlı,
- Adım açısı $5.625^\circ / 64$.

Bu motor için ise boyutları, ucuzluğu ve kolay bulunabilir olmasına ilave olarak sürücüsüyle birlikte satılması tercih sebepleridir.



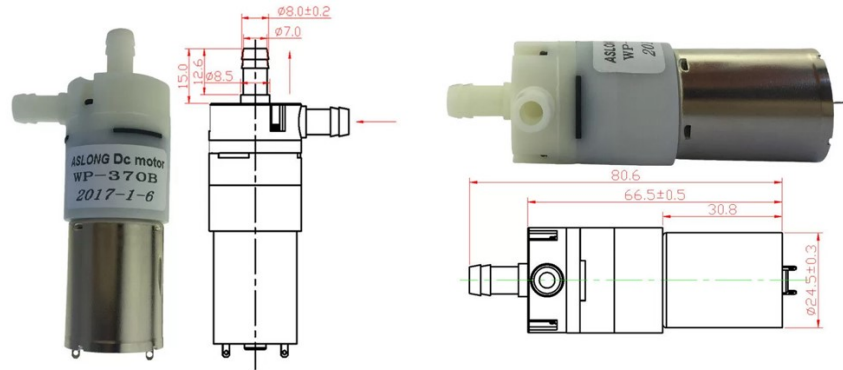
Şekil 3. 7. 28 byj-48 Step Motor

3.2.2. Su Pompası

Cihaz içerisinde pişirme ve yıkama esnasında ihtiyaç duyulan suyun aktarımında kullanılması planlanan Şekil 3.8'deki yüksek basınçlı pompa için teknik özellikler aşağıdaki gibidir;

- Model : WP - 370B,
- Nominal gerilimi: DC 12V,
- Yükte akımı: ≤ 350 mA,
- Yüksüz akış (su): 1.1 ~ 1.3L/dk,
- Gürültü: ≤ 60 dB.

Bu pompanın seçim nedeni ise teorik modelleme bölümünde hesaplanacak olan debi değerine yakın bir basma debisine ve tasarıma uygun basma yüksekliğine sahip olmasıdır.



Şekil 3. 8. Aslong WP – 370B yüksek basınç pompası

3.2.3. Elektrikli Isıtıcı

Prototip denemelerinde pişirmede kullanılacak Şekil 3.9'daki tek gözlü elektrikli ocak için teknik özellikler aşağıdaki gibidir;

- Demir döküm ısıtma elementli elektrikli ocak,
- Isıtmadan kaynatmaya doğru, 3 dereceli ayarlanabilir termostat,
- 1000 W, 230 V, AC 50 Hz. - TS 2005 - Sınıf: 1.

Teorik modelleme bölümünde hesaplanan yaklaşık 1100 Watt çalışma gücüne yakın bir ısıtıcı olması ve boyutsal uygunluğu sebebiyle tercih edilmiştir.



Şekil 3. 9. Cvs DN 2400 elektrikli ısıtıcı

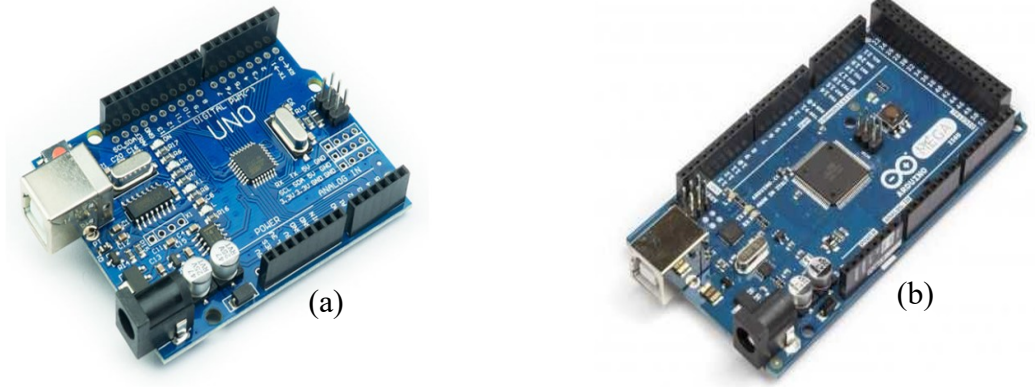
3.2.4. Baskı Devre Kartları

Bu bölümde prototip içerisinde kullanılması hedeflenen gömülü sistem bileşenleri aktarılacaktır.

• Arduino Uno / Mega;

Herhangi bir iş için özelleşmiş Atmel 8/32 bit mikro işlemcilerine, giriş ve çıkış pinleri bağlanarak C/C++ dilinde IDE yazılım geliştirme ortamı içerisinde programlanabilmeleri sağlanmıştır (Demir 2016).

Ayrıca IDE yazılımına entegre bulunan kütüphanede ise, kullanıcılar için hazırlanmış pek çok fonksiyonel alt program mevcuttur. Şekil 3.10'da Arduino Uno(a) ve Arduino Mega(b) karşılaştırma tabloları(Alt) görülmektedir. Bu kartların, gerekli işlemler için zamana bağlı periyodik kod blokları ve entegre bileşenler ile (sürücü, regülatör, röle vb.) ile birlikte kullanılması düşünülmektedir.

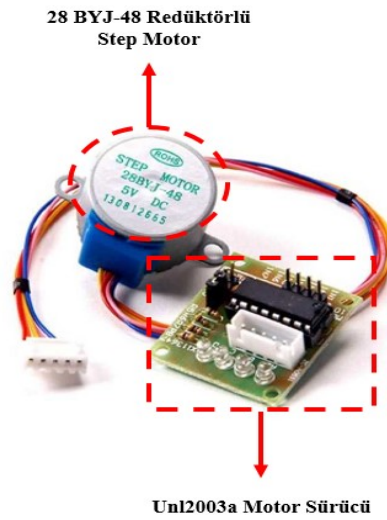


Adı	Mikrokontrolörü	Çalışma voltajı / Giriş voltaj aralığı	İşlem hızı	Analog Giriş/Çıkış	Digital IO/PWM
Uno	ATmega328	5 V/7-12 V	16MHz	6/0	14/6
Mega ADK	ATmega2560	5 V/7-12 V	16MHz	16/0	54/15

Şekil 3. 10. Arduino Uno (a) ve Mega (b)

- Unl2003a motor sürücü:

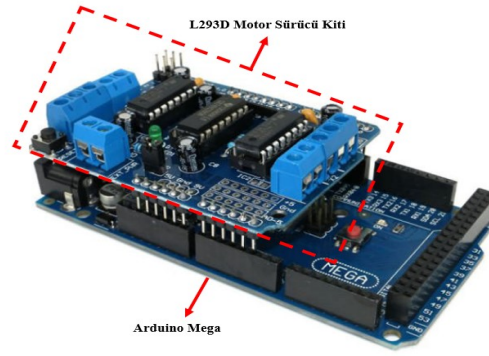
Sistemde kullanılacak 28 byj-48 kodlu step motoru sürmek için ve genellikle Şekil 3.11’de görüldüğü üzere onunla birlikte satılan, 5 Volt çalışma gerilimine sahip motor sürücüleridir. Bu ikilinin, cihaz içerisinde ısıtıcının ayar düğmesini kontrol etmek amacıyla kullanılması planlanmaktadır.



Şekil 3. 11. 28 byj-48 Kodlu step motor ve Unl2003a sürücü

- L293D motor kontrol shield;

Çalışma yapılan cihaz içerisinde yukarıda bahsedilen step motorun haricinde bir adet DC motor (karıştırıcı tahriki için) ve bir adet de servo motor (döner tabla için) bulunması hedeflenmektedir. Bu durumda bu motorlar için ayrı ayrı sürücü ve baskı devre kartları kullanmak yerine L293D kodlu sürücü tercih edilmesi düşünülmektedir. Şekil 3.12’deki gibi Arduino ile entegre çalışan bu sürücü ile 4 adet DC motor, 2 adet step motor ve 2 adet servo motor sürme imkânı bulunmaktadır (Güven ve Acı 2019).

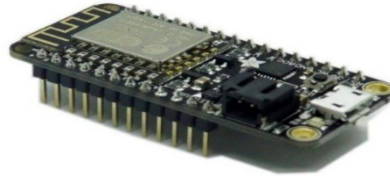


Şekil 3. 12. Arduino ve L293D motor sürücü kiti

- ESP8266 wi – fi modül;

Bu modül serisi Espressif System isimli firma tarafından, nesnelerin interneti konseptine uygun ürünler için geliştirilmiştir (Başçiftçi ve Gündüz 2019). Cihazları internet ağına bağlamaya yarayan ve Şekil 3.13’de görseli yer alan 12F kodlu ürün için teknik özellikleri aşağıdaki gibidir;

- Wi - Fi (2.4 GHz) ile Android/iOS cihazlar için bağlantı desteği,
- Dahili 32-bit işlemci (CPU) ve regülatör ile güç yönetimi
- 10-bit DAC (dijital - analog dönüştürücü) ve 4 MB programlama hafızası,



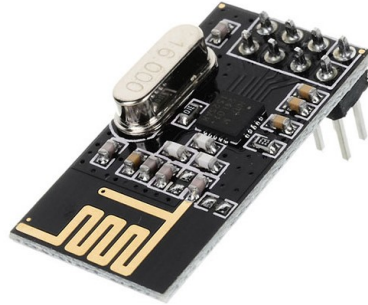
Şekil 3. 13. ESP8266 – 12F wi – fi modül

Bu modül kullanılarak cihaz mobil bir aplikasyonla uzaktan aktif edilecektir.

- nRF24L01 Modül:

Şekil 3.14’de görülen bu modül ise Nordic firması tarafından iki mikro denetleyicinin haberleşebilmesi için üretilmiştir. Bu haberleşmeyi sağlayan kod bloğu Enrf24 isimli özel bir kütüphanenin mikro denetleyicilere yüklenmesi ile sağlanabilmektedir. Gerekli giriş ve çıkış bağlantılarının yapılmasının ardından iki denetleyiciden biri alıcı diğeri de verici olarak işlev görebilecektir. Modüle ait teknik özellikler aşağıdaki gibidir;

- 2.4GHz bandında yayın yapabilir,
- 250KBps, 1MBps ve 2MBps gibi hızlarda haberleşme hızı seçilebilir,
- Çalışma Voltajı: 1.9 - 3.6 Volt,
- Verici Sinyal Gücü: +7 dB,
- Alıcı Hassasiyeti ≤ 90 dB,
- Haberleşme Mesafesi: Açık Alanda 250 metre.



Şekil 3. 14. nRF24L01 haberleşme modülü

Bu modül ile; farklı görevleri olan (ör: DC/Servo motoru kontrolü ve yüksek basınçlı pompa kontrolü gibi) iki arduinonun birbirine sinyal göndererek ardışık görevleri zamanında başlatıp bitirebilmesi amaçlanmaktadır.

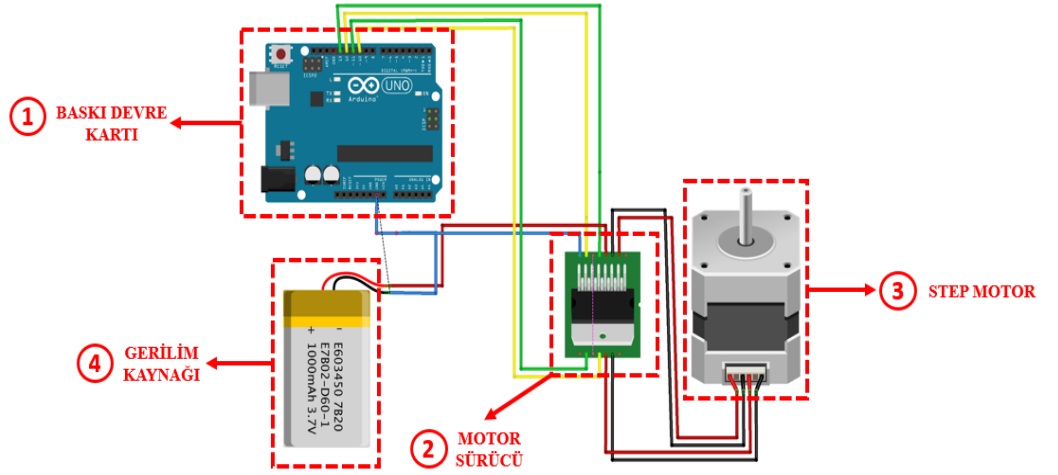
3.3. Kontrol Şemaları

Bu bölümde cihazın içerisinde kullanılması düşünülen tahrik motorlarına ait elektronik devreler şematik gösterimlerle aktarılacaktır.

3.3.1. Step Motor Elektronik Devre Şeması

Arduino vb. baskı devre kartlarıyla herhangi bir step motoru kontrol edebilmek için oluşturulan elektriksel devre şeması Şekil 3.15'deki gibidir. Bu devrenin çalışmada kullanılan bileşenleri;

1. Arduino,
2. Uln2003a Motor Sürücü,
3. 28 byj-48 Step Motor,
4. Gerilim kaynağı (5V) şeklindedir.

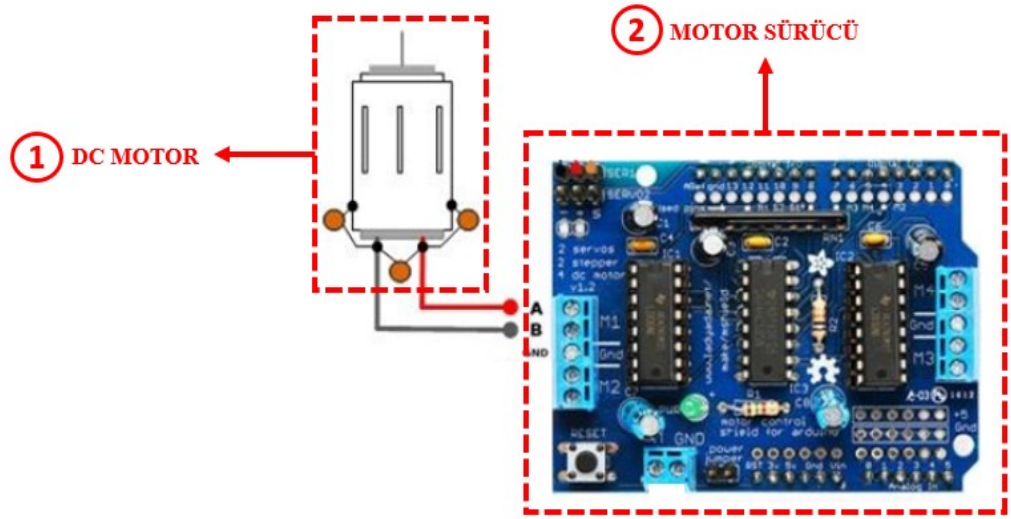


Şekil 3. 15. Step motor elektronik devre şeması

3.3.2. DC Motor Elektronik Devre Şeması

Arduino vb. baskı devre kartlarıyla herhangi bir DC motoru kontrol edebilmek için oluşturulan elektriksel devre şeması Şekil 3.16'daki gibidir. Bu devrenin çalışmada kullanılan bileşenleri;

1. ZYTD 520 DC motor,
2. L293D motor sürücü şeklindedir.

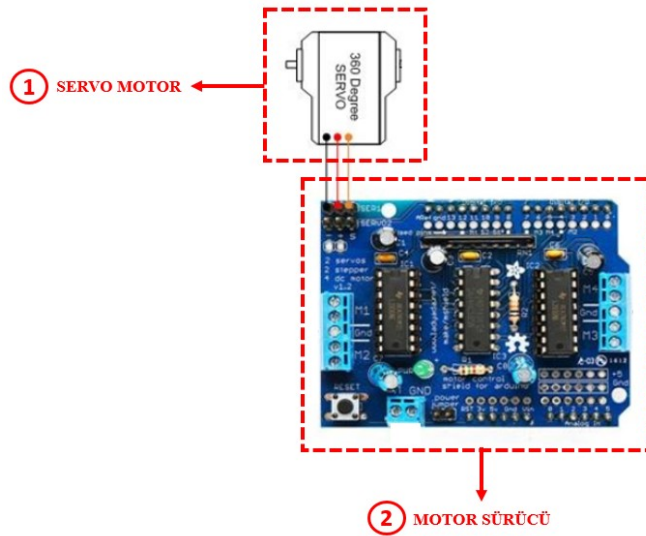


Şekil 3. 16. DC motor elektronik devre şeması

3.3.3. Servo Motor Elektronik Devre Şeması

Arduino vb. baskı devre kartlarıyla herhangi bir servo motoru kontrol edebilmek için oluşturulan elektriksel devre şeması Şekil 3.17'deki gibidir. Bu devrenin çalışmada kullanılan bileşenleri;

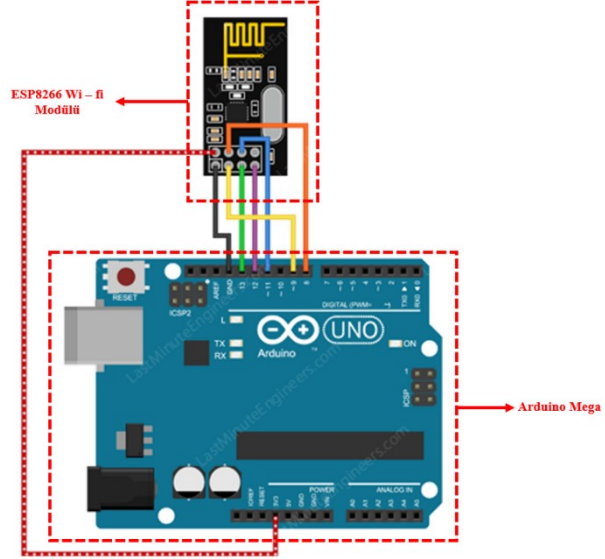
1. DS / 3120 MG Servo motor,
2. L293D motor sürücü şeklindedir.



