

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEK YAPMA FONKSİYONUNUN FIRIN İÇİNE ADAPTASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Samet AKAN

Anabilim Dalı : Makine Mühendisliği

Programı : Konstrüksiyon

HAZİRAN 2011

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EKMEK YAPMA FONKSİYONUNUN FIRIN İÇİNE ADAPTASYONU

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Samet AKAN

(503091235)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 04 Mayıs 2011

Tezin Savunulduğu Tarih : 08 Haziran 2011

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Vedat TEMİZ (İTÜ)

Eş Danışman : Prof. Dr. Erdem İMRAK (İTÜ)

Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Cüneyt FETVACI (İTÜ)

HAZİRAN 2011

Eşime ve çocuklarıma,

ÖNSÖZ

Bu tezin hazırlanma sürecinde desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen, yol göstererek kolayca ilerlememi sağlayan, sağladıkları güzel çalışma ortamı ve arkadaşlıklarından dolayı Arçelik AŞ. ARGE Direktörlüğü ailesine, özellikle Dr. Cemil İNAN, Mehmet DURMAZ, Levent HASANREİSOĞLU, Cumhur AYVAZOĞLU, Sena DAVASLIGİL ve İsmail GERZELİ' ye teşekkürlerimi iletirim.

Ayrıca yüksek lisans ve çalışma arkadaşlarım, Ömer YANIK ve Ömer Burak ÇOBAN'a çalışmalarımda yanımda olarak bana sağladıkları moral ve destekten dolayı teşekkür ederim.

İTÜ Makine Fakültesi' nin kıymetli mensuplarına, öğretim görevlilerine ve özellikle kıymetli hocam Yard. Doç. Dr. Vedat Temiz'e yüksek lisans eğitimim boyunca göstermiş olduğu sabırlı yönlendirmelerinden dolayı teşekkür ederim.

Teşvikleri ve cesaret veren destekleriyle bu çalışmanın sonlanmasına en büyük katkı sağlayan aileme, duaları için anneme, sevgisi ve anlayışı için eşime içtenlikle teşekkürlerimi iletirim.

Bu çalışmanın; araştırmacılara, imalatçılara ve uygulayıcılara yararlı olmasını dilerim.

Haziran 2011

Samet AKAN
(Makine Müh.)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
KISALTMALAR	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xi
ŞEKİL LİSTESİ.....	xiii
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı ve Problemin Tanımı.....	4
1.2 Literatür Özeti	7
1.3 Patent Araştırması	28
2. SİSTEM GEREKSİNİMLERİNİN TANIMLANMASI VE İSTEKLER	
LİSTESİNİN OLUŞTURULMASI.....	33
2.1 Amaç	33
2.2 Fırının Genel Yapısı	34
2.3 Referans Ekmeğin Belirlenmesi.....	40
2.4 Motor Gereksinimlerinin Belirlenmesi ve Motor Seçimi	45
2.5 Yoğurucu Formu Deneyleri	49
2.6 Sonuç ve İstekler Listesi	52
3. ALTERNATİF FONKSİYON STRÜKTÜRLERİ VE EN İYİ	
ALTERNATİFİN BELİRLENMESİ.....	55
3.1 Amaç	55
3.2 Alternatif Fonksiyon Strüktürü 1	57
3.3 Alternatif Fonksiyon Strüktürü 2	62
3.4 Alternatif Fonksiyon Strüktürü 3	66
3.5 En İyi Alternatifin Belirlenmesi	70
4. EN İYİ ALTERNATİFİN DETAYLANDIRILMASI	75
4.1 Sistemin Detay Tasarımı	75
4.1.1 Tahrik grubu.....	76
4.1.1.1 HVDC Motor.....	77
4.1.1.2 Zaman kasnakları.....	80
4.1.1.3 Zaman kayışı.....	83

4.1.1.4 Taşıma braketİ.....	86
4.1.2 Aktarma grubu.....	87
4.1.2.1 Tava sabitleme braketİ.....	88
4.1.2.2 Kavramalar ve aktarma mili.....	89
4.1.3 Tava grubu.....	89
4.1.4 Sistemin fırın konstrüksiyonuna etkisi.....	90
4.2 Sistemin montajı.....	91
4.3 Prototip Çalışması	97
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	103
KAYNAKLAR.....	107
ÖZGEÇMİŞ.....	109

KISALTMALAR

TS	: Türk Standartları
Ar-Ge	: Araştırma ve Geliştirme
EYM	: Ekmek Yapma Makinesi
PEYM	: Prinç Ekmeği Yapma Makinesi
FEYM	: Fırında Ekmek Yapma Makinesi
K	: Kesin İstek
H	: Hedef İstek
A	: Arzu İstek
SMPS	: Switched-Mode Power Supply
z	: Kayıştaki Diş sayısı
F_{tv}	: Kayışın Gergin Tarafındaki Statik Gerginlik
F_u	: Teğetsel Kuvvet
M_b	: Moment
d₀	: Kasnağın Anma Çapı
L₀	: Kayış Boyu
A	: Eksenler Arası Mesafe
K₀	: Kayışın Çalışma Faktörü
V	: Çevresel Hız
w	: Açısal Hız
r	: Yarı Çap
b	: Kayış Genişliği
z_k	: Kavrama Halinde Bulunan Diş Sayısı
h_z	: Diş Yüksekliği
P_{em}	: Yüzey Emniyet Basıncı
CNC	: Compute Numerical Control
SLS	: Selective Lazer Sintering

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 1.1 : Deneylerde kullanılan makineler ve isimlendirmeleri	5
Çizelge 1.2 : A Marka solo EYM motorunun performans değerleri	13
Çizelge 1.3 : B Marka solo EYM motorunun performans değerleri	17
Çizelge 1.4 : Kombi Fırın hamur yoğurma motorunun performans değerleri.....	25
Çizelge 2.1 : Rezistanslara ait güç değerleri.....	37
Çizelge 2.2 : Ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.....	39
Çizelge 2.3 : Solo EYM’ de ve fırında ekmek yapmak için harcanan enerji değerleri	44
Çizelge 2.4 : Solo EYM’ de ve fırında ekmek yapma maliyeti.....	44
Çizelge 2.5 : İncelenen ürünlerin motorlarındaki tork ve devir bilgileri.....	45
Çizelge 2.6 : Minimum devir testi sonuçları.	47
Çizelge 2.7 : Minimum tork testi sonuçları.	48
Çizelge 2.8 : Farklı formlardaki yoğurucuların performans değerleri.....	51
Çizelge 2.9 : İstekler listesi.....	53

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 : Ekmek çeşitleri	2
Şekil 1.2 : EYM parçaları[4]	7
Şekil 1.3 : Malzeme yerleştirme sırası[4]	8
Şekil 1.4 : Malzeme yerleştirme sırası[4]	9
Şekil 1.5 : Kazan kitleme detayı[4]	9
Şekil 1.6 : Kazan çıkarma işlevi[4]	10
Şekil 1.7 : Dinlendirmek için ekmeğin ızgaraya bırakılması[4].....	10
Şekil 1.8 : A Marka solo EYM’ nin genel görünümü.....	11
Şekil 1.9 : A Marka solo EYM kazanı.....	11
Şekil 1.10 : A Marka solo EYM’ nin pişirme bölgesi	11
Şekil 1.11 : A Marka solo EYM kontrol paneli.....	11
Şekil 1.12 : A Marka solo EYM’ nin iç aksamı	12
Şekil 1.13 : A Marka solo EYM’ nin güç aktarma sistemi.....	12
Şekil 1.14 : A Marka solo EYM’ nin kazan kitleme braketi	12
Şekil 1.15 : A Marka solo EYM motoru.....	12
Şekil 1.16 : A Marka solo EYM motorunun karakteristiği	14
Şekil 1.17 : B Marka solo EYM genel görünümü	14
Şekil 1.18 : B Marka solo EYM kazanı	15
Şekil 1.19 : B Marka solo EYM pişirme bölgesi.....	15
Şekil 1.20 : B Marka solo EYM kontrol paneli	15
Şekil 1.21 : B Marka solo EYM iç aksamı	15
Şekil 1.22 : B Marka solo EYM güç aktarma sistemi	16
Şekil 1.23 : B Marka solo EYM kazan kitleme braketi	16
Şekil 1.24 : B Marka solo EYM motoru.....	16
Şekil 1.25 : B Marka solo EYM motorunun karakteristiği.....	17
Şekil 1.26 : C Marka solo EYM genel görünümü	19
Şekil 1.27 : C Marka solo EYM pişirme bölgesi.....	19
Şekil 1.28 : C Marka solo EYM besleyicisi	19
Şekil 1.29 : C Marka solo EYM kontrol paneli	20
Şekil 1.30 : C Marka solo EYM iç aksamı	20

Şekil 1.31 : C Marka solo EYM güç aktarma sistemi	20
Şekil 1.32 : C Marka solo EYM kazan kitleme bölgesi.....	20
Şekil 1.33 : C Marka solo EYM motoru	21
Şekil 1.34 : Kombi Fırının genel görünümü	22
Şekil 1.35 : Kombi Fırının kazanı.....	22
Şekil 1.36 : Kombi Fırının pişirme bölgesi.....	22
Şekil 1.37 : Kombi Fırının kontrol paneli.....	23
Şekil 1.38 : Kombi Fırının motor bölgesi	23
Şekil 1.39 : Kombi Fırın güç aktarma sistemi (a) kazan kasnağı, (b) motor kasnağı	23
Şekil 1.40 : Kombi Fırının (a) kazan sabitleme pimleri, (b) kazandaki pim yuvaları	24
Şekil 1.41 : Kombi Fırının hamur yoğurma motoru	24
Şekil 1.42 : Kombi Fırın hamur yoğurma motorunun karakteristiği	26
Şekil 1.43 : Sanyo Gopan PEYM genel görünümü[6].....	27
Şekil 1.44 : Sanyo Gopan PEYM kontrol paneli[7]	27
Şekil 1.45 : Sanyo Gopan PEYM yoğurucu ve öğütücü bıçağı[7]	27
Şekil 1.46 : EP2147601A1 nolu patent başvurusunun genel görünümü	28
Şekil 1.47 : US5445061A nolu patent başvurusunun genel görünümü	29
Şekil 1.48 : CN2681563 nolu patent başvurusunun genel görünümü	30
Şekil 1.49 : US5901637A nolu patent başvurusunun genel görünümü	30
Şekil 1.50 : US5735190A nolu patent başvurusunun genel görünümü	31
Şekil 1.51 : CN278963Y nolu patent başvurusunun genel görünümü	31
Şekil 2.1 : Fırının genel yapısı, 1) Kontrol paneli, 2) Izgara, 3) Tepsi, 4) Tutamak, 5) Kapak/Kapı, 6) Raflar, 7) Üst ısıtıcı rezistans, 8) Lamba, 9) Turbo fanı.....	36
Şekil 2.2 : Tel raf seviyeleri ve teleskopik ray yapısı	36
Şekil 2.3 : Fırın yerleşimi ve soğutucu fan yapısı, 1) Soğutucu fan, 2) Kontrol paneli, 3) Fırın kapısı	37
Şekil 2.4 : Fırın üzerinde sıcaklık ölçümü yapılan noktalar	39
Şekil 2.5 : Fırın deneylerindeki değişkenler matrisi	41
Şekil 2.6 : A Marka EYM’ den elde edilen referans ekmek.....	41
Şekil 2.7 : 65 lt fırın içinde yapılan deney alternatifleri	42
Şekil 2.8 : 65 lt fırın içinde elde edilen referans ekmek kalitesinde bir numune.....	43
Şekil 2.9 : Motor tork ve devir deneyi sistemi.....	46
Şekil 2.10 : Yoğurucu formları, A) D-form, B) L-form, C) E-form.....	49
Şekil 3.1 : Temel Fonksiyon	55
Şekil 3.2 : Morfolojik analiz	56
Şekil 3.3 : Alternatif fonksiyon strüktürü 1	59
Şekil 3.4 : 1. Alternatif fonksiyonun analizi	61

Şekil 3.5 : Alternatif fonksiyon strüktürü 2	64
Şekil 3.6 : 2. Alternatif fonksiyonun analizi.....	65
Şekil 3.7 : Alternatif fonksiyon strüktürü 3	66
Şekil 3.8 : 3. Alternatif fonksiyonun analizi.....	69
Şekil 3.9 : Alternatif strüktürlerin değerleri	73
Şekil 4.1 : Sistemin ana grupları.....	75
Şekil 4.2 : Tahrik grubu.	76
Şekil 4.3 : Johnson Electric HVDC Motor.	78
Şekil 4.4 : Johnson Electric HVDC motorun performans eğrisi.	78
Şekil 4.5 : Nidec 12VDC motor.	79
Şekil 4.6 : Nidec 12VDC motorun performans eğrisi.	79
Şekil 4.7 : HTD-3M kasnak.....	80
Şekil 4.8 : Motor miline sabitlenen zaman kasnağı.	81
Şekil 4.9 : Kaplin kasnağı ve kavrama slotları.	81
Şekil 4.10 : Kayış gerdirmesi için gerekli olan motor montaj slotları.....	82
Şekil 4.11 : HTD-3M diş profili [15].	83
Şekil 4.12 : Zaman kayışı çalışma faktörleri [17].....	84
Şekil 4.13 : Zaman kayışı çalışma faktörleri [17].....	85
Şekil 4.14 : Taşıma braket ve braketten sabitlenen elemanlar.....	86
Şekil 4.15 : Taşıma braket kapağı.	87
Şekil 4.16 : Aktarma grubu.....	87
Şekil 4.17 : Tava taşıma braketinin fırın içindeki yeri.	88
Şekil 4.18 : Tava taşıma braketinin için tasarlanan kapak.....	89
Şekil 4.19 : Aktarma grubu.....	90
Şekil 4.20 : Motor ve kasnak montajı.	92
Şekil 4.21 : Slotlu kasnak ve braket kapağı montajı.....	93
Şekil 4.22 : Tahrik grubu ile dış alt sac montajı.	93
Şekil 4.23 : Aktarma grubu ve iç şasi montajı.....	94
Şekil 4.24 : Tahrik grubu ile aktarma grubunun montajı.....	95
Şekil 4.25 : Fırın saclarının montajı.	96
Şekil 4.26 : Tavanın fırın içinde görünümü.	96
Şekil 4.27 : Braket prototipi.....	97
Şekil 4.28 : Motor miline sabitlenen zaman kasnağı prototipi.	97
Şekil 4.29 : Kaplin kasnağı prototipi.	98
Şekil 4.30 : HVDC motor.	98
Şekil 4.31 : Tahrik grubu ve dış alt sac montajı.	98
Şekil 4.32 : Kavite ve aktarma grubunun fırın içinde görünümü.	99
Şekil 4.33 : Tava grubu ve fırın içindeki görünümü.....	99