Şekil 3. 17. Servo motor elektronik devre şeması

3.3.4. ESP8266 Wi – fi Modül Elektronik Devre Şeması

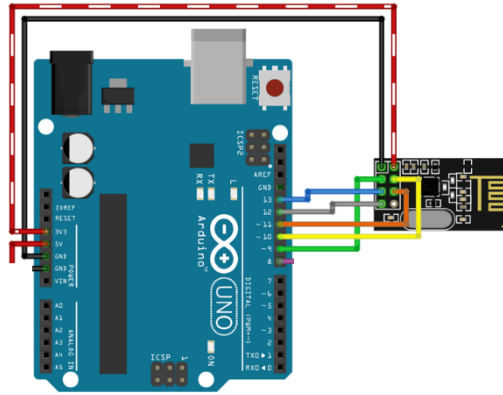
Basit bir şekilde Arduino vb. baskı devre kartlarıyla herhangi bir ESP8266 wi – fi bağlantı modülünü aktif edebilmek için oluşturulan elektriksel devre şeması Şekil 3.18’deki gibidir.



Şekil 3. 18. ESP8266 Wi – fi Modülü elektronik devre şeması

3.3.5. nRF24L01 Modül

Arduino vb. baskı devre kartlarıyla herhangi bir nRF24L01 kablosuz haberleşme modülünü aktif edebilmek için oluşturulan elektriksel devre şeması Şekil 3.19’deki gibidir. Bu devrenin çalışmada kullanılan bileşenleri;



Şekil 3. 19. nRF24L01 modül elektronik devre şeması

3.4. Kullanılan Yazılımlar

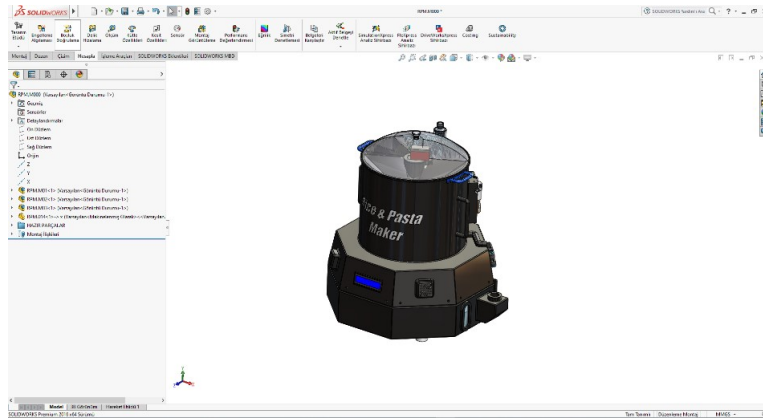
Bu bölümde cihazın prototip imalatında kullanılan yazılımlar hakkında bilgi verilecektir.

3.4.1. SolidWorks 3D

Bu yazılım Fransız menşeli Dassault Systems firması tarafından 1984 yılında Boeing uçak üretim firması için geliştirilmiş olan CATIA üç boyutlu tasarım yazılımının, makine ve imalat sektörüne yönelik daha basit uyarlamasıdır. Yazılım ilk olarak; Jhon Hirschtick tarafından U.S.A. - Massachusetts eyaletinde kurulan SolidWorks Corp. firmasında geliştirilmiş, daha sonra Dassault Systems firmayı satın almıştır. Kullanımı çok daha hızlı olan bu yazılım ile;

- Ölçülü ve vektör tabanlı parça ve/veya montaj tasarımları yapılabilir,
- Sac metal imalatı için kesim/büküm işçiliği parametreleri oluşturulabilir,
- Talaşlı imalat için gerekli takım yolu kodları elde edilebilir,
- Basit statik analiz ve darbe testleri yapılabilir,
- Belirli bir kesitte gerçekleşen akışın simülasyonu yapılabilir,
- Enjeksiyon kalıbı tasarımları yapılabilir,
- Hareketli animasyonlar hazırlanabilir.

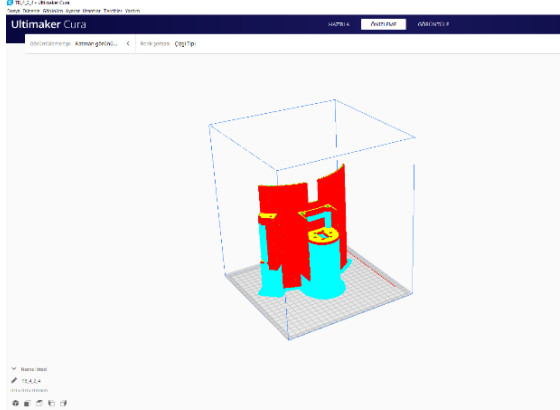
Bu çalışmada prototip içerisinde kullanılan tüm bileşenler Şekil 3.20'deki gibi yazılım üzerinden üç boyutlu olarak katı modellenmekte ve montajlanmaktadır.



Şekil 3. 20. SolidWorks 3D yazılımında cihazın ana montajı

3.4.2. Ultimaker CURA

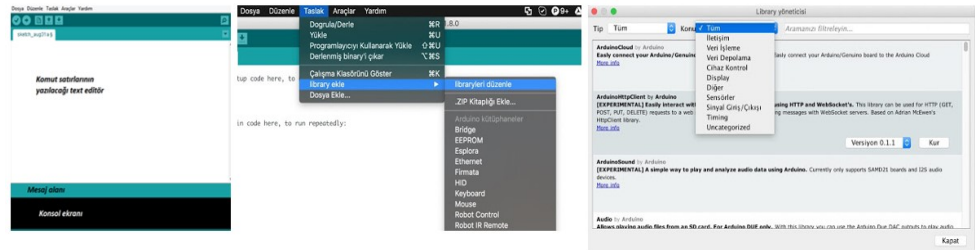
Üç boyutlu baskı makinesinde imal edilecek parçaların verileri, tasarım yazılımından STL formatında kaydedilerek elde edilebilmektedir. Bu veriler Cura yazılımında Şekil 3.21'deki gibi işlenerek üç boyutlu baskı için; baskı süresi, katmanlar arası doluluk oranı, baskı için gerekiyorsa atılacak destekler vb. pek çok ayarlama yapılabilmektedir.



Şekil 3. 21. Ultimaker Cura yazılımında örnek parça işlenmesi

3.4.3. Arduino IDE

Yukarıda bahsedilen Arduino baskı devre kartları için geliştirilmiş programlama ara yüzüdür. Yapılan kodlama derleme işleminin ardından bilgisayarın USB portu üzerinden bu kartlara aktarılabilir. IDE ara yüzünün kendine ait bir kütüphanesi bulunmaktadır. Kullanıcılar yaptıkları çalışmaya göre Arduino baskı devre kartları ile uyumlu pek çok ilave donanım bileşenine ait sürücü koduna da, bu kütüphane içerisinde ulaşım kullanabilmektedir. Şekil 3.22'de IDE ara yüzü ve kütüphane ortamı görülmektedir.



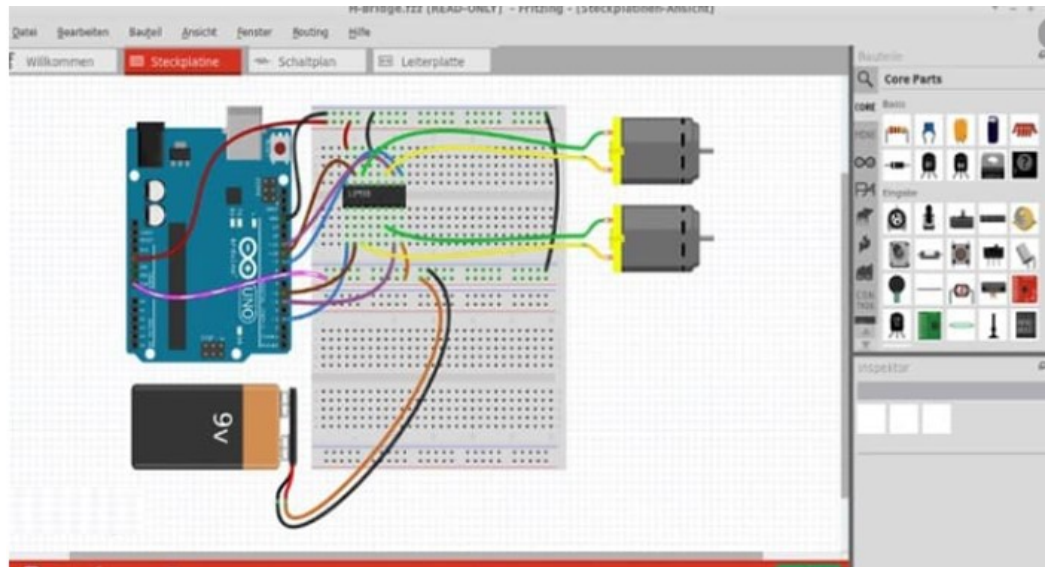
Şekil 3. 22. Arduino IDE yazılım ve kütüphanesi

IDE yazılımı açık kaynak kodlu olup kullanıcılarından herhangi bir lisans ücreti talep edilmemektedir. Prototip imalatının ardından, seçilen gömülü sistem bileşenlerinin bu yazılım üzerinden programlanması planlanmaktadır.

3.4.4. Fritzing

Bu yazılım ise 2012 yılında Almanya'nın Potsdam şehrindeki Uygulamalı Bilimler Üniversitesi - İnteraktif Tasarım Laboratuvarı'nda çalışan bir takım tarafından geliştirilen bir devre modelleme programıdır (Anonim 2019b). Devre tasarımcısının ihtiyaç duyabileceği pek çok bileşen, yazılım içerisinde hazır olarak bulunmaktadır.

Tasarımcı devresini tamamladıktan sonra bu program üzerinden şemasını oluşturarak çıktı alabilir ve paylaşabilir. Ayrıca ilgilendiği devre tasarımına benzer nitelikteki şemalara internet üzerinden ulaşabilir. Şekil 3.23'de ara yüzü görülen program açık kaynak kodlu ve ücretsizdir. Bu durum programı basit devre uygulamaları için kullanışlı kılmaktadır.



Şekil 3. 23. Fritzing devre şeması oluşturma programı ara yüzü

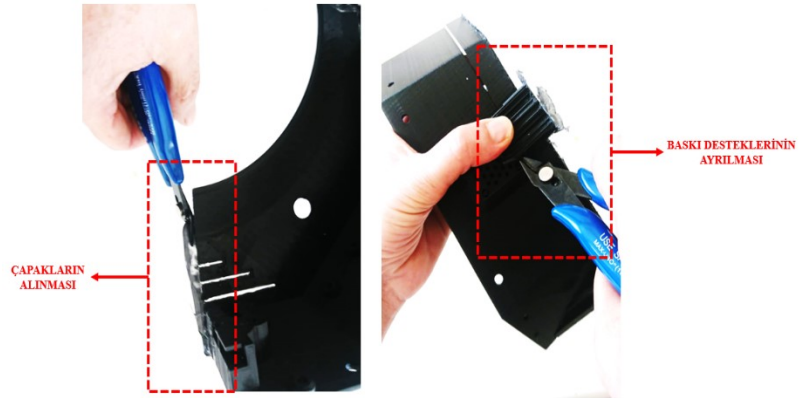
3.5. Prototip İmalatı

Prototip imalatı için daha önce de belirtildiği üzere bir 3D yazıcı kullanılmaktadır. Kare şeklindeki baskı tablası boyutları; 235 * 235 * 280 mm olup bu boyutlara uymayan bileşenler parçalara ayrılarak baskı alınmaktadır.

Baskı sonrası prototipte kullanılacak parça bileşenlerinin oluşturulmasında izlenen adımlar maddeler halinde aşağıda görseller yardımıyla aktarılacaktır.

3.5.1. Yüzey Temizliği

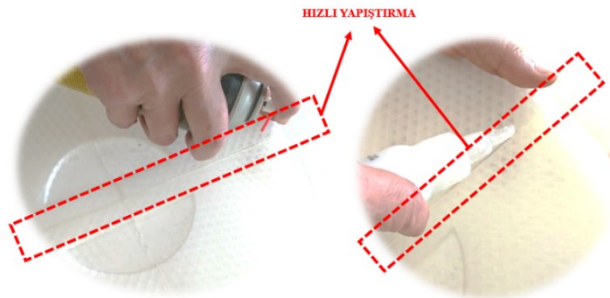
Parçalara baskı sonrası ilk olarak Şekil 3.24'deki gibi, destek baskılarının ve çapakların temizlenmesi işlemi uygulanmıştır.



Şekil 3. 24. Baskı sonrası çapak ve destek temizliği

3.5.2. Birleştirme

Parçaların birleşim yüzeyleri pürüzsüz bir hale getirildikten sonra Şekil 3.25'deki gibi hızlı yapıştırıcı ile yapıştırılmıştır.



Şekil 3. 25. Parçaların yapıştırılması

3.5.3. Dolgu

Yapıştırma sonrasında birleşim yerlerinde, baskıda meydana gelen kaymalardan dolayı Şekil 3.26'daki gibi boşluklar kalabilmektedir. Bu boşluklar çelik macunla doldurularak kapatılmıştır.



Şekil 3. 26. Çelik macun dolgu işlemi

3.5.4. Astar ve Boya

Çelik macunun kurumasının ardından ise parçanın üzeri Şekil 3.27'deki gibi spreysel astar ile kaplanmakta ve ardından yine spreysel astar ile boyanmıştır.



Şekil 3. 27. Astar ve boya işlemi

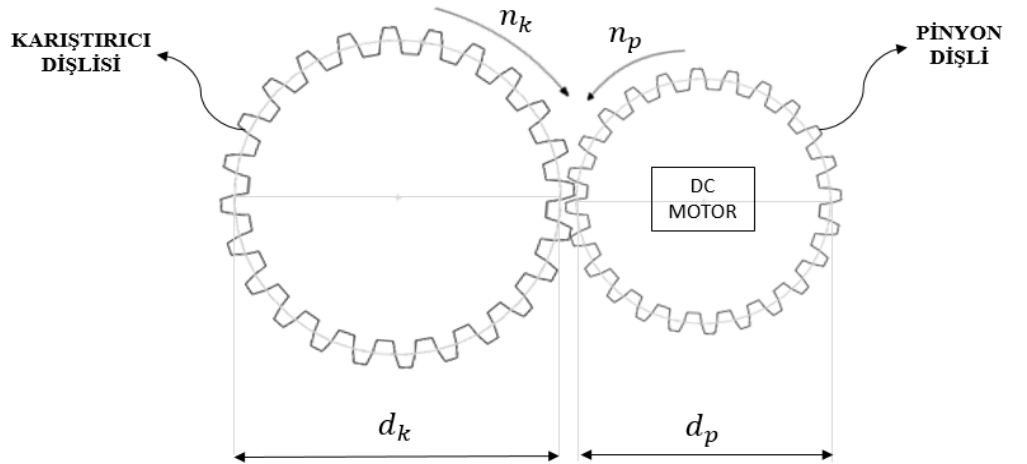
4. BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Teorik Modelleme

Modellemenin üç çeşidi bulunmaktadır. Bunlar; matematiksel modelleme, bilgisayar destekli modelleme ve simülasyondur (Hurst 2006). Önceki bölümlerde bilgisayar destekli modelleme kullanılarak yapılan tasarım çalışmaları hakkında bilgi verilmişti. Bu bölümde cihaz içerisinde kullanılacak olan DC motor, pompa, ısıtıcı ocak gibi hazır bileşenlerin uygun seçilebilmesi adına belli kabuller altında yapılan tasarım hesaplamaları yani matematiksel modelleme bulguları verilecektir. Cihaz için herhangi bir simülasyon çalışması ise henüz yapılmamıştır.

4.1.1. Karıştırıcı Mekanizması

Çalışmada ele alınan cihaz için karıştırıcı mekanizmasının Şekil 4.1'deki gibi bir DC motora akuple pinyon dişli çark tarafından tahrik edilmesi planlanmıştır. Bu durumda aşağıdaki kabuller yapılarak;



Şekil 4. 1. Karıştırıcı Mekanizması Şematik Gösterimi

- Bir insanın pişirme esnasında uygulayabileceği ortalama karıştırma torku $T = 4 \text{ N.m}$ 'dir.
- Kullanılacak tahrik motoru $n = 60 \text{ devir/dak.}$ hızla çalışacaktır.
- Çevrim oranı $i = 5$ 'dir.
- Modül sayısı $m = 2$ ve pinyon dişli için diş adedi $z_p = 24$ dür.

Bu durumda aşağıdaki formüle göre tahrik motorunun sağlaması gereken minimum güç değeri;

$$P = T\omega = T \times \frac{2\pi n_p}{60} = 4 \times \frac{2\pi \cdot 60}{60} \cong 24 \text{ Watt} \quad (4.1)$$

olmalıdır. Bu değerin denklem 3.1'de verilen seğilmiş motorun gücüne yakın olduğu görölmektedir. Pinyon dişli ile karıştırıcı arasında ise redüktör ilişkisi olacağı dikkate alınarak karıştırıcının çalışma hızı;

$$n_k = \frac{n_p}{i} = \frac{60}{5} = 12 \text{ devir / dak.} \quad (4.2)$$

olarak hesaplanmıştır. Bu belirlenen tork ve hız değerlerine ilaveten tencere çapı da göz önünde bulundurularak pinyon dişli ve karıştırıcı üzerindeki dişli çarklar aşağıdaki gibi boyutlandırılabilir;

Pinyon dişli için evolvent dairesi çapı (d_p);

$$d_p = m z_p = 2 \times 24 = 48 \text{ mm} \quad (4.3)$$

dir. Prototipte kullanılması düşünölen tencere ve dolayısıyla muhafaza ölçülerinden kaynaklı olarak karıştırıcı için belirlenen evolvent dairesi çapı $d_k = 218$ mm olup, diş sayısı ise;

$$z_k = \frac{d_k}{m} = \frac{218}{2} = 114 \quad (4.4)$$

adettir (Göllü 2014). Bu bilgiler kullanılarak ilgili 3 boyutlu tasarım yazılımında dişliler tasarlanıp, imal edilecektir.

Kapak haznesinin altındaki tablayı döndürecek servo motor ve ısıtıcının kademe ayarını yapacak olan step motor için ayrıca bir güç veya tork hesabına gerek duyulmamıştır.

4.1.2. Isıl Kapasite

Bu bölümde prototip içerisinde kullanılması düşünülen elektrikli ocak hazır alınacak olsa da, ilerisi için bir elektriksel güç değeri belirlenmeye çalışılacaktır. Yapılacak rezistans sargı sonrasında aşağıdaki kabuller yapılır ise;

- Sıcak su hazırlama süresi $t = 20$ dak.,
- Suyun dolun sıcaklığı 20 °C,
- Maksimum ısıtılacak su miktarı 4 lt dir.

Bu durumda ısıtıcının sağlaması gereken enerji;

$$Q = m C_{p_{su}} \Delta T = 4 \times 4180 \times (100 - 20) = 1337.6 \text{ kJ} \quad (4.5)$$

$$\dot{Q} = \frac{Q}{t} = \frac{1337600}{1200} \cong 1115 \text{ Watt} \quad (4.6)$$

olarak hesaplanabilir.

4.1.3. Pompa Debisi

Tasarlanacak cihaz içerisinde pişirme ve yıkama suyunu aktarmak için bir mini santrifüj pompası kullanılması hedeflenmektedir. Bu durumda aşağıdaki kabuller yapılırsa;

- Aktarılacak maksimum su hacmi $V = 4$ lt' dir.
- Maksimum basma süresi 5 dak. dır.

Bu durumda pompanın sağlaması gereken debi;

$$\dot{Q} = \frac{V}{t} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ lt/dak.} \quad (4.7)$$

olarak elde edilir.

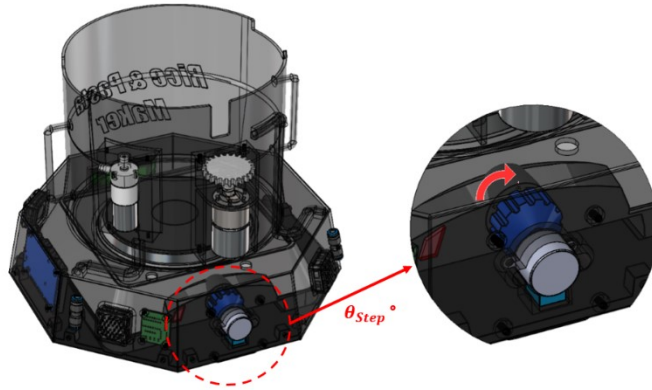
4.2. Yazılım Algoritmaları

Cihazın başlangıç olarak pişirmesi hedeflenen iki yemek türü; makarna ve pilavdır. Dolayısıyla bu bölümdeki algoritmalar, bu yemeklerin daha önce bahsedilen tarifleri dikkate alınarak adım adım oluşturulacaktır. Ardından oluşturulan algoritmalar için bir akış diyagramı çizimi verilecektir. Bu akış diyagramları, programlamanın temeli olan algoritmanın şekillerle gösterimi olarak düşünülebilir (Vatansever 2011).

4.2.1. Makarna Pişirme Algoritması

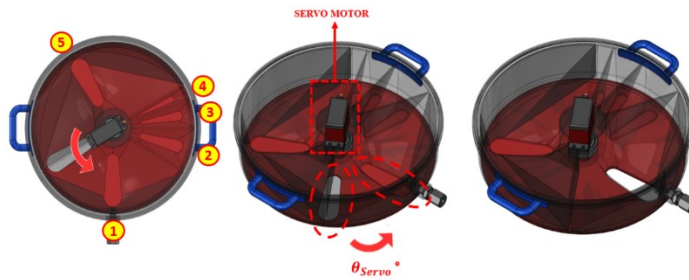
Ana hatları ile cihaz için düşünülen makarna pişirme adımları aşağıdaki gibidir;

1. Adım: Şekil 4.2’de gösterilen step motoru $\theta_{Step_1}^\circ$ döndür ve ısıtıcıyı çalıştır.



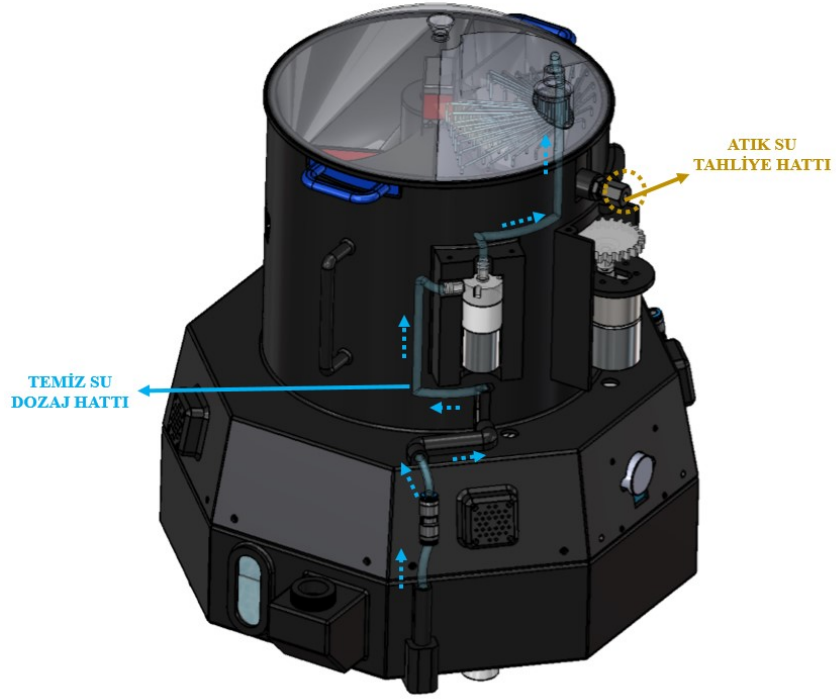
Şekil 4. 2. Isıtıcının Kontrolü

2. Adım: t_1 sn. sonra Şekil 4.3’deki servo motoru $\theta_{Servo_1}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını 1 numaralı kapak haznesindeki ile eş merkezle.



Şekil 4. 3. Hareketli Tablanın Kontrolü

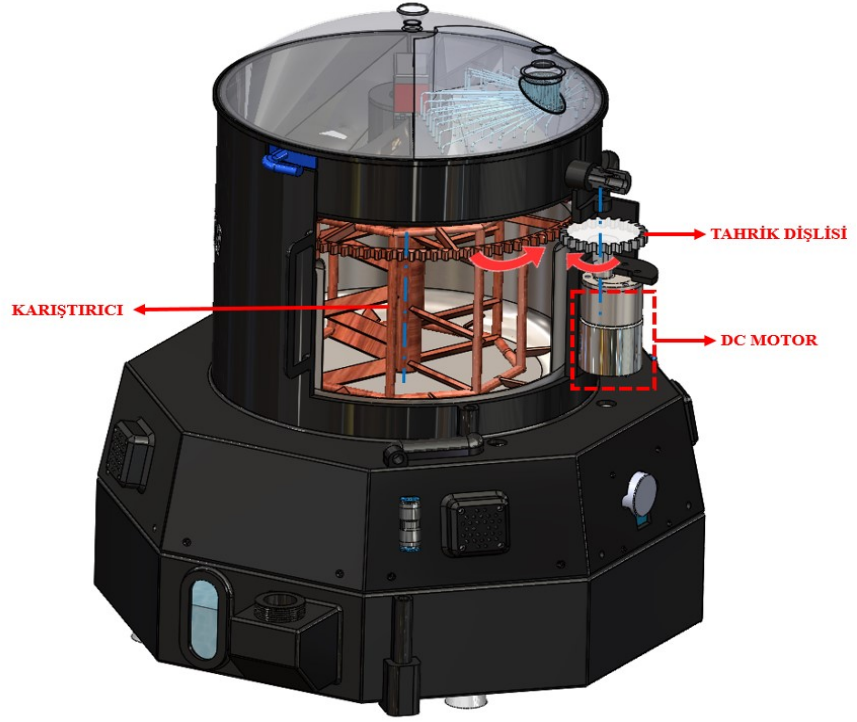
3. Adım: t_2 sn. sonra Şekil 4.4’de gösterilen yüksek basınçlı pompayı z_1 sn. boyunca aktif et ve 4 lt suyu tencereye doldur.



Şekil 4. 4. Cihazın Su Dozaj Hattı

4. Adım: t_3 sn. sonra Şekil 4.3’deki servo motoru $\theta_{Servo_2}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını, 2 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek 1 yemek kaşığı sıvı yağı tencereye kat.
5. Adım: t_4 sn. sonra Şekil 4.3’deki servo motoru $\theta_{Servo_3}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını, 3 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek toz halindeki et suyunu tencereye kat.
6. Adım: t_5 sn. sonra Şekil 4.3’deki servo motoru $\theta_{Servo_4}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını, 4 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek 40 gr tuzu tencereye kat.

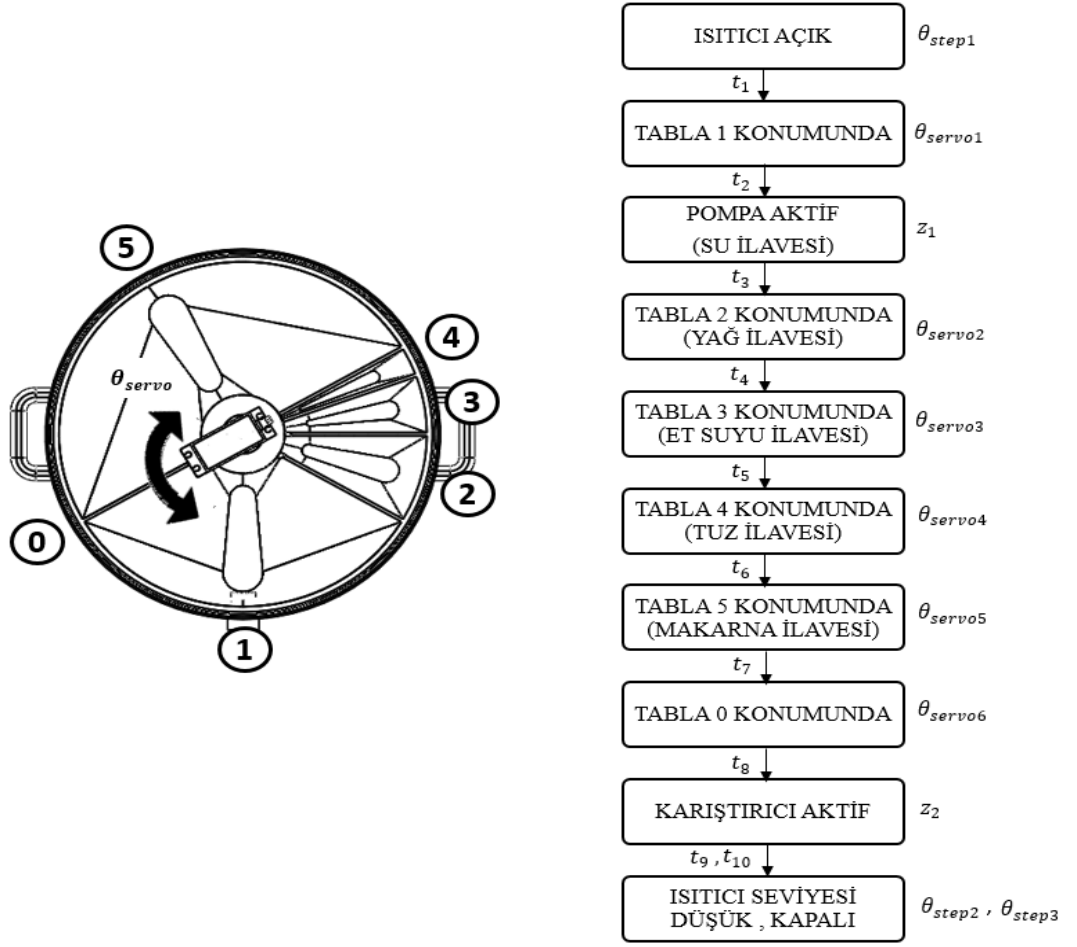
7. Adım: t_6 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru $\theta_{Servo_5}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını, 5 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek 400 gr makarnayı tencereye kat.
8. Adım: t_7 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru $\theta_{Servo_6}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını başlangıç (0) konumuna getir.
9. Adım: t_8 sn. sonra Şekil 4.5'deki DC motoru, karıştırıcıyı tahrik etmek üzere z_2 sn. boyunca aktif et.