Şekil 4.34 : Arka kapak.....	100
Şekil 4.35 : Solo EYM' lerin Akustik ölçümleri.	100
Şekil 4.36 : Prototipin akustik ölçümleri.	101

EKMEK YAPMA FONKSİYONUNUN FIRIN İÇİNE ADAPTASYONU

ÖZET

Son yıllarda ekmek yapma makineleri, hijyenik ve sağlıklı ekmek yapımına olanak vermesinin yanında kullanıcının tercihlerine göre zeytinli, kepekli, üzümlü vb. karışımli ekmek hazırlama seçeneklerine sahip olmaları nedeni ile eskiye nazaran daha fazla tercih edilmektedir. Ancak kullanıcıların sayısı her geçen gün artsa da solo ekmek yapma makinelerinin sağlıklı ve ucuz ekmek yapmaları yanında kullanıcıları mutfakta sıkıntıya düşürdüğü durumlar da olmaktadır.

Küçük mutfaklı evlerde, küçük ev aletlerini yerleştirmek mutfaktaki en büyük problemlerin başında gelmektedir. Ekmek yapma makineleri de pişirdikleri ekmeğe oranla büyük hacme sahip (Örnek bir makine boyutu: 632x296x358 [mm] GxDxY) makinelerdir. Dolayısı ile pişirildiğinde çıkarılması ve daha sonrasında saklanması pratik ev aletleri değildirler. Çoğu kullanıcı bu nedenle ekmek yapma makinesi satın almaktan uzak durmaktadır.

Bu çalışma ile solo ekmek yapma makinelerinin fırın içerisine adaptasyonu çalışılarak, fırın ürünlerinin fonksiyonelliğinin artırılmasının yanı sıra, çalışma ile ekmek yapma makinelerinin, hamurun karıştığı ve ekmeğin piştiği tava grubu hariç, motor, güç aktarma sistemi, elektronik kart gibi diğer tüm komponentleri fırın içerisine sabit bir şekilde gizlenerek, kullanıcı ekmek yapmak istediği zaman ekmek tavasını fırın içerisinde özel olarak hazırlanmış konuma getirerek ekmek pişirme işlemini gerçekleştirmesi sağlanır. Kullanıcı ekmek pişirmek için ekmek yapma makinesi yerine sadece ekmek tavaşı grubunu saklar. Ekmek yapma makinesinin fırına adaptasyonu ile ekmek pişirme işlemi çok daha ergonomik hale gelmiş, kullanıcı gereksiz hacimlere mutfağında yer ayırmak durumunda bırakılmamıştır.

COMBINATION OF BREADMAKER AND OVEN

SUMMARY

Recently, breadmaker are preferred because of having options of making different breads such as with olive, wholewheat, grape etc. for users, beside of being hygienic and enable to make healthy bread. Even if the number of breadmaker users gets increase day by day, users are still hard up with breadmaker in the kitchen as much as getting healthy and cheap breads.

In tiny kitchened homes, placing the small household appliances are common problem. Breadmaking machines have large volume in comparison with their functions (Example of a breadmaker volume: 632x296x358 [mm] WxDxH). So, they are not practical household appliances as putting somewhere in the kitchen when it is needed to use and putting out of sight after using. Therefore, most of users stay away from buying a bread making machine.

On this study, it is provided that oven makes bread by trucking away all breadmaking machine components such as motor, power transmission system and electronic board, etc. immovably without pan and kneading named as pan group and fixing the pan into the specially designed place when user wants to make bread and knead dough, by studying on comprising oven and breadmaking machine as well as diversifying the functions of oven products. User is required to hide only pan group instead of whole breadmaker. With comprising oven and breadmaker, making bread becomes quite ergonomic and user is not exposed to have unnecessary place for small household appliances in the kitchen.

1. GİRİŞ

Ekmek, genellikle tahıl ununa su, tuz karıştırılarak hazırlanan mayalı veya mayasız hamurun şekillendirilerek pişirilmesinden elde edilen bir besindir. Çoğunlukla buğday unu kullanılmakla beraber mısır, çavdar gibi tahıl unlarından da ekmek yapılmaktadır. Şekil 1.1' de ekmek çeşitlerinin genel görünümü verilmiştir.

TS 12000 Ekmek-300 gram Standartında "Buğday ununa (TS 4500), içme suyu (TS 266), tuz (TS 933), maya (TS 3522) ve gerektiğinde sadece C vitamini, malt unu veya fungal alfa amilaz katılarak hazırlanan hamurun yoğrulup, tekniğine uygun bir şekilde işlenip fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan bir mamuldür" şeklinde tanımlanmaktadır. TS 5000 Ekmek Standardında ise ekmek, "Elenmiş buğday ununa (TS 4500), su (TS 266), tuz (TS 933) ve maya (TS 3522) katılması ile hazırlanan kütlenin, tekniğine uygun bir şekilde işlenip fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan bir mamuldür" şeklinde tanımlanarak katkısız ve katkılı ekmek olarak iki çeşide ayrılmıştır.

Ekmekler genellikle kullanılan un çeşidine ve eklenen malzemeye göre, şekline ve pişirme yöntemine göre çeşitlilik gösterirler. Mısır, arpa, darı ve buğday unlarından mayalı-mayasız, yağlı-yağsız, ince-kalın, şekerli-şekersiz, sacta pişirilen ekmek türleri vardır. Bunlardan bazıları zamanla çörek, lavaş ve pide gibi farklı isimler almıştır [1].