Şekil 4. 5. Cihazın Karıştırma Mekanizması

10. Adım: t_9 sn. sonra Şekil 4.2'de gösterilen step motoru ters yönde $\theta_{Step_2}^\circ$ döndür ve ısıtıcının çektiği akımı düşür.
11. Adım: t_{10} sn. sonra Şekil 4.2'de gösterilen step motoru ters yönde $\theta_{Step_3}^\circ$ döndür ve ısıtıcıyı kapat.

Yukarıdaki algoritma adımları için şematik gösterim ise Şekil 4.6'daki gibidir.



Şekil 4. 6. Makarna Tarifinin Algoritma Şeması

4.2.2. Pilav Pişirme Algoritması

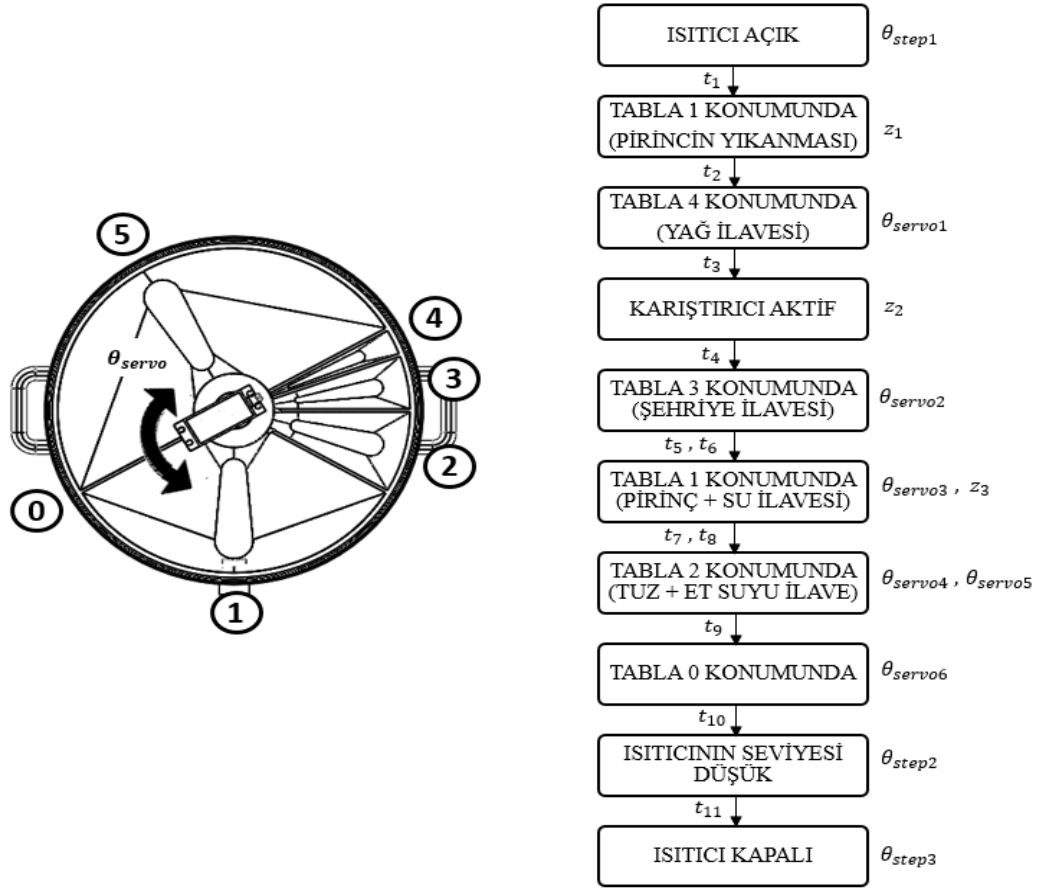
Ana hatları ile cihaz için düşünülen pilav pişirme adımları aşağıdaki gibidir;

1. Adım: Şekil 4.2'de gösterilen step motoru $\theta_{Step_1}^\circ$ döndür ve ısıtıcıyı çalıştır.
2. Adım: t_1 sn. sonra Şekil 4.4'de gösterilen yüksek basınçlı pompayı z_1 sn. boyunca aktif et ve 1,5 lt su ile pirinci yıka.
3. Adım: t_2 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru ters yönde $\theta_{Servo_1}^\circ$ döndür ve

hareketli tablanın delik kısmını 4 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek 25 gr tereyağı ve 25 gr sıvı yağ karışımını tencereye kat.

4. Adım: t_3 sn. sonra Şekil 4.5'deki DC motoru, karıştırıcıyı tahrik etmek üzere z_2 sn. boyunca aktif et.
5. Adım: t_4 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru $\theta_{Servo_2}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını 3 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek şehriyeyi tencereye kat.
6. Adım: t_5 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru $\theta_{Servo_3}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını 1 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek daha önce yıkanmış olan 300 gr pirinci tencereye kat.
7. Adım: t_6 sn. sonra Şekil 4.4'de gösterilen yüksek basınçlı pompayı z_3 sn. boyunca aktif et ve 0,6 lt suyu tencereye doldur.
8. Adım: t_7 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru $\theta_{Servo_4}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını 2 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek toz halindeki et suyunu tencereye kat.
9. Adım: t_8 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru $\theta_{Servo_5}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını, 4 numaralı kapak haznesi ile eş merkezleyerek 10 gr tuzu tencereye kat.
10. Adım: t_9 sn. sonra Şekil 4.3'deki servo motoru $\theta_{Servo_6}^\circ$ döndür ve hareketli tablanın delik kısmını başlangıç (0) konumuna getir.
11. Adım: t_{10} sn. sonra Şekil 4.2'de gösterilen step motoru $\theta_{Step_2}^\circ$ döndür ve ısıtıcının çektiği akımı düşür.
12. Adım: t_{11} sn. sonra Şekil 4.2'de gösterilen step motoru $\theta_{Step_3}^\circ$ döndür ve ısıtıcıyı kapat.

Yukarıdaki algoritma adımları için şematik gösterim ise Şekil 4.7'deki gibidir.



Şekil 4. 7. Pilav Tarifinin Algoritma Şeması

4.3. Fizibilite Etüdü

Çalışma kapsamındaki mutfak robotunun yapılabirliğini değerlendirebilmek için mevcut imalat yöntemleri dikkate alınarak belirlenen ana başlıklar aşağıdaki gibidir;

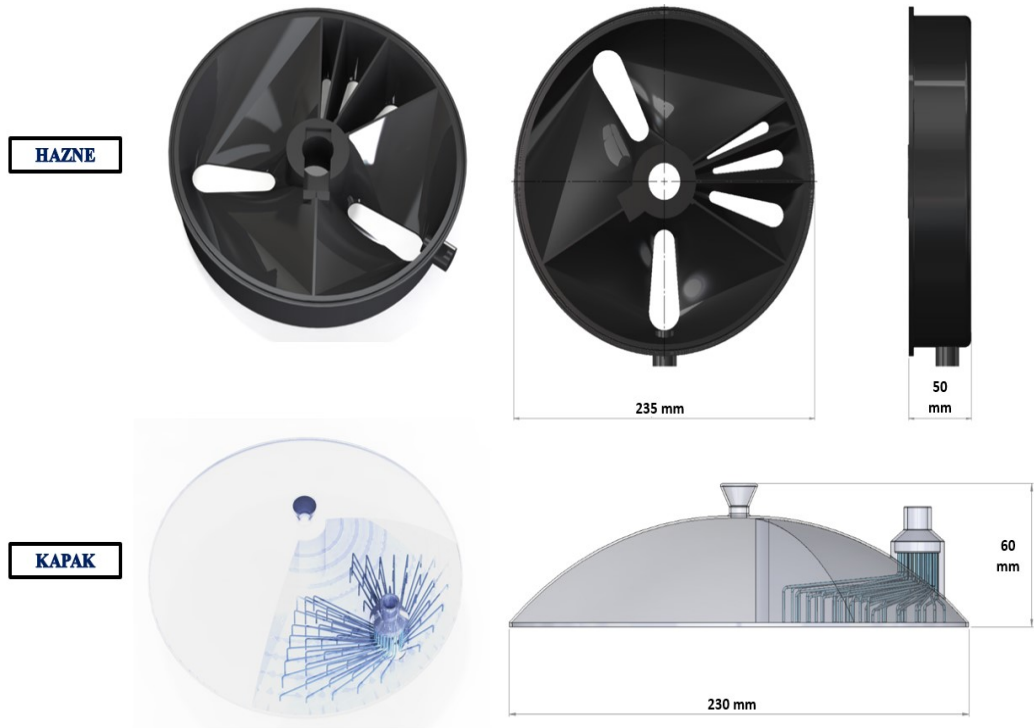
- Kalıp yatırımı,
- Sac metal işçiliği,
- Sarf malzeme gideri.

Bu bölüm içerisinde yukarıdaki maddeler uyarınca çalışma yapılan cihaz değerlendirilerek birim maliyetine dair yaklaşık bir rakama ulaşılabacaktır.

4.3.1. Kalıp Yatırımı

Kalıplama yöntemi ile parça imal etmek, seri imalat açısından son derece avantajlı olup imalatçıya ölçü ve şekil tamlığı sağlayabilir. Ancak bir kalıbın ilk yatırım maliyeti; üretilecek parçanın boyutları, kullanım yerine göre sahip olması gereken tolerans özellikleri, kalıp ve parça malzemelerinin içeriği gibi pek çok parametreye bağlı olarak çok yüksek rakamlara ulaşabilir.

Dolayısıyla bu kapsamda sadece diğer imalat yöntemleri ile üretilmesi çok daha uzun süre alabileceği düşünülen ve ek bölümünde 006 ve 008 numaralarıyla detaylı resmi verilmiş olan Şekil 4.8'deki parçalar (tarif bileşenleri için hazne ve kapak) için bir kalıp yatırımı gerekeceği düşünülmektedir.



Şekil 4. 8. Kapak Grubu Parçaları

Yukarıdaki şekilde görülen parçaların boyutları itibariyle, mahfaza için düşünülen AISI 304 paslanmaz çelik malzemeden imal edilmesi hem maliyet hem de ağırlık açısından pek uygun gözükmemektedir. Dolayısıyla hazne ve kapağı için plastik malzeme kullanılması düşünülmektedir.

Bu durumda özellikle haznenin, tencereden kaynama sonucu yayılan su buharı ile teması göz önünde bulundurulur ise, seçilen plastik malzemenin çalışma sıcaklığı sınırı 100 °C'nin üzerinde ve bir ilave emniyet payına sahip olmalıdır.

Ayrıca yine seçilen plastiğin gıda ile temas tüzüklerine uygun olması da gerekmektedir. Dolayısıyla Avrupa Birliği'nin "Gıdayla Temas Etmesi Amaçlanan Plastikler" başlığıyla 2011 yılında yayınladığı tüzük kuralları ve T.C. Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın 2018 yılında yayınladığı "Türk Gıda Kodeksi - Gıda ile Temas Eden Madde ve Malzemelere Dair Yönetmelik" kararları bu konuda bağlayıcı kabul edilebilir.

Son olarak ve belki de en önemlisi, insan türü olarak her yıl dünya çapında denizlere yaklaşık 6 milyon ton plastik atık bıraktığımız düşünülürse, kullanılacak plastiğin geri dönüştürülebilir olması da şarttır.

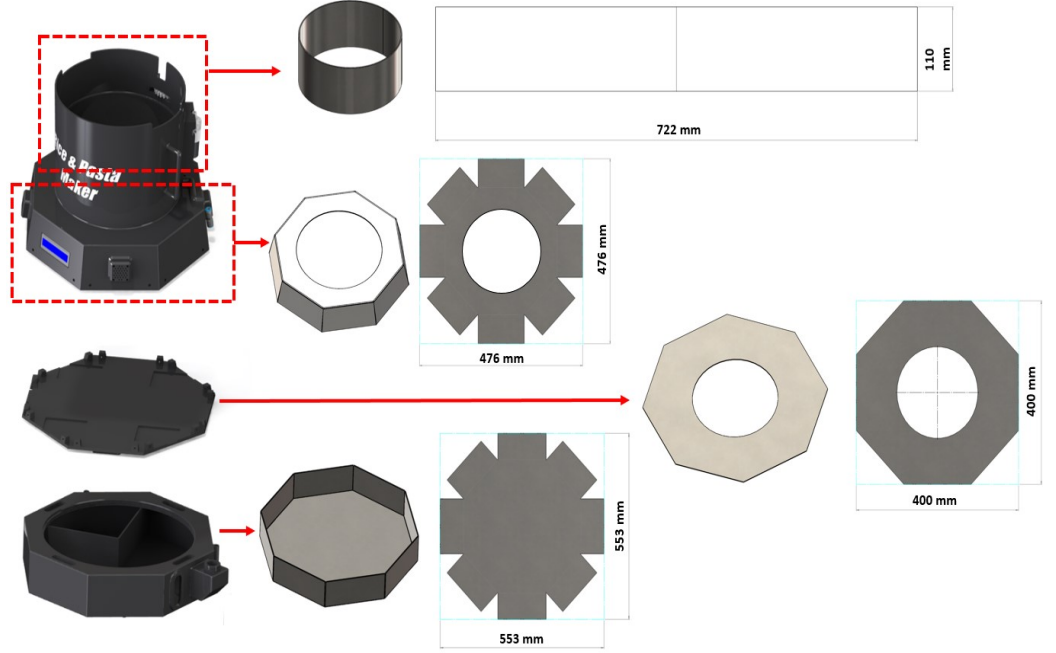
Tüm bu kısıtlayıcı faktörler dikkate alındığında, hazne için Polipropilen (PP) ve kapak için de Polietilen (PE) plastik ham maddelerinin ağırlıklı bileşen olarak kullanılabilceği düşünülmektedir.

Ham madde belirlendikten sonra, uygun kalıp tasarımına başlanabilir. İlk adım plastik ham madde için akış analizi yapmaktır. Bu analiz sonucuna göre, bilgisayar destekli 3 boyutlu tasarım (CAD) ve sonrasında imalat (CAM) verileri oluşturulabilir. Bu verilere göre, kalıbın dişi ve erkek kısımları için talaşlı imalat işlemleri (torna, freze, taşlama, parlatma vb.) sarf malzeme ve işçiliğe ilave olarak kalıp maliyetine eklenir. Ayrıca bu aşamada, kullanılacak kalıptan beklenen periyodik üretim adetleri de göz önünde bulundurularak kalıp bileşenleri belirlenmelidir.

4.3.2. Sac Metal İmalatı

Çalışma kapsamında imalatı düşünülen cihaz için, mahfaza ve su haznesinin paslanmaz sac metalden imal edilmesi düşünülmektedir. Bu imalat için gereken toplam plaka alanı, ek bölümünde 001, 003 ve 004 numaralı ölçülü resimleri

bulunan Şekil 4.9'daki parçaların sac açılımları yan yana dizilerek aşağıda verilmiştir.



Şekil 4. 9. Mahfaza Bileşenleri Sac Açınımları

Açınımlardan elde edilen rakamlara göre, toplam gerekli sac plaka alanı birim imalatta yaklaşık 1 m^2 'dir. Kullanılan sac plakanın et kalınlığı 2 mm seçilir ise bir üründe kullanılması gereken min. sac miktarı, 16 kg AISI 304 paslanmaz çelik sac malzemeye tekabül eder. Sac plakalarının fiyatları bu çalışmanın yapıldığı yıl itibariyle Amerikan Doları (\$) endeksli olarak değişebilmektedir. AISI 304 paslanmaz sacın kg fiyatı ortalama 18 TL kabul edilir ise, mahfaza ve su haznesinin toplam sac malzeme gideri yaklaşık $18 \times 16 = 288 \text{ TL}$ olarak görülmektedir. Tabi bu rakamlara toplu alımlarda uygulanan ıskontolar dahil değildir.

Ayrıca cihaz üzerinde mevcut tasarıma göre, 3 metreye yakın kaynak dikişi uzunluğu tespit edilmiştir. Bu durumda paslanmaz saca uygulanacak gaz altı (TIG) kaynağı için tel maliyeti (1 metre telin fiyat yaklaşık olarak 50 kr. kabul edilir ise) yaklaşık 1,5 TL olacaktır. Bu rakama tüketilen inert gaz miktarı da eklenebilir.

4.3.3. Sarf Malzemeler

Son olarak cihaz içerisinde kullanılması düşünülen donanım bileşenlerine ait mali tablo yine çalışmanın yapıldığı döneme ait ortalama satış fiyatları ile aşağıda Çizelge 4.1.'de yer almaktadır.

Çizelge 4. 1. Sarf Malzeme Giderleri

No.	BİLEŞEN	MARKA/MODEL	Fiyat (TL)	ADET
1	DC Motor	ZYTD520	88	1
2	Servo Motor	DS / 3120 MG	92	1
3	Step Motor	28 byj-48	15	1
4	Motor Sürücü	L293D	66	1
5	Mikro Denetleyici	Arduino UNO	27	3
6	Mikro Denetleyici	Arduino Mega	58	1
7	Uln2003a Sürücü (Step motorla birlikte verilmektedir.)	Uln2003a	-	1
8	Wi-Fi Shield	ESP8266	24	1
9	Haberleşme Modülü	nRF24L01	7	4
10	Su Pompası	ASLONG / WP – 370B	37	1
11	Çelik Tencere	-	120	1
TOPLAM			610 TL	

4.3.4. Toplam Maliyet

Yukarıda hesaplanan tüm giderler toplandığında;

Sac metal imalatı \cong 290 TL

Sarf Malzeme tedariki \cong 610 TL

+

Toplam imalat gideri (kalıp yatırımı hariç) \cong 900 TL olarak birim ürün için kabul edilebilir.

Kalıp yatırımı ve diğer potansiyel giderler (vergi, işletme vb.) ile birlikte birim ürün için maliyet yaklaşık 1500 TL kabul edilir ve kâr da % 100 olarak hesaba katılır ise çalışmaya konu olan mutfak robotunun satış fiyatının 2020 yılı rakamları ile yaklaşık 3000 TL (\cong 440 \$ / 390 €) olacağı tahmin edilmektedir.

Bu çalışmaya konu olan mutfak robotuna tasarım olarak benzemese de, son yıllarda akıllı mutfak robotu konseptiyle üretilmiş ve internete bağlanarak size seçtiğiniz yemeği hangi tarifile ve cihaz üzerinde nasıl bir ayar yaparak pişirebileceğinizin bilgisini veren dokunmatik ekrana sahip pişirme cihazlarının satışa sunulduğu görülmektedir. Bunlara örnek olarak Alman Vorwerk firmasının Şekil 4.10'daki Thermofix ürün serisi verilebilir. Bu ürünün ise satış fiyatı 2020 yılı itibariyle 5990 TL (\cong 866 \$ / 779 €) civarındadır.



Şekil 4. 10. Vorwerk - Thermofix Akıllı Yemek Robotu

4.4. Cihaz Güvenliği

Bu bölümde, cihazın çalışması esnasında karşılaşılabilecek muhtemel güvenlik problemleri tespit edilmeye çalışılarak, bu problemlere TS EN 60335-1 genel güvenlik standardı perspektifiyle çözümler aranacaktır.

4.4.1. Kablolama

Cihazın mutfak ortamında kullanılacağı düşünülürse kapak grubu, tencere, karıştırıcı ve su haznesi gibi bazı parçalarının hemen hemen her kullanım sonrası sökülerek yıkanması gerekecektir. Bu durumda cihazın güç kablosu bağlantıları hızlı ve güvenli bir şekilde sökülüp takılabilir olmalıdır.

TS EN 60335 – 1: madde 3.2, cihazın prize ve var ise kendi içerisinde elektrik aktarımı yapılan bölümlere yapılan kablo bağlantısı ile oluşturulan standart bağlantı tiplerini içermektedir. Çizelge 4.2.'de bu bağlantı tipleri yer almaktadır.

Çizelge 4. 2. TS EN 60335 (2012) Standardına Göre Kablolama Tipleri

No.	Standart Maddesi	Bağlantı Tipi	Açıklama
1	3.2.4	X	Kolayca değiştirilebilir (modüler) güç kablosu
2	3.2.5	Y	Teknik serviste değiştirilebilir güç kablosu
3	3.2.6	Z	Cihazı kırmadan değiştirilemez güç kablosu

Bu bağlantı tipleri göz önüne alınarak, prototip içerisinde hem elektrik şebekesine hem de kendi içerisindeki elektrik aktarılan bölümlerde X tipi kablolama düşünülmektedir. Buna bir örnek olarak bilgisayarların güç kabloları verilebilir. Bu şekilde kabloların erkek ve dişi kısımları priz ve birbiri ile uyumluluk gösterecek şekilde seçilerek, kullanıcı için hem kolay montaj hem de rahatça değiştirebilme imkânı sağlanabilir.

4.4.2. Zararlı Su Girişleri

Cihaz içerisine zararlı su iki şekilde girebilir. İlk yol dışardan maruz kalabileceği etkiler ile temas, ikinci yol ise içerisindeki kullanım suyunun taşma, hortum kopması vb. bir nedenden dolayı sızmasıdır.

Cihaz üzerinde meydana gelebilecek herhangi bir dış nemlenme durumu için TS EN 60335-1: madde 15.1.'de cihazın sahip olması planlanan IPX sızdırmazlık koruma sınıfına göre çeşitli deney tertibatları yer almaktadır. Bu deneylerden ikisine ait görsel Şekil 4.11'de görülmektedir.

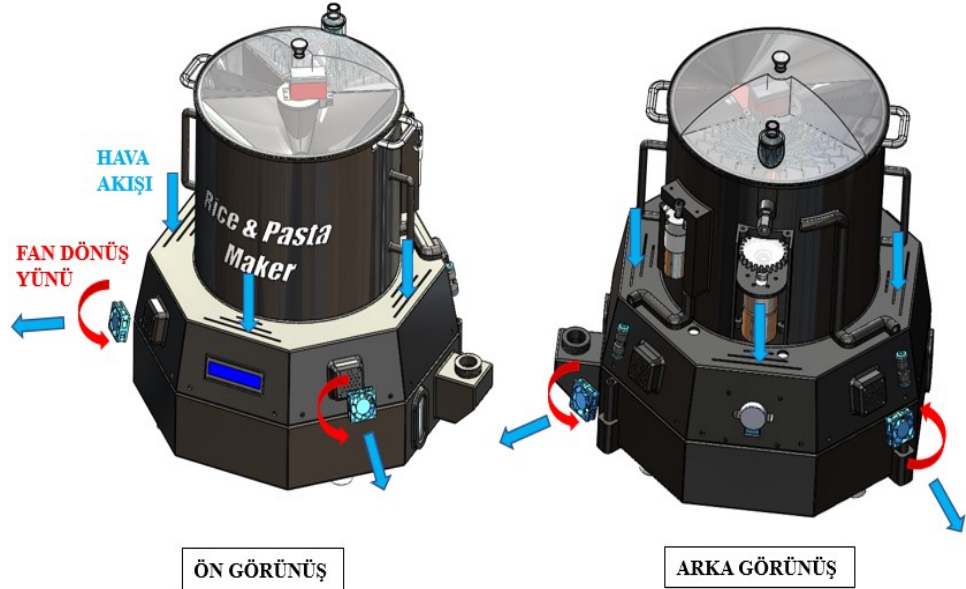


(a)

(b)

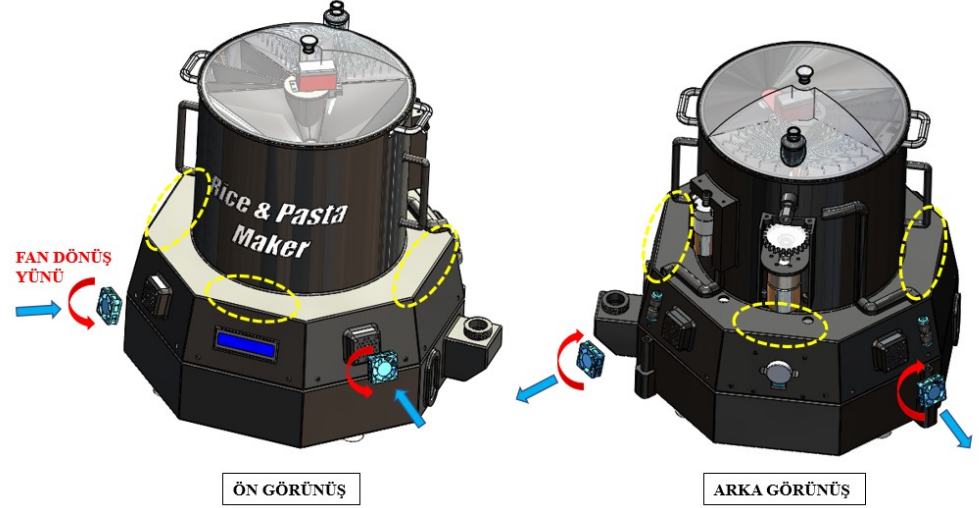
Şekil 4. 11. Bir Sokak Lambası (a) ve Takoz Lamba (b) İçin IP Sınıfı Sıvı Girişi Testleri

Cihaz içerisinde meydana gelebilecek herhangi bir taşma durumu için ise; “Cihazın sıvı kabı, yaklaşık % 1’lik NaCl çözeltisi ile ağzına kadar doldurulur ve sıvı kabı hacminin %15’ine eşit veya 0,25 litre (hangisi daha büyükse) aynı çözeltiden bir miktar daha 1 dakika süreyle düzgün ve kararlı biçimde akıtılarak sıvı kabı taşırılır.” şeklinde bir deney tarif edilmektedir. Bu durumda; ilk tasarımda kullanılan soğutucu fanların dönüşü aynı yönlü olup hava sirkülasyonu dışardan içeri doğru olacak şekilde Şekil 4.12’deki gibi ayarlanmıştır.



Şekil 4. 12. Fanların Dönüş Yönü – 1

Fakat standardın yukarıdaki maddesi uyarınca, herhangi bir taşma veya dış etki sonucu donanım bileşenlerinin suyla temas etmesini önlemek amacıyla Şekil 4.13’de görüldüğü üzere, mahfazanın üst kısmında yer alan hava giriş kanalları kaldırılmıştır. Fanların, dönüş yönleri ön ve arka tarafta ters olacak şekilde çalıştırılması ve hava akışının sadece fanlar üzerinden sağlanmasına karar verilmiştir.



Şekil 4. 13. Fanların Dönüş Yönü – 2

4.4.3. Yangın Tehlikesi

Cihaz içerisinde meydana gelebilecek herhangi bir aşırı gerilim yüklemesi, motor arızası veya kablo kopması sonucu elektrik kaçağı oluşabilir. Bu durum fark edilmez ve cihaz uzaktan çalışma kanalıyla aktif edilirse yangın tehlikesi doğabilir.

Bu duruma önlem olarak TS EN 600335 – 1: madde 3.3.5 uyarınca belirlenen fonksiyonel yalıtımlar mutlaka uygulanmalıdır. Yalıtım için standarda bakıldığında; temel, ek, çift katlı veya takviyeli olmak üzere farklı elektriksel yalıtım tariflerine yer verildiği görülmektedir. Bu cihaz için ısıtıcı grubuna uygulanmak üzere fonksiyonel bir yalıtım düşünülmektedir. Cihaz yalıtımı standardın bu bölümünde sınıflara ayrılmıştır. Çizelge 4.3.’de bu sınıflar verilmiştir.

Çizelge 4. 3. TS EN 60335 (2012) Standardına Göre Elektriksel Yalıtım Sınıfları

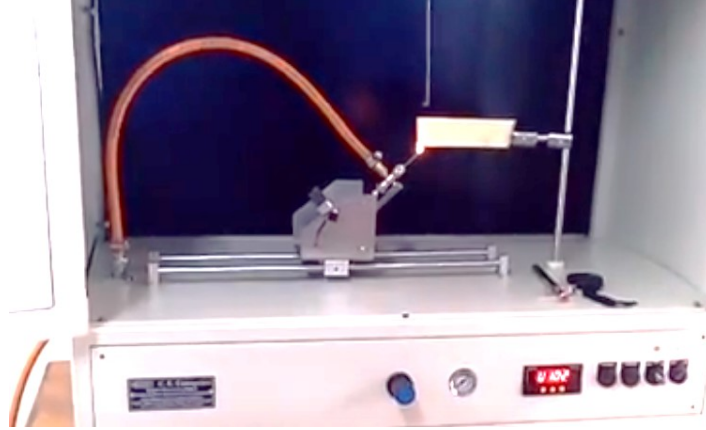
No	Standart Maddesi	Kapsamı	Sınıf
1	3.3.7	Temel Yalıtım – Ortam Koşulları	0
2	3.3.8	Topraklama Bağlantısı	0I
3	3.3.9	Ek Güvenlik Tedbiri (Sigorta, kontaktör vb.)	I
4	3.3.10	Ek Yalıtım Takviyesi	II
5	3.3.12	Çok Düşük Gerilimle (< 50 V) Çalışan Cihaz	III

Isı ve yanmaya dayanıklılık hususunda ise, TS EN 60335-1 standardının 30. maddesinde iki adet deney öne çıkmaktadır. Bu deneylerden ilki, muhtemel bir elektrik kaçağı sonucu oluşabilecek ısıya karşı, malzemesi plastik olan mahfaza ve diğer bileşenlere uygulanan kızaran tel deneyidir. Bu deney için özel hazırlanmış cihaz Şekil 4.14’de görülmektedir. Bu cihazın içerisinden elektrik akımı geçirilerek ısıtılan tel bölüm, plastik malzemeyle temas ettirilmekte ve ergimesi sırasında alev alıp almadığı gözlemlenmektedir. Deney cihazındaki yer alan kızgın telin sıcaklığı, plastik aksamın üzerinden elektrik kablosu geçmiyor ise 650 °C, seyyar bölümler için 750 °C ve akım taşıyan bölümler için 850 °C olacak şekilde 30 sn. boyunca malzemeyle temas uygulanır.