Ekmek yapımında en önemli evrelerden biri mayalamadır. Mayalamanın gerçekleşmesinde başrolü maya alır. Maya, tek hücreli bir canlıdır. Mayaların birçok türleri vardır. En çok bilinen maya *Saccharomyces cerevisiae'* dir ve fırın ile mayalama endüstrisinde kullanılmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan bu maya, yuvarlaktır ve kendilerini tomurcuklanma ile bölerler. Mayaların gelişmesi için şekere ihtiyaçları vardır. Şekerden alkol ve karbondioksit oluştururlar. Karbondioksit oluşumu hamurun kabarmasını sağlar. Mayalama sırasında açığa çıkan alkol, pişirme evresinde uçarak hamurdan ayrılır [2].

Ekmek yapmak için öncelikle uygun sıcaklıklarda saklanmış malzemelerin karıştırılması gerekir. Bu karıştırma sonunda hamur elde edilir. Hamur ne çok sıkı, ne de cıvık olmalıdır. Sıkı olan hamurun kabarması az, dokusu da sert olacağından yenmesi zordur. Cıvık olan hamur da fazla elastik doku ortaya çıkardığı gibi, pişme esnasında çökebilir. Dolayısıyla yapılacak ekmeğin durumuna göre ne çok sıkı ne de fazla cıvık olmayan bir aralıkta hamur kıvamının kontrolü mutlaka yapılmalıdır [3]. Hamurun sertliği ekmek kalitesinde etkilidir. İdeal hamur yumuşaklığı halk arasında “kulak memesi” yumuşaklığında olmalıdır. Daha yumuşak hamur, içinde normalden daha fazla su bulundurduğu için, pişme süresi sabit bir programda pişirildiğinde ekmeğin içi hamur kalacaktır. Kulak memesinden daha sert bir hamur ise piştiğinde normalden daha kuru bir ekmek olacaktır.



Şekil 1.1 : Ekmek çeşitleri.

Ekmek fırınlarında büyük miktarlarda malzemeler karıştırılarak büyük hacimde hamur oluşturulur. Daha sonra bir ekmek için gerekli hamur miktarı tüm hamurdan alınır. Böylece malzeme oranlarındaki farklılık bir ekmek bazında fazla önemli değildir. Bu durum solo ekmek makinelerinde böyle değildir. Malzemeler kullanıcı tarafından yalnızca bir ekmek elde edilecek kadar karıştırılır ve sonuçta yalnızca bir ekmek kadar hamur elde edilir. Dolayısıyla kullanıcıdan kaynaklanan malzeme miktarlarının belirlenmesindeki yanlışlıklar doğrudan ekmeğin kalitesini etkilemektedir. Her solo EYM’ nin kendine özgü malzeme miktarları olması da göz önüne alınırsa, kullanıcının evde başarılı bir şekilde ekmek yapması gerçekten zorlaşır. Zira solo EYM’ lerin “pişirmiyor”, “karışmıyor”, “hamur cıvık oluyor” gibi kullanıcı şikayetlerinin arkasında başarılı bir ekmek yapmanın birden fazla etken faktöre bağlı olmasındandır.

Ekmeğin kalitesine etki eden faktörle genel olarak şöyle sıralanabilir;

- Malzeme miktarlarının oranı
- Malzemelerin kalitesi ve çeşidi
- Malzemelerin sıcaklıkları
- Malzemelerin iyi karışma durumu
- Ortam sıcaklığı
- Ortamdaki bağıl nem oranı
- Mayalama süresi
- Mayalama sıcaklığı
- Pişirme süresi
- Pişirme sıcaklığı
- Pişirme tavasının boyutları

Tüm bu etken faktörler, ilgili bölümler tarafından belirlenmiş ve ekmek yapmak için gerekli konstrüksiyon bu faktörler doğrultusunda tasarlanmıştır.

Malzeme miktarları için iki farklı tarif belirlenmiştir; küçük beyaz ekmek tarifi ve büyük beyaz ekmek tarifi.

Küçük beyaz ekmek tarifi için gerekli malzemeler; 450 gr un, 300 ml su, 7,5 ml kuru tozm maya, 7,5 ml tuz, 15 ml sıvı yağ, büyük beyaz ekmek tarifi için gerekli malzemeler ise; 500 gr un, 320 ml su, 7,5 ml kuru toz maya, 7,5 ml tuz, 22,5 ml sıvı yağ olarak belirlendi.

Solo ekmek yapma makinelerinde, malzemeler önceden belirlenmiş ölçülerde ekmek yapma tavasına koyulur. Daha sonra tava makinenin içine yerleştirilir ve makinenin kapağı kapatıldıktan sonra başlatma düğmesine basılır. Makine otomatik olarak malzemeleri karıştırır ve uygun hamur kıvamına getirir. Yoğurulan hamur bir miktar dinlendirildikten sonra, yoğurucu tarafından bir süre daha yoğurulur ve bu yoğurma işlemi şekil verme olarak adlandırılır.

Şekil vermenin ardından ısıtıcılar açılarak pişirme ortamı mayalama sıcaklığına getirilir ve mayalama başlar. Mayalama sonunda ısıtıcılar bu kez pişirme ortam sıcaklığını pişirme sıcaklığına kadar artırır. Uygun süre sonunda pişirmenin tamamlandığını belirten sinyal sesiyle kullanıcıya pişti bilgisini ulaştırır. Böylece ekmek yapma işlemi tamamlanmış olur.

1.1 Tezin Amacı ve Problemin Tarifi

Sistem konstrüksiyonun oluşturulması süreci başlangıcında konstrüksiyon sistematiğine uygun tasarım yapma esası benimsenmiştir. Konstrüksiyon sistematiğinde esas olarak ele alınan basamaklar şunlardır:

- Problemin tarifi
- İstekler listesinin hazırlanması
- Temel fonksiyonun soyutlanması aşamaları
- Temel fonksiyon için alternatif fonksiyon strüktürleri
- Ağırlıklı hedefler sistemi yapılandırması
- Hedef büyüklükleri matrisinin oluşturulması
- Temel anlamda ekonomik değerlendirme
- Teknik ve ekonomik değer karşılaştırmaları tablosunun oluşturulması
- Niceliksel şekillendirme

Tüm bu basamakların ardından en iyi görülen alternatif tasarım üzerine detay çalışmaları yapılarak sistemin fırın içerisinde geometrik olarak yerleştirme çalışmalarına başlanacaktır.

Problemin tarifi şirket içinde ortaya atılan ve fırın fonksiyonlarının çeşitliliğinin artırılması ile birlikte pazar payındaki rekabet gücünü artıracak fikirler üzerine oluşmuştur. Bu doğrultuda solo ekmek makinelerinin mutfak içinde ayrıca bir yer ihtiyacı, hâlihazırda yeri bulunan fırın içine bu fonksiyonu yerine getirebilecek bir sistemin adapte edilmesiyle ortadan kalkacaktır. Diğer bir taraftan, solo EYM için ödenen maliyet fırın içinde ekmek yapma sisteminin adaptasyonu ile daha da düşürülecektir.