Şekil 4. 14. IEC 60695 Kızaran Tel Deneyi

Standardın içerdığı bir diğer ısıl dayanım testi ise iğne alevi testi olup Şekil 4.15'deki gibi, 45° eğimli ve 90° dik olarak bütan gazı alevinin 0,9 mm çaplı bir brülörden (iğne ucu), yanma riski olan malzemeye uygulanması şeklinde gerçekleştirilmektedir.



Şekil 4. 15. IEC 60695 İğne Alevi Deneyi

Her ne kadar çalışma yapılacak prototip cihaz için plastik mahfaza ve bileşenler kullanılacak olsa da nihai ürün muhafaza bileşenlerinin, gıda sektöründe sıkça kullanılmakta olan 304 kalite paslanmaz çelik sac olarak üretilmesinin, hem dayanıklılık hem de güvenlik açısından daha uygun bir seçim olacağı düşünülmektedir. Fakat bazı plastik bileşenler için bu testler yine de uygulanabilir.

Ayrıca cihazın gömülü sistemi içerisinde bir duman sensör kartı mutlaka bulundurulmalı ve dumanı algıladığında cihazın gerilimi derhal kesilmelidir. Fakat gerilimi kesmek, başlayan bir alevlenme var ise yangına engel olmayabilir. Bu noktada akıllı ev konseptine sahip evlerde, yangın söndürme sistemi daha önce bahsedilen internet haberleşmesi kanalıyla aktif edilebilir. Ancak cihazın potansiyel kullanıcılarının çoğunluğunun henüz bu tarz akıllı ev sistemine sahip bir konutta yaşamadığı düşünülürse, cihaz kendi gerilimini kesmeden önce sahibine geri bildirim verebilmelidir.

Yukarıda sayılan önlemlere ilave olarak, herhangi bir elektrik kaçağı yangınına söndürmede etkili olan portatif kuru kimyevi yangın söndürücü tüpleri ev içerisinde mutlaka bulundurulmalıdır.

4.4.4. Elektrik Kesintisi

Cihaz pasif durumda iken meydana gelen elektrik kesintisinde önemli olan husus, şebeke gerilimi tekrar verildiğinde yaşanabilecek yüksek voltaj yüklemesinden cihazı korumak olacaktır. Buna önlem olarak cihaz içerisinde veya şebeke hattına akuple bir voltaj regülatörü kullanılabilir.

Cihaz aktif durumda iken elektrikler kesilir ise burada iki önemli husus yer almaktadır. Birincisi gerilim gittiğinde cihazın pişirmenin hangi adımında olduğu, diğeri ise elektrik kesintisinin süresidir. Örneğin pilav pişirme işleminin tencereye yağ ilavesi adımında elektrikler giderse, kesinti süresinden bağımsız olarak cihaz gerilim tekrar geldiğinde kaldığı yerden pişirmeye devam edebilir. Fakat pişirme işleminde su tencereye ilave edilmiş durumdayken elektrikler kesilir ve uzun süre gelmez ise kullanıcının müdahale etmediği durumda cihaz kaldığı yerden pişirme işlemine devam etmemelidir.

Dolayısıyla burada programcının, bu kesinti senaryolarına uygun olarak pişirmeye devam edip etmeme kararını cihazın gömülü sistemine kodlaması gerekmektedir.

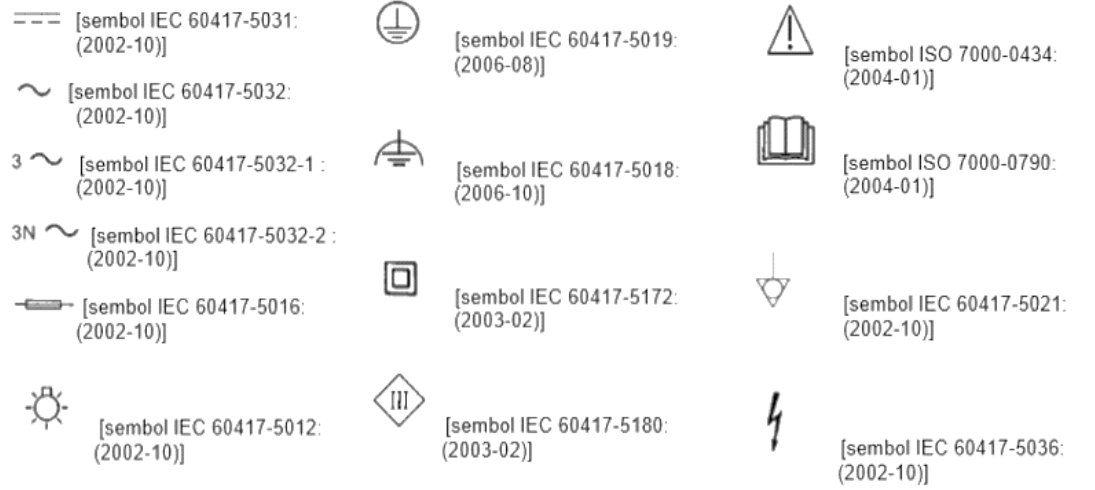
4.4.5. Çocuklar ve Engelliler

TS EN 60335-1, madde 3.9'da kullanıcıların, özellikle çocuk yaştaki kullanıcıların kategorizasyonu yapılmaktadır. Buradan cihazın kullanım koşulları belirlenirken, küçük yaştaki (3- 8 yaş) çocuklar ve engelli insanların da dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde cihaz, mobil uygulamaları çok rahatlıkla kullanabilen çocuklar için bir tehlike oluşturabilir. Bunu aşmak adına, cihaz aktivasyonunda ebeveynlerin belirleyeceği bir şifre koruması yazılıma dahil edilebilir.

Zihinsel veya görme engelli insanlar için ise tasarım ve yazılımda özel birkaç fonksiyonel ilave yapılarak, tek tuşla aktivasyon düğmeleri eklenmesi bu kullanıcılara yardımcı olabilir.

4.4.6. İşaretlemeler

TS EN 60335-1: madde 4.28'e göre tüm elektrikli ev aletleri Şekil 4.16'da verilen işaretlerden ilgili olanları taşımalıdır.



Şekil 4. 16. Elektrikli Ev Aletlerinde Kullanılan Semboller

Ayrıca cihazların üzerinde aşağıdaki maddeleri içeren bilgiler yer almalıdır;

- Beyan edilen gerilim değeri veya aralığı,
- Beyan edilen frekans değeri ve besleme türü,
- Watt olarak giriş gücü ve amper cinsinden akım değeri,
- Ticari marka ve model bilgileri,
- II Sınıfı cihazlar için IEC 60417-5172 (2003-02) standart numarası,
- Zararlı su koruma derecesi ve IP numarası.

5. SONUÇ

Akıllı asistanlar, kablosuz ve vakumlu robot süpürgeler, akıllı güvenlik sistemleri, sesle veya otomatik olarak nesnelere açıp kapatma sistemleri ve evlerimizde bulunan daha pek çok ürünün nesnelere internetle birleşmeye doğru evrilmesi bu çalışmaya ilham vermiştir. Ayrıca daha önce bahsedilen dünya genelindeki internet ağı alt yapılarında yaşanan köklü değişimler de çalışmaya konu olan mutfak robotu için destekleyici niteliktedir.

Cihaz için öncelikli pişirme hedefi olarak; dünyanın pek çok bölgesinde sıklıkla tüketilen pilav ve makarna yemekleri seçilmiştir. Bu yemek türleri için seçilen tariflere göre pişirme kapasiteleri ise; 300 gr pirinç ve 400 gr makarna kullanım ölçüleriyle 4 kişi olarak sınırlandırılmıştır. Ardından pişirme işlemlerinin adımları tek tek ele alınmaya çalışılmıştır. Belirlenen adımlara yönelik gerekli bileşenleri ihtiva etmesi açısından, yapılan tasarım pek çok yönden aç – kapa çalışan mevcut mutfak robotlarından farklılık arz etmektedir. Cihaz bünyesindeki bu farklılıklar;

- Pompa dozaj sistemiyle pişirme ve yıkama suyunun kontrol edilebilmesi,
- Hareketli tabla ile tarif bileşenlerinin otomatik eklenebilmesi,
- Isıtıcının operasyonel kontrolü,
- Son olarak da çevrim içi aktivasyon imkânı şeklinde düşünülebilir.

Günümüz mutfaklarında bu şekilde hem motorlu hem de ısıtıcı yapıya sahip bir pişirme robotu henüz yaygın değildir. Bu bağlamda düşünülürse; makarna veya pilav özelinde bir yemeğin hazırlanış süresi ortalama 30 dk. sürmektedir. Bu yemekleri haftada ikişer kez evde hazırladığımızı kabul edersek, bu süre toplam 2 saate tekabül eder. Bu da ayda 8 saat, yılda 96 saat yani 4 gün demektir. Çalışmaya konu olan cihaz, insanlara her yıl bu süreyi ve belki de ileride artırılacak pişirme kapasitesi ve zenginleştirilebilecek menüsüyle daha fazlasını kazandırabilir. Çevrim içi kontrol özelliği sayesinde kullanıcılar, evde veya dışarıda başka bir işle meşgulken, cihazı mobil bir uygulamayla aktif edip yemeklerini hazırlayabilir.

Ayrıca dünya genelinde mevcut ocakların çoğu doğal gaz yakıtıyla çalışmaktadır. Bilindiği üzere doğal gaz fosil yakıtlar arasında en az çevreyi kirletme özelliğine sahiptir. Fakat yine de, yanma tepkimesi sonucu karbondioksit ve su buharı oluşmaktadır. Bu da atmosferde, dünyadan yansıyan güneş ışınlarının tutulmasına (sera etkisi) dolayısıyla küresel ısınmanın artmasına neden olmaktadır. Öte yandan elektrik enerjisi; rüzgâr türbinleri, güneş panelleri, hidroelektrik santralleri gibi pek çok organik kaynaktan elde edilebilmektedir. Bu durumun, elektrik enerjisi ile çalışması planlanan cihaza çevre dostu olma özelliği kazandırdığı söylenebilir.

Ancak enerji özelinde dikkate alınması gerekli bir diğer husus ise sarfiyattır. Pişirme işlemi için doğal gaz yerine elektrik enerjisi kullanımı dünya genelinde henüz hala daha maliyetlidir. Bu durum ancak ilerleyen yıllarda yukarıda bahsedilen yeşil enerji üretim tesislerinin ve üst düzey güvenliğe sahip nükleer enerji santrallerinin yaygınlaşması ile değişebilir. Mevcut cihaz prototipi, $\dot{Q} = 1100 \text{ W}$ güçle çalışan bir ısıtıcıya sahiptir. Bu ısıtıcının ortalama pişirme süresi $t = 30 \text{ dk.}$ olarak alınırsa bir seferde harcayacağı enerji; $E = \dot{Q} t = 1100 \times 1800 = 1980 \text{ kJ}$ dür. Bu enerjinin maliyeti 2020 yılı itibariyle elektrik tüketim tarifesi $0,7102 \text{ kr. / kW-h}$ olan ülkemizde; $Enerji \text{ Maliyeti}_{elektrik} = 1.1 \times 0,7102 \times 0,5 \cong 0,4 \text{ TL}$ olarak hesaplanabilir. Aynı süre boyunca doğal gaz tüketimi için, mevcut set üstü ocakların katalog verilerinden yola çıkılarak aşağıdaki kabuller yapılırsa;

- Ocağın ortalama gaz salınım debisi $\dot{V} = 0,3 \text{ m}^3 / \text{h}$,
- Doğal gazın üst ısıl değeri $H = 9155 \text{ kcal/m}^3$,
- Doğal gazın 1 m^3 tüketim fiyat $1,25 \text{ TL}$,
- $1 \text{ cal} \cong 4,184 \text{ J}$.

elde edilen enerji ve maliyeti $E = 4,184 \text{ V t H} = 4,184 \times 0,3 \times 0,5 \times 9155 = 5745,7 \text{ kJ}$ ile $Enerji \text{ Maliyeti}_{doğal \text{ gaz}} = 0,3 \times 0,5 \times 1,25 \cong 0,19 \text{ TL}$ olmaktadır. Bu durum, mutfakta doğal gaz yerine elektrik enerjisi kullanmanın tüketim maliyetlerini yaklaşık 2 kat artıracığına işaret etmektedir.

Tez kapsamında farklı bir tasarım ve çalışma yapısıyla ele alınan bu mutfak robotu, henüz pek çok eksiği bulunmakla beraber gelişime açıktır. Bu çalışmanın fizibilite etüdü kısmında; cihazın sarf malzeme (donanım bileşenleri) ve imalat giderleri(sac metal) belirlenmeye çalışılmıştır. 2020 yılı itibariyle cihazın birim maliyeti $\cong 1500$ TL olarak öngörülmektedir. Net birim maliyet değerine ise ancak daha önce bahsedildiği üzere seri imalat hedef rakamları ve bu doğrultuda yapılacak kalıp yatırımlarının planlanmasının ardından ulaşılabilir.

Cihazın mümkün olan en üst seviyede fiziksel, elektronik ve siber güvenlikle çalışabilmesi adına prototip imalatının ardından gömülü sistem ve yazılım konularına ağırlık verilerek ortaya nihai bir ürün çıkarılması hedeflenmektedir.

KAYNAKLAR

Anonim, 2011. 101 Gadgets That Changed The World. Popular Mechanics, <https://www.popularmechanics.com/technology/gadgets/reviews/g165/101-gadgets-that-changed-the-world->(Erişim tarihi: 18.01.2020).

Anonim, 2013. R. E. B. Crompton, https://en.wikipedia.org/wiki/R._E._B._Crompton-(Erişim Tarihi: 14.02.2020).

Anonim, 2015. Su Isıtıcısı (Kettle). [https://www.kimnezamanicatetti.com/su-isiticisi/-](https://www.kimnezamanicatetti.com/su-isiticisi/)(Erişim Tarihi: 15.02.2020).

Anonim, 2016. Cornelius Swartwout. https://en.wikipedia.org/wiki/Cornelius_Swartwout-(Erişim Tarihi: 16.03.2020).

Anonim, 2018. Charles P. Strite - Automatic Toaster. MIT, <https://lemelson.mit.edu/resources/charles-p-strite->(Erişim Tarihi: 11.03.2020).

Anonim, 2019a. Our History. Hamilton Beach Brand, <https://www.hamiltonbeachbrands.com/about-our-company/our-history/default.aspx->(Erişim Tarihi: 26.02.2020).

Anonim, 2019b. Building a Circuit. Fritzing, <https://fritzing.org/building-circuit/->(Erişim Tarihi: 01.05.2020).

Anonim, 2019c. Our Heritage: [https://www.russellhobbs.com/our-heritage.aspx -](https://www.russellhobbs.com/our-heritage.aspx-) (Erişim Tarihi: 01.05.2020).

Anonim, 2020. Alan MacMasters. https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_MacMasters-(Erişim Tarihi: 14.03.2020).