Yapılan etüd çalışmaları sonucunda böyle bir sistemin fırın içinde harcadığı enerji ve ekmek yapmak için kullanılan malzemelerin maliyetlerinin toplamı, solo EYM’lerdeki maliyetten fazla olmasına karşın, ekmeğin piyasa değerinden daha düşük olduğu belirlenmiştir. Tüm bu etüd çalışmaları sonucunda böyle bir sistemin fırın içine adaptasyonu, kullanıcı ve ürün çeşitliliği bakımından gerekli olduğunu göstermektedir. Öyleyse problem şöyle tariflenebilir; “konvansiyonel fırın içine, solo EYM’lerden daha az maliyetli ve en az solo EYM kadar kaliteli ekmek yapabilen bir fonksiyonun adaptasyonu”

Problemin çözümü için önerilen tasarım, Arçelik A.Ş. ArGe direktörlüğünde yürütülen ArGe projesidir. Bu proje kapsamında, katı modelleme, prototipleme, deneyleme süreci ve finalizasyonunu tüm evrelerinde Arçelik A.Ş.’nin imkânları kullanılmıştır.

Problemin çözümü için önerilerin oluturulması ve istekleri listesinin belirlenmesi için bir dizi deneyler yapılmıştır. Deneyler sırasında kullanılan solo EYM’ler ve kombi fırınlar, kullanılan malzemeler ve ortam ile maddi ve manevi destek Arçelik A.Ş. tarafından sağlanmıştır. Proje kapsamından incelenen solo EYM’lerin marka ve modelleri ile isimlendirmeleri Çizelge1.1’de görüldüğü gibidir.

Çizelge 1.1 : Deneylerde kullanılan makineler ve isimlendirmeleri.

Marka / Model	İsimlendirme
Arçelik Ekmekçim / K 2705	A Marka
Breyton	B Marka
Kenwood BM450	C Marka
Moulinex Cook & Bread	Kombi Fırın

Solo ekmek yapma makineleri konstrüktif olarak genellikle birbirlerine benzemektedir. Dış hacmi belli ölçülere sahip solo ekmek yapma makineleri, kendi içinde elemanlarının yerleşimi bakımından oldukça kolaydır. 230VAC eşzaman motor ile sürülen sistemde güç, kayış-kasnak yardımıyla tavadaki yoğrucuya aktarılır. Tava kullanıcı tarafından makine içine sabitlenir. Yoğrucu, tavadan ayrılabilir ve ekmek yapma sırasında kullanıcı tarafından tava içine takılır.

Solo ekmek makinelerinde boyut problemi olmadığından dolayı komponentlerin büyüklükleri pek önemsenmemektedir. Bu durum, var olan ve ihtiyaçları karşılayan en ucuz komponentlerin kullanılmasına imkân tanımaktadır. Böylece motor ve kasnak gibi bazı komponentlerin boyutları oldukça büyümektedir. Ancak durum fırınlarda çok farklıdır. Kompakt ve endüstriyel tasarımın önem kazandığı son yıllarda fırınlar da bu durumdan etkilenmiştir.

Fırın üreticileri, rekabet ortamının çok sıkı yaşandığı günümüzde, pişirme hacminin olabildiğince büyütürken kullanıcıya daha fazla hizmet sunmak peşindeler. İç hacmin büyütülmesine karşın fırınların dış boyutlarının da standart dışına çıkmadan hareket etmek gerekmektedir. Özellikle ankastre fırınlar düşünüldüğünde bu durum daha da belirginleşir. Hal böyle olunca fırın içine yerleştirilen komponentler; motor, elektronik kart, hava kanalları vb. gün geçtikçe daha da iç içe girmektedir. Fırın üreticileri, bu doğrultuda komponentleri olabildiğince küçültme çabasına girmiştir. Ancak bu durum, üreticiye dolayısıyla da tüketiciye maliyet olarak geri dönmektedir. Böylece üreticinin seçmesi gereken iki ana kıstas ortaya çıkmaktadır: endüstriyel tasarım ya da maliyet. Ürün ya düşük maliyette olur ama bunun yanında da endüstriyel tasarım açısından kullanıcıya ergonomik gelmez; ya da maliyet yüksek olur ama kullanıcıya istenilen algılama kalitesinde ergonomi sunar. Firmaların araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) bölümlerinde çalışan mühendisler aslında tam olarak buna bir çözüm getirmeye çalışmaktadır.

Örnek vermek gerekirse, solo ekmek makinelerinde kullanılan 230 VAC asenkron motorlar harcıâlemidir. Maliyetleri de oldukça düşüktür. Ancak bu motoru fırın içine yerleştirmek konstrüktif açıdan oldukça problemlidir. Fırın içine adapte edilmesi düşünülen ekmek yapma sisteminde kullanılacak motorun, solo ekmek yapma makinelerinde kullanılan harcıâlem motorlardan daha küçük boyutlarda olması gerekmektedir. Gerekli torku ve devri sağlayabilecek aynı zamanda da fırın içinde kullanılabilecek kadar küçük olan mevcut motorlar maliyet açısından, harcıâlem motorlarla kıyaslandığında oldukça fazladır. Bu durum üreticiyi yine, ya endüstriyel tasarımda kolaylık ya da maliyette kolaylığı seçmek zorunda bırakıyor.

1.2 Literatür Özeti

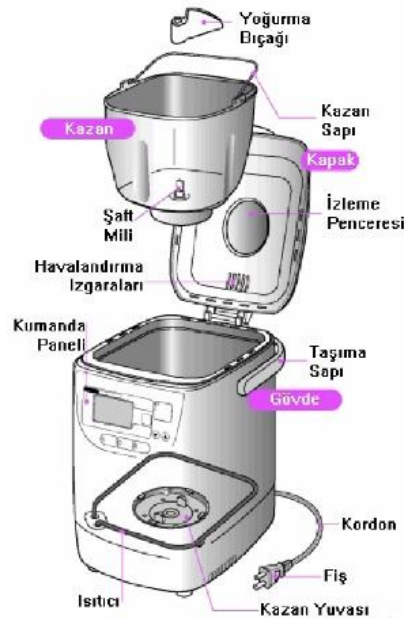
Ekmek yapma amacıyla kullanılan mevcut pişirici ürünler grubu yaygın olarak solo ekmek makinelerinden oluşmaktadır. Solo ekmek yapma makinelerinin yanında, mikrodalga – ızgara – ekmek yapma fonksiyonlarının birarada bulunduğu kombi fırınlar da bulunmaktadır. Yapılan literatür araştırması sonucunda, asıl hedeflenen ürün olarak, konvansiyonel tip fırınlarda ekmek yapma fonksiyonuna sahip bir fırına rastlanmamıştır. Bu sebeple yapılacak olan ürün dünyada bir ilk olacaktır.

Mevcut pişirici ürünler arasında konvansiyonel tip fırın içine adapte edilmiş ekmek yapma fonksiyonu bulunmadığından dolayı, ürün incelemeleri solo ekmek makineleri ve kombi fırınlar üzerinde yapılmıştır.

Solo EYM'lerin ana parçaları şu şekilde sıralanabilir;

- Kazanın içine konulduğu ve kumanda panelini üzerinde taşıyan, elektromekanik aksam ile ısıtıcı ızgarayı içinde barındıran gövde,
- Gövdeyi, dolayısıyla EYM kazanını kapatan, üzerinde havalandırma ızgaralarının bulunduğu ayrılabilir kapak ve
- Karıştırma, yoğurma ve fırınlama işlemlerinin içinde gerçekleştirildiği kazandan meydana gelir.

Şekil 1.2' de EYM parçaları daha detaylı olarak görülmektedir.



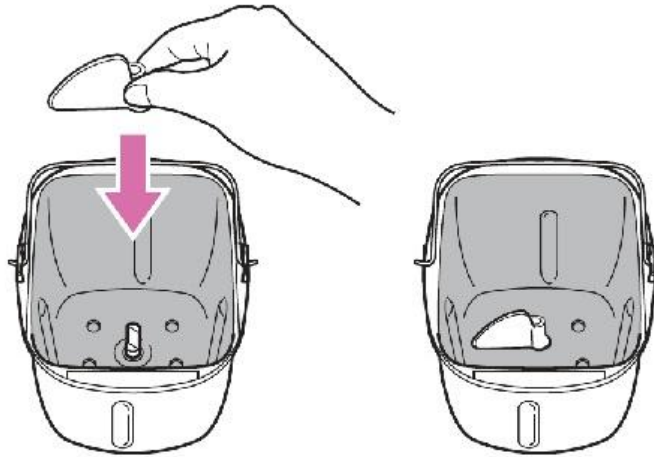
Şekil 1.2 : EYM parçaları [4].

EYM'lerin çalışma prensibi, her ne kadar dışarıdan şekilleri farklı farklı görünse de, genel olarak birbirlerine çok benzemektedir ve gayet basittir. Ekmek kazanına uygun malzemeyi önerilen sırada koyduktan sonra program seçilerek doğrudan kumanda paneli üzerindeki Start/Stop veya Başla/Dur butonuna basıldığında EYM genel olarak sırasıyla;

- Karıştırma
- Yoğurma
- Kısa bir dinlendirme
- İkinci yoğurma
- İlk kabarma
- Yumruklama
- İkinci kabarma
- Pişirme ve
- Sıcak tutma işlemlerini sırasıyla gerçekleştirir.

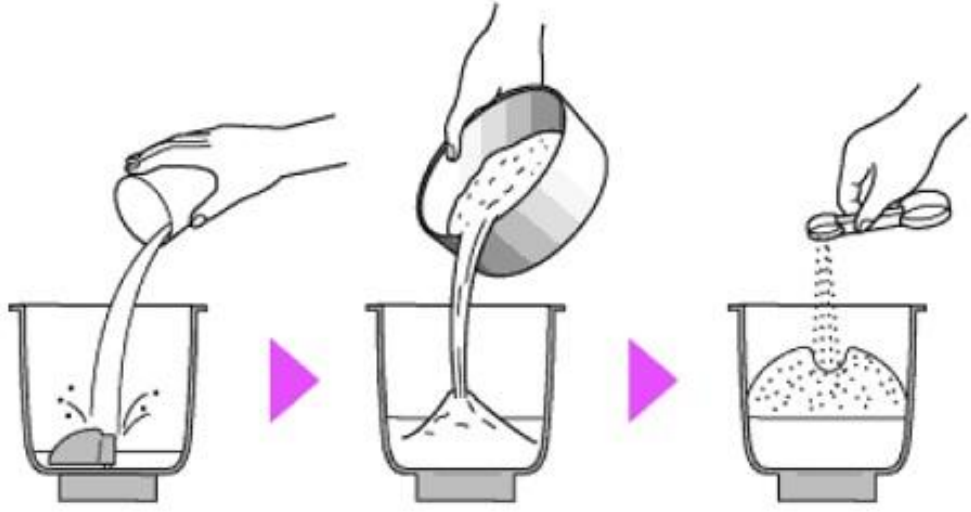
Yoğurma esnasında çalışan motor, pişirme esnasında yerini EYM ısıtıcısına bırakır. Dolayısıyla EYM; yoğurma, yumruklama ve pişirme esnasında fasıllı olarak enerji harcar. Bu sanıldığı kadar yüksek bir değer değildir. Yapılan deneylerde bu değer yaklaşık olarak 0.3 kW/saat ölçülmüştür.

Ekmek yaparken; malzemeler kazana koyulmadan önce yoğurucu bıçak Şekil 1.3' deki gibi kazanın içindeki mile takılır.



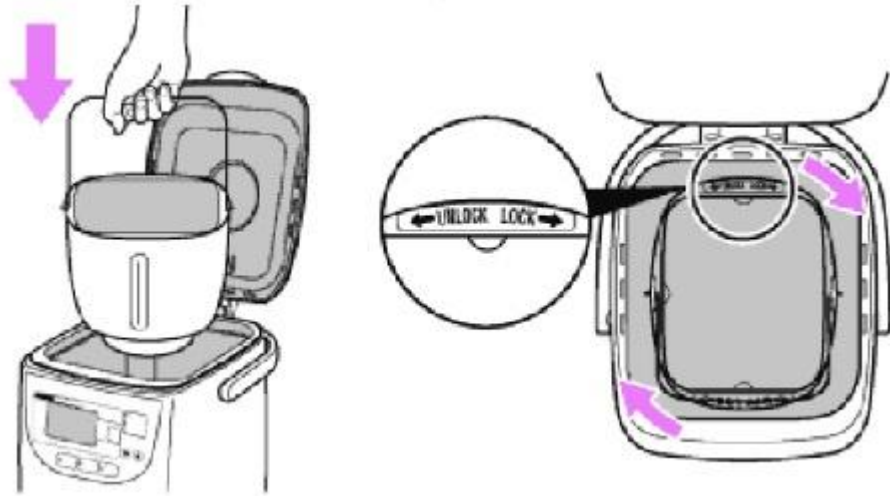
Şekil 1.3 : Malzeme yerleştirme sırası [4].

Malzemeler ölçüsüne uygun olarak sırayla Şekil 1.4’ teki gibi öncelikle sıvılar, arkasından katılar ve un, en üste de maya kazana konulur.



Şekil 1.4 : Malzeme yerleştirme sırası [4].

Şekil 1.5’ teki gibi kazan EYM yuvasına yerleştirilir ve kitlenir.



Şekil 1.5 : Kazan kitleme detayı [4].

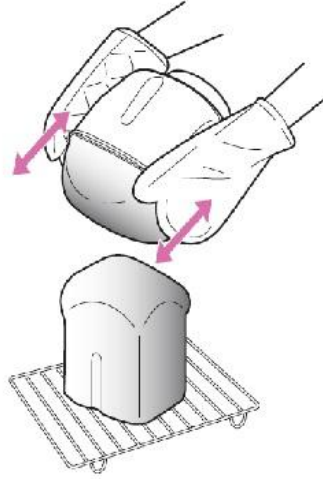
Kazan EYM yuvasına kitlendikten sonra kontrol panelinden istenilen ekmek yapma programı seçilir ve Start/Stop veya Başla/Dur butonuna basılır, böyle ekmek yapma işlemi başlar. Yukarıda sıralanan evrelerden sonra bitti sinyaliyle birlikte ekmek yapma işlemi tamamlanmış olur [5].

Kazanı EYM yuvasına takma yönünün tersi yönde çevirilerek Şekil 1.6’ daki gibi eldiven yardımıyla çıkarılır.



Şekil 1.6 : Kazan çıkarma işlevi [4].

Hazır olan ekmeği dinlendirmek için Şekil 1.7’ de gösterildiği gibi ızgara üzerine çıkarılarak bir süre beklenir.



Şekil 1.7 : Dinlendirmek için ekmeğin ızgaraya bırakılması [4].

Mevcut solo EYM’lerden bir kaç tane alınarak hem konstrüktif açıdan hem de ekmek yapma kalitesi bakımından incelemeler yapılmıştır. A Marka solo EYM’nin genel görünümü Şekil 1.8’ de, kazanı Şekil 1.9’ da, pişirme bölgesi Şekil 1.10’ da, kontrol paneli Şekil 1.11’ de, iç aksamı Şekil 1.12’ de, kazan kitleme braketi Şekil 1.13’ de gösterildiği gibidir.



Şekil 1.8 : A Marka solo EYM’ nin genel görünümü.



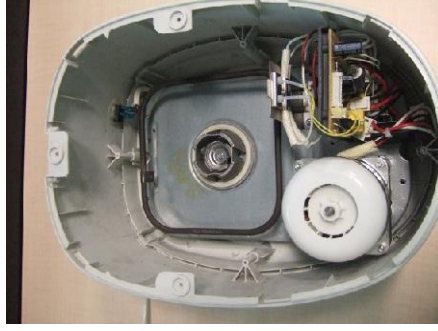
Şekil 1.9 : A Marka solo EYM kazanı.



Şekil 1.10 : A Marka solo EYM’ nin pişirme bölgesi.



Şekil 1.11 : A Marka solo EYM kontrol paneli.



Şekil 1.12 : A Marka solo EYM' nin iç aksamı.



Şekil 1.13 : A Marka solo EYM' nin güç aktarma sistemi.



Şekil 1.14 : A Marka solo EYM' nin kazan kitleme braketi.



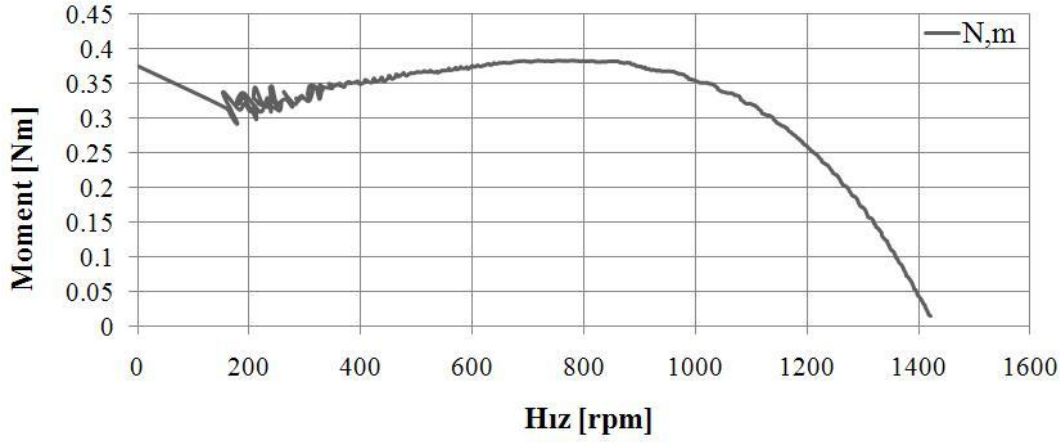
Şekil 1.15 : A Marka solo EYM motoru.

A Marka solo ekmek makinesinde güç Şekil 1.15’ de gösterilen motordan alınarak kayış-kasnak yardımıyla tavanın altındaki mile aktarılır. Bu sistemde 230 VAC asenkron motor kullanılmıştır. Şekil 1.13’ te gösterilen güç aktarma sisteminde gücü aktarmak için kullanılan kayış ve kasnak HTD-3M diş formuna sahiptir. Kasnaklardan birisi motor mili üzerine, diğeri de tava altındaki mile sabitlenmiştir. Motora sabitlenen kasnak üzerinde 15 diş vardır, tavanın altındaki mile sabitlenen kasnakta ise 120 diş vardır. Dolayısıyla motorun hızı 1:8 oranında küçültülüyor. Diğer taraftan da motordan gelen tork aynı oranda artırılıyor. Kayışın boyu 513mm ve kayış 171 dişli sahip. Motor mili ve tava altında ikinci kasnağın bağlandığı mil arası - eksenler arası - mesafe 145 mm’ dir. Kayışın genişliği ise 6 mm olarak seçilmiştir.

Motorun etiketinde belirtilen elektriksel gücü 100W’ tır. Ancak mekanik gücünü hesaplamak, bu verilerle ve motorun etiketi üzerinde yazan bilgilerle, mümkün değildir. Motorun mekanik gücü, devrilme momenti, çektiği akım gibi karakteristiğini belirlemek için motor performans testine tabi tutulması gerekir. A Marka solo EYM’ nin motoru Arçelik A.Ş. bünyesinde bulunan Motor İşletmesine gönderilerek bu testlerin sonuçları istenmiştir. İşletmeden gelen motor karakteristiğini gösteren bilgiler Çizelge 1.2 ve Şekil 1.16’ te gösterilmiştir.

Çizelge 1.2 : A Marka solo EYM motorunun performans değerleri.

Kalkış Noktasındaki Değerler						
Akım (A)	Gerilim (V)	Güç _{Giriş} (W)	Verim	Devir (d/dak)	Tork (Nm)	Güç _{Çıkış} (W)
0,589	230,06	132,46	0	0	0,363	0
Çalışma Noktasındaki Değerler						
Akım (A)	Gerilim (V)	Güç _{Giriş} (W)	Verim	Devir (d/dak)	Tork (Nm)	Güç _{Çıkış} (W)
0,449	230,01	100,43	0,386	1124	0,329	38,725



Şekil 1.16 : A Marka solo EYM motorunun karakteristiği.

Bu performans testi sonucuna göre A Marka solo EYM’ de kullanılan motorun devri 1124 d/dak olarak belirlenmiştir. Bu durumda motor ile tava altındaki mil arasında 1:8 oranında redüksiyon olduğundan yoğurucu bıçak, hamuru 140,5 d/dak ile yoğurduğu görülür. Aynı şekilde bir hesaplama ile yoğurucu bıçak üzerindeki tork ise 2,632 Nm olduğu görülür.

A Marka EYM ile yapısal olarak çok benzer olan B Marka EYM’ nin genel görünümü Şekil 1.17’ de, kazanı Şekil 1.18’ de, pişirme bölgesi Şekil 1.19’ da, kontrol paneli Şekil 1.20’ de, iç aksamı Şekil 1.21’ de, kazan kitleme braketi Şekil 1.23’ te gösterilmiştir.



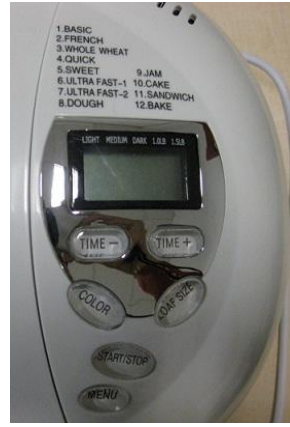
Şekil 1.17 : B Marka solo EYM genel görünümü.



Şekil 1.18 : B Marka solo EYM kazanı.



Şekil 1.19 : B Marka solo EYM pişirme bölgesi.



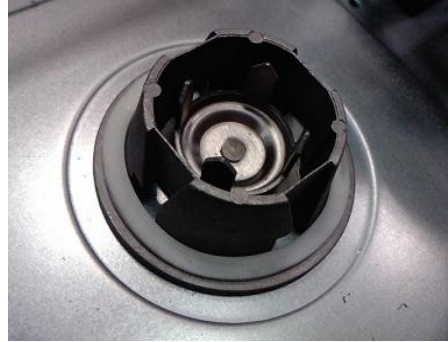
Şekil 1.20 : B Marka solo EYM kontrol paneli.



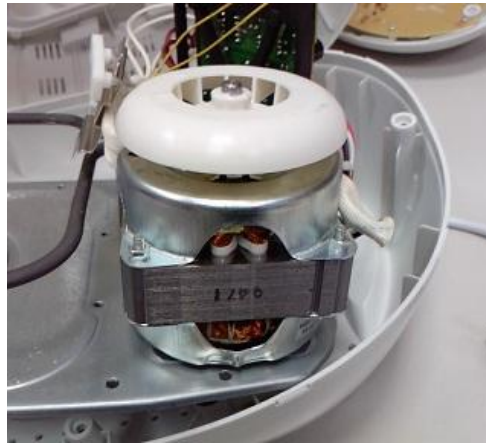
Şekil 1.21 : B Marka solo EYM iç aksamı.



Şekil 1.22 : B Marka solo EYM güç aktarma sistemi.



Şekil 1.23 : B Marka solo EYM kazan kitleme braketi.



Şekil 1.24 : B Marka solo EYM motoru.

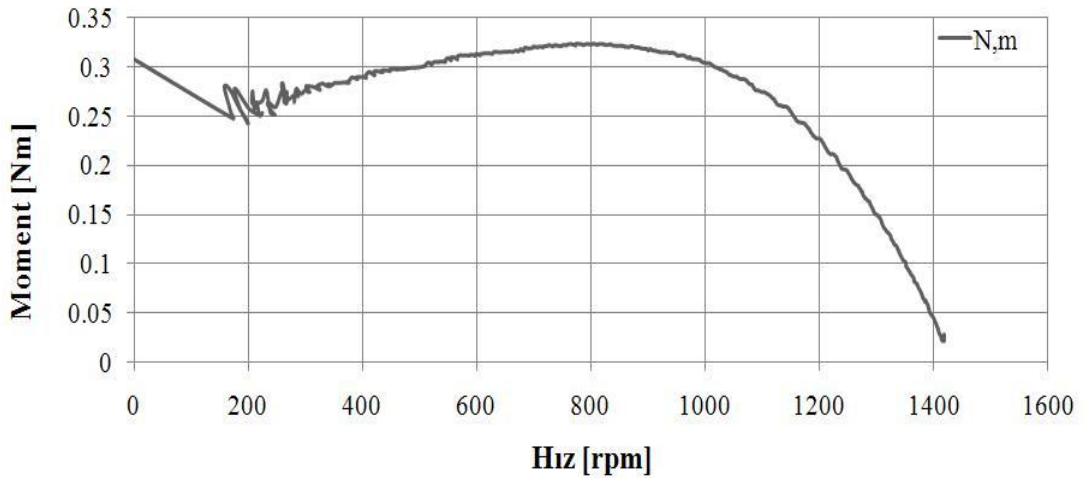
A Marka solo EYM’ de olduğu gibi B Marka solo EYM’ de de güç Şekil 1.22’ de gösterildiği gibi motordan alınarak kayış-kasnak yardımıyla tavanın altındaki mile aktarılır. Bu sistemde Şekil 1.24’ te gösterilen 230 VAC asenkron motor kullanılmıştır. Gücü aktarmak için kullanılan kayış ve kasnak HTD-3M diş formuna sahip ve kasnaklardan birisi motor mili üzerine, diğeri de tava altındaki mile sabitlenmiştir. Motora sabitlenen kasnak üzerinde 15 diş vardır, tavanın altındaki mile sabitlenen kasnakta ise 122 diş vardır. Dolayısıyla motorun hızı 1:8,13 oranında küçültülüyor. Diğer taraftan da motordan gelen tork aynı oranda artırılıyor.

Kayışın boyu 519mm ve kayış 173 dişe sahip. Motor mili ve tava altında ikinci kasnağın bağlandığı mil arası - eksenler arası - mesafe 148,5 mm' dir. Kayışın genişliği ise 8 mm olarak seçilmiştir.

Motorun etiketinde belirtilen elektriksel gücü 100W' tır. Ancak mekanik gücünü hesaplamak, bu verilerle ve motorun etiketi üzerinde yazan bilgilerle, mümkün değildir. Motorun mekanik gücü, devrilme momenti, çektiği akım gibi karakteristiğini belirlemek için motor performans testine tabi tutulması gerekir. B Marka solo EYM' nin motoru A Marka EYM motoruyla birlikte Arçelik A.Ş. bünyesinde bulunan Motor İşletmesine gönderilerek bu testlerin sonuçları istenmiştir. İşletmeden gelen motor karakteristiğini gösteren bilgiler Çizelge 1.3 ve Şekil 1.25' de gösterilmiştir.

Çizelge 1.3 : B Marka solo EYM motorunun performans değerleri.

Kalkış Noktasındaki Değerler						
Akım (A)	Gerilim (V)	Güç _{Giriş} (W)	Verim	Devir (d/dak)	Tork (Nm)	Güç _{Çıkış} (W)
0,546	229,98	124,11	0	0	0,301	0
Çalışma Noktasındaki Değerler						
Akım (A)	Gerilim (V)	Güç _{Giriş} (W)	Verim	Devir (d/dak)	Tork (Nm)	Güç _{Çıkış} (W)
0,444	230,21	100,02	0,325	1061	0,293	32,555



Şekil 1.25 : B Marka solo EYM motorunun karakteristiği.

Bu