Başıftçı, B., Gündüz, S., 2019. Nesnelerin İnterneti Uyumlu Mikrodenetleyiciler Üzerine Bir Araştırma. *Selçuk Üni. Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, ISSN 2146-7226 (18): 2.

Bulut, C., 2019. IoT Teknolojisinde Kullanılan Programlama Dilleri. endüstri40, <https://www.endustri40.com/iot-teknolojisinde-kullanilan-programlama-dilleri/> (Erişim Tarihi: 28.04.2020).

Cole, D. J., Cole, E. B., Schroeder, F. E. H., 2003. Kitchen Appliances: Encyclopedia of Modern Everyday Inventions, Editor(s): Cole, D. J., Connecticut, U.S.A., pp: 169-179.

Demir, U., 2016. Özellikler: Arduino Programlama Kitabı, Editör: Demir U., Sakarya. s. 4-6.

Ertan, B., 1992. Makina Tasarımında Üç Fazlı Asenkron Motorların Seçimi. 1. Ulusal Makina Tasarım ve imalat Kongresi, Eylül 1984, ODTÜ Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ankara.

Garazi, M., 2014. Makarna: 50 Pratik Tarif, Editör: Academia Barilla, Parma, İtalya. s. 1-16.

Gross, L., 2017. The History of Making Toast, Hagley Museum. <https://www.hagley.org/librarynews/history-making-toast-> (Erişim Tarihi: 14.03.2020).

Güllü, E., 2014. Dişli Çarklar: Makine Elemanları-2 Ders Notu, Editör: Güllü E., Bursa, s. 70-82.

Güven, C., Acı, M., 2019. Akıllı Ev Sistemleri için Geliştirilen Yapay Sinir Ağı Tabanlı Gezin Hizmet Robotu. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, ISSN:2148-2683(Özel Sayı):75-76.

Hickey, S., 2015. Boiling Point: Redesigning the Kettle for the 21st Century. The Guardian, <https://www.theguardian.com/business/2015/feb/08/innovators-boiling-point-redesigning-kettle-miito> - (Erişim Tarihi: 15.02.2020).

Hurst, K., 2006. Modelleme: Mühendislik Tasarım İlkeleri, Editor: Bodur A., İstanbul, s. 86-88.

Thomae, M. J. W., 2011. Pilav Tarifleri: Knorr, Editör: Knorr, İstanbul, s. 1-41.
TSE, 2012. Bölüm 1-Genel kurallar: Ev ve Benzeri Yerlerde Kullanılan Elektrikli Cihazlar İçin Güvenlik Kuralları. TS EN 60335-1, s. 166.

Taşdemir, C., 2019. Eclipse Vakfı Nesnelerin İnterneti (IoT) Anketi Sonuç Yorumu. <https://www.youtube.com/watch?v=ILcnlSPZJRY>-(Erişim Tarihi: 28.04.2020).

IoTxTR Nesnelerin İnterneti Topluluğu, 2019. IoT ve Güvenlik Webinarı. YouTube, <https://www.youtube.com/watch?v=KPS7-GBbJ1g>-(Erişim Tarihi: 30.04.2020).

UNIPRO, 1997. Pilav Pişirme Teknikleri: Profesyoneller için Dorina'dan Pilav Tarifleri, Editör: UNIPRO, İstanbul, s. 16-20.

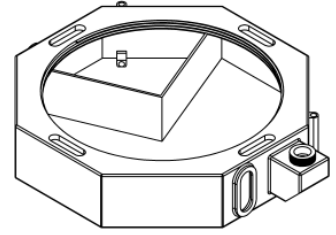
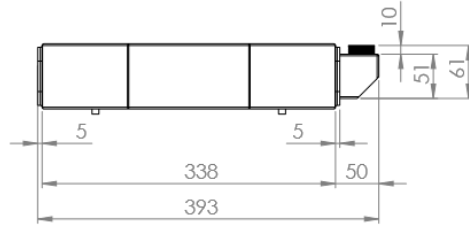
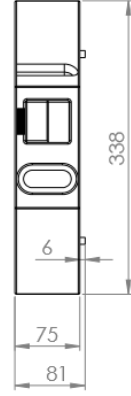
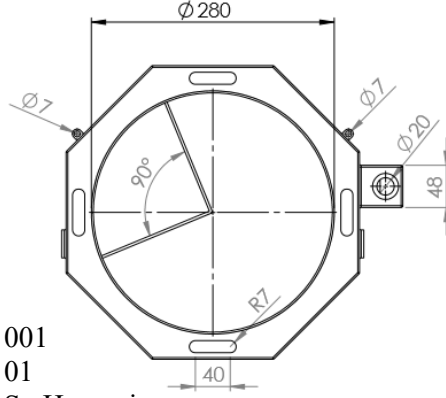
Uzun, S., 2016. Kablosuz Sensör Ağ uygulamaları İçin Düğüm Modülü Tasarımı. *Yüksek Lisans Tezi*, Maltepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Vatansever, F., 2011. Akış Diyagramı: Algoritma Geliştirme ve Programlamaya Giriş, Editörler: Eroğlu, İ., Çam, İ., Bursa. 51-65

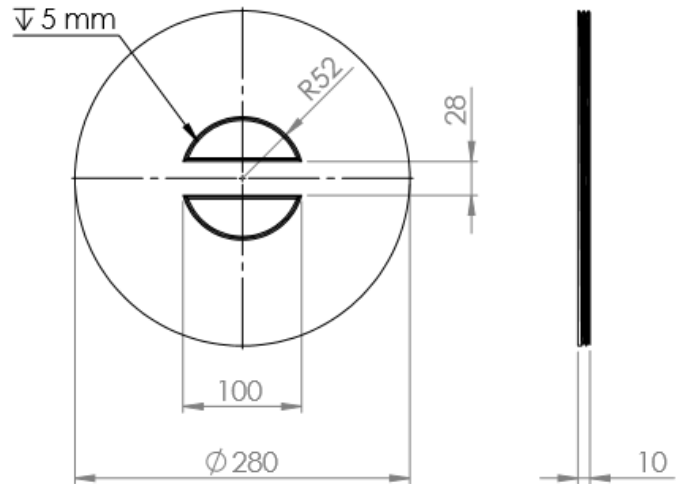
EK

Cihaz tasarımına ait parça ve montaj resimleri genel hatlarıyla sunulmuştur;

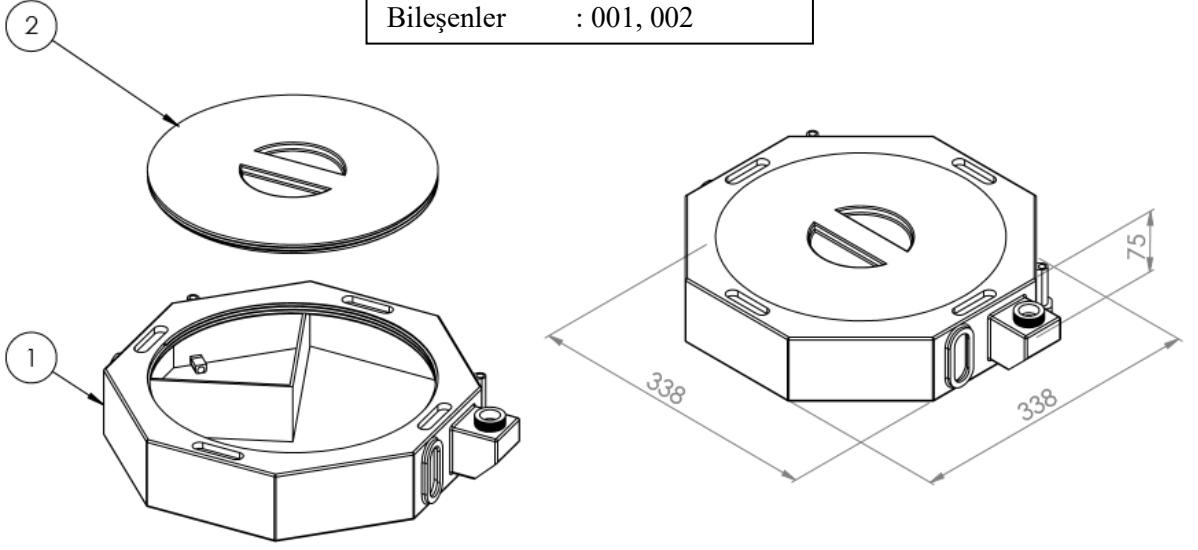
Parça No. : 001
Montaj No. : 01
Tanım : Su Haznesi
Malzeme : AISI 304 Paslanmaz
Et Kalınlığı : 2 mm



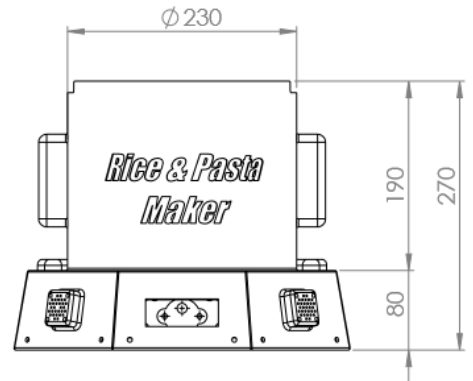
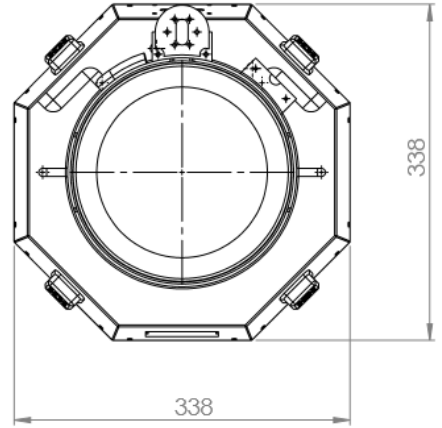
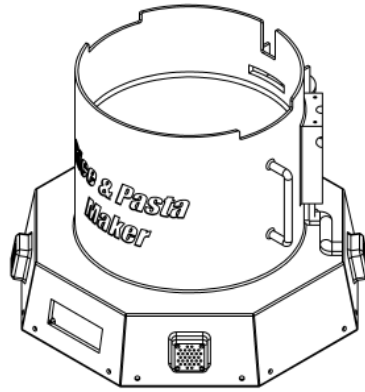
Parça No. : 002
Montaj No. : 01
Tanım : Su Haznesi Kapağı
Malzeme : Polietilen (PE)
Et Kalınlığı : 10 mm

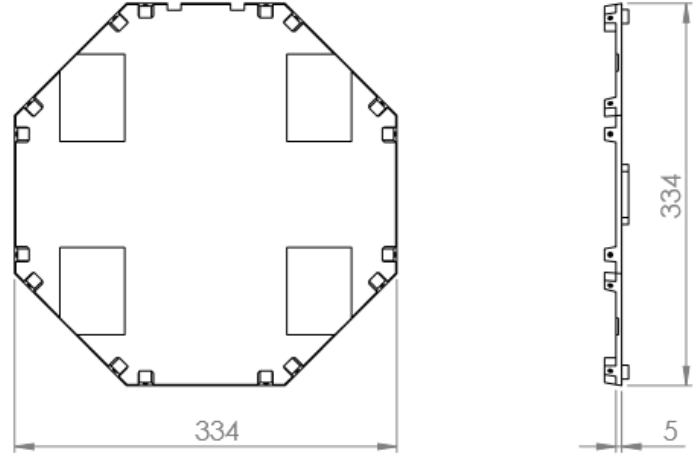


Montaj No. : 01
Tanım : Su Hazne Grubu
Bileşenler : 001, 002

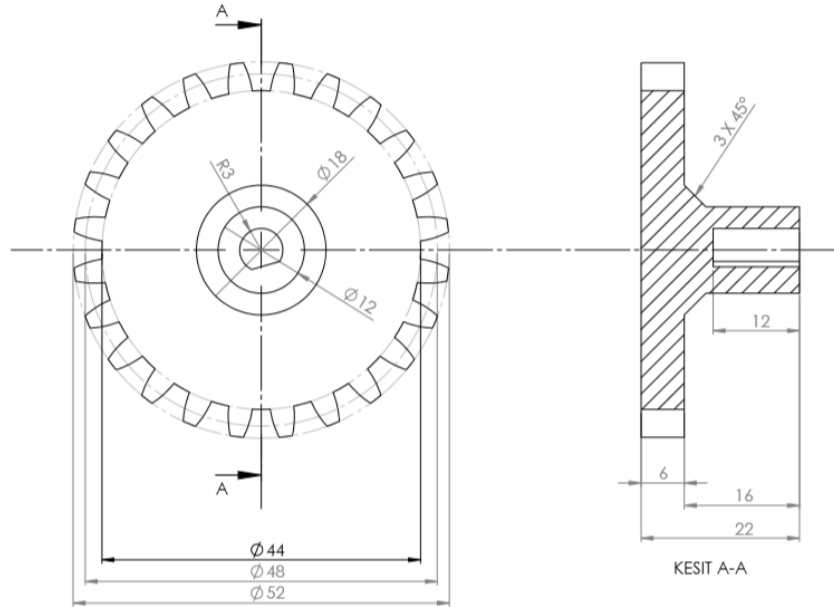
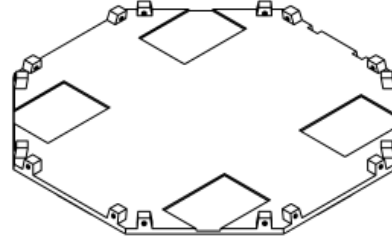


Parça No. : 003
Montaj No. : 02
Tanım : Muhafaza
Malzeme : AISI 304 Paslanmaz
Et Kalınlığı : 2 mm

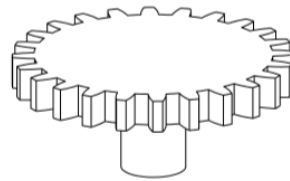




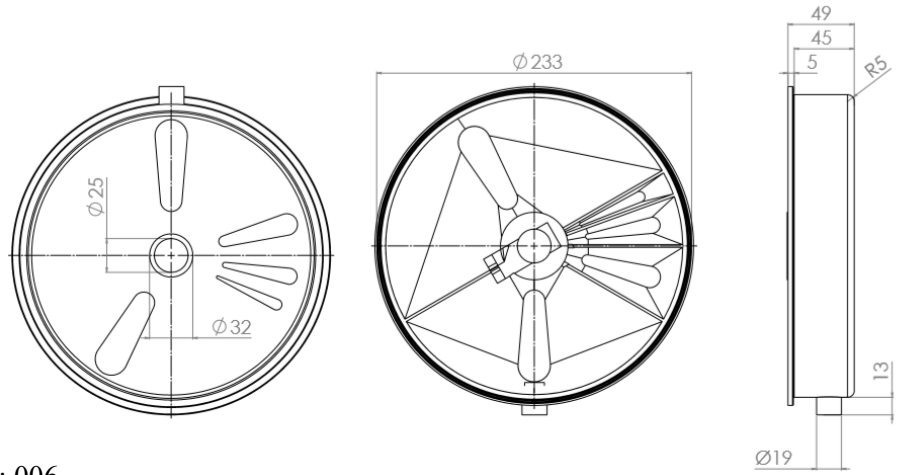
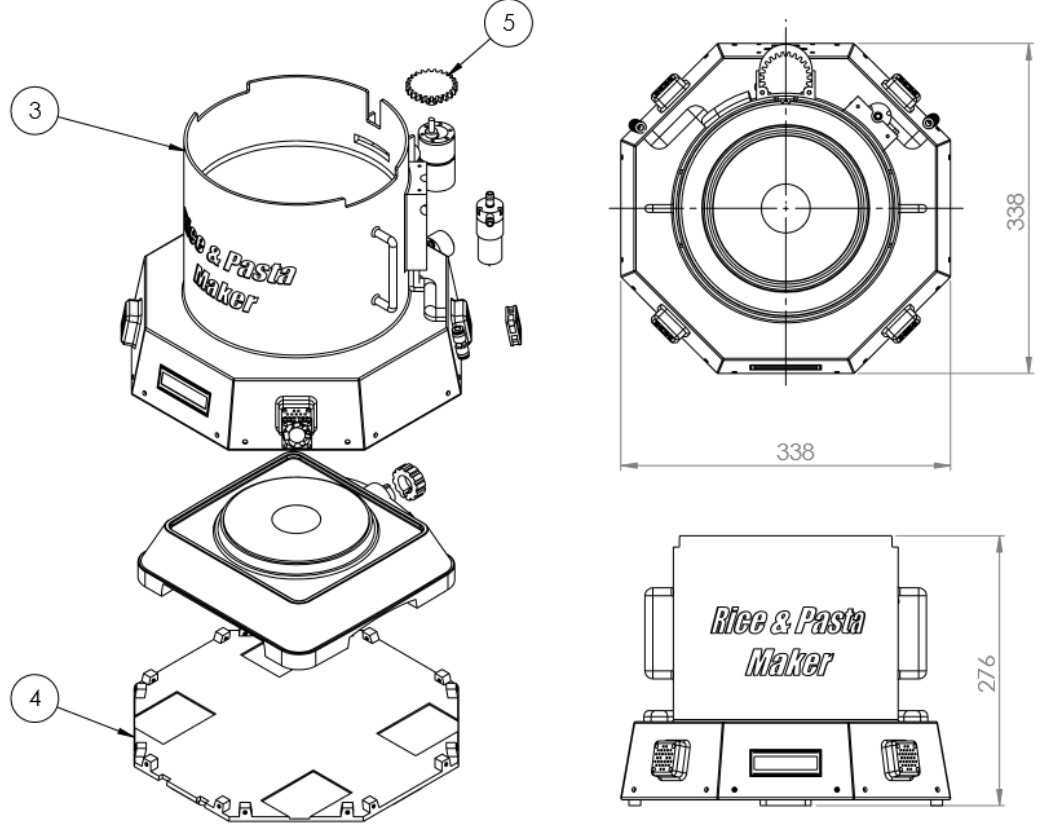
Parça No. : 004
 Montaj No. : 02
 Tanım : Muhafaza Tablası
 Malzeme : AISI 304 Paslanmaz
 Et Kalınlığı : 5 mm



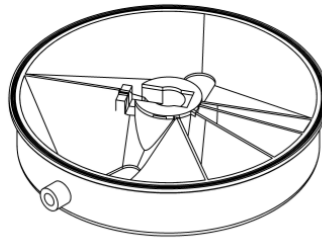
Parça No. : 005
 Montaj No. : 02
 Tanım : Karıştırıcı Tahrik Dişlisi
 Malzeme : AISI 304 Paslanmaz
 Ebatlar : Ø52...22 mm



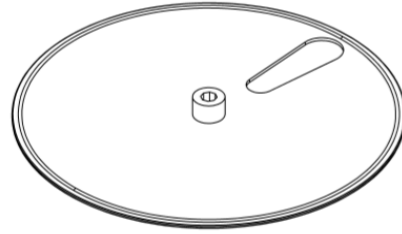
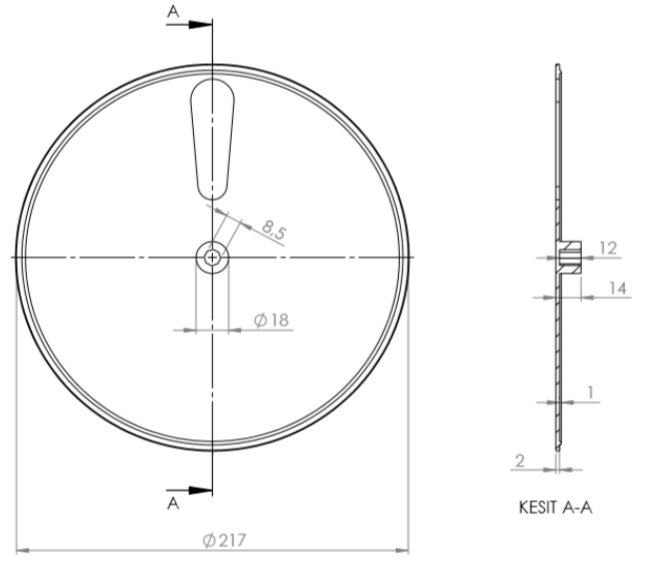
Montaj No. : 02
Tanım : Pişirme Grubu
Bileşenler : 003, 004, 005



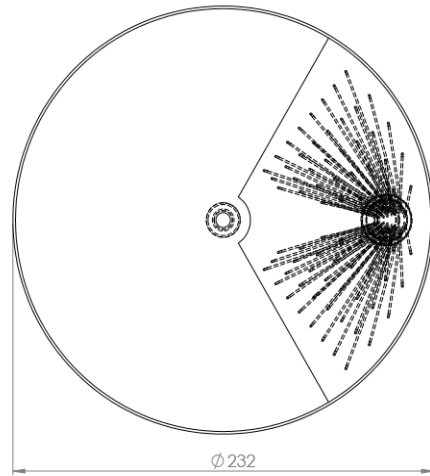
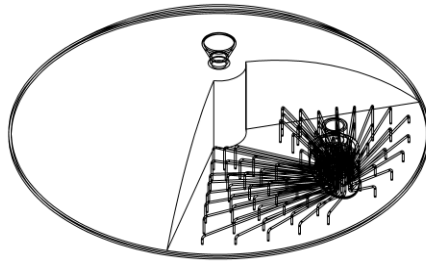
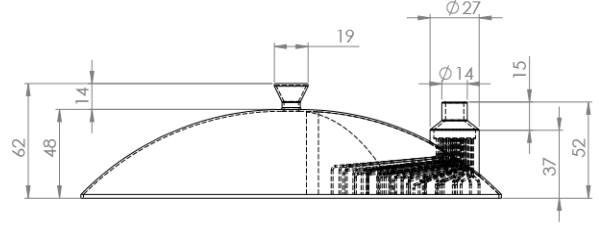
Parça No. : 006
Montaj No. : 03
Tanım : Kapak Haznesi
Malzeme : Polipropilen
Ebatlar : $\varnothing 233 \dots 49$ mm

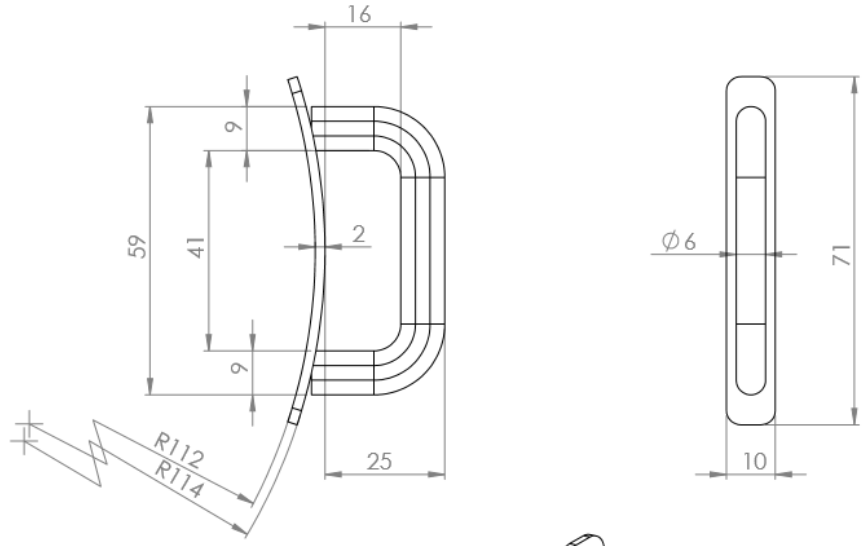


Parça No. : 007
Montaj No. : 03
Tanım : Kapak Tablası
Malzeme : AISI 304
Ebatlar : Ø217...14 mm

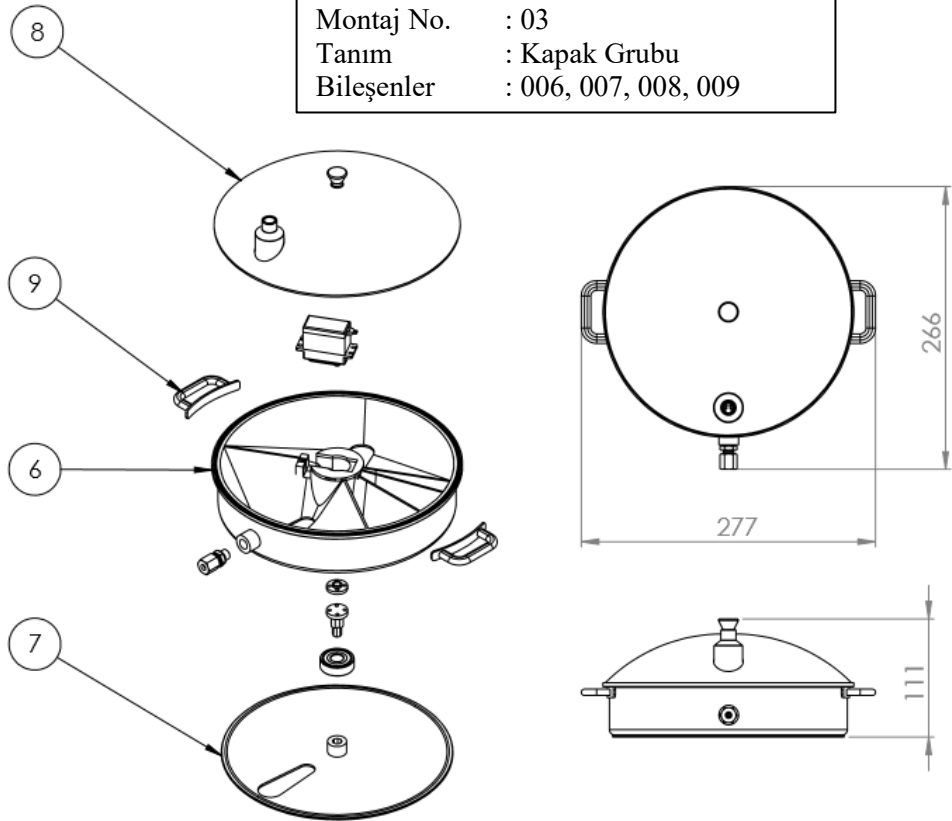
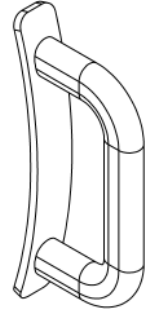


Parça No. : 008
Montaj No. : 03
Tanım : Kapak
Malzeme : Polietilen
Ebatlar : Ø232...62 mm

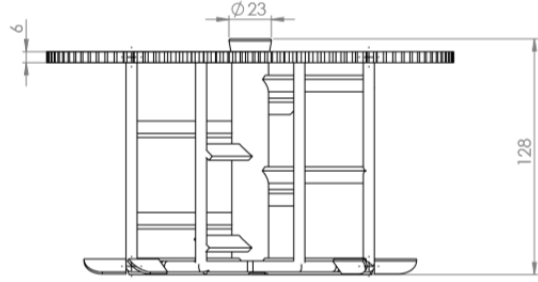
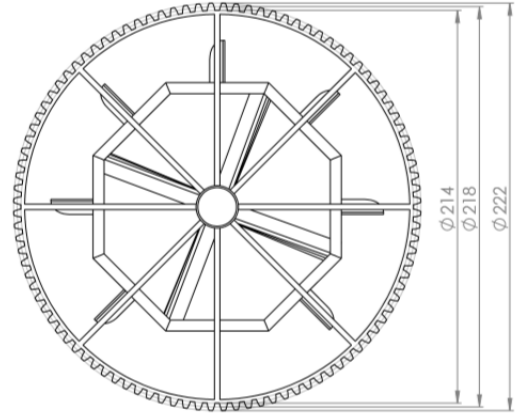




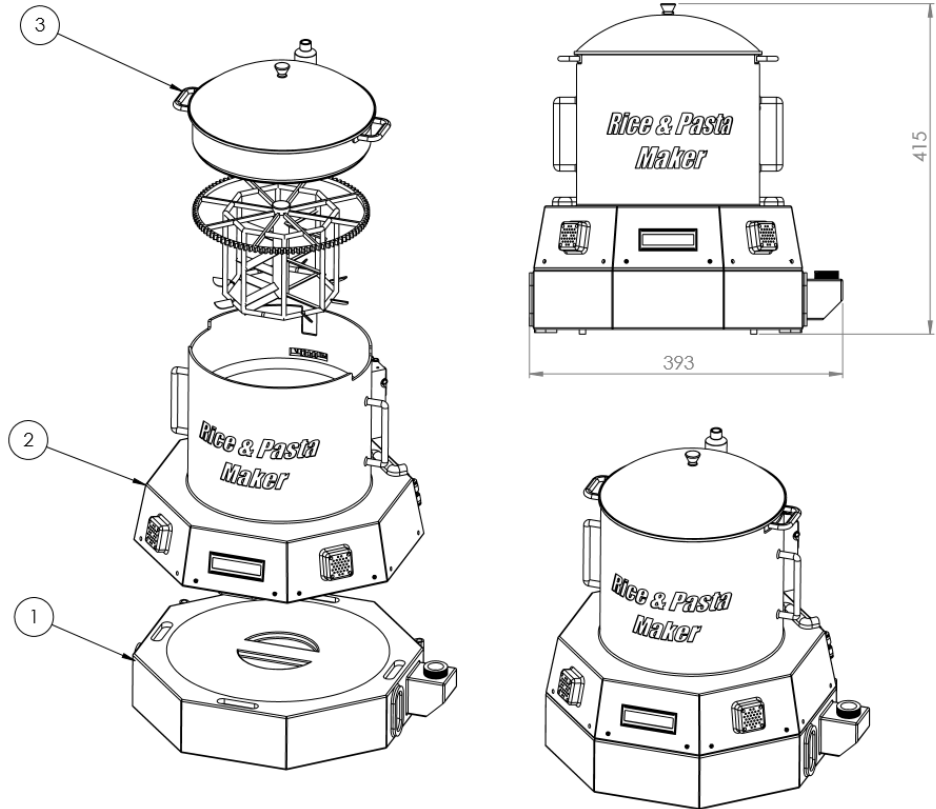
Parça No. : 009
 Montaj No. : 03
 Tanım : Kapak Kulpu
 Malzeme : Polipropilen



Parça No. : 010
Montaj No. : 00
Tanım : Karıştırıcı
Malzeme : AISI 304 Paslanmaz



Montaj No.	: 00
Tanım	: Ana Montaj
Bileşenler	: 01, 02, 03



ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Müslüm Ogün CEYLAN

Doğum Yeri ve Tarihi : Balıkesir / 18.02.1993

Yabancı Dil : İngilizce (Orta)

Eğitim Durumu

Lise : Bandırma Anadolu Öğretmen Lisesi

Lisans : Uludağ Üniversitesi Makine Mühendisliği

Yüksek Lisans : Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü,
Makine Mühendisliği ABD, Makine Teorisi ve
Dinamiği BD.

Çalıştığı Kurumlar

: Yemtar A.Ş. (2017-2018)

Hid - Tek Ltd. Şti. (2019)

Özlu Müh. Proje Taah. San. ve Tic. Ltd. Şti.
(2019 - ...)

İletişim (e-posta)

: mogunceylan@gmail.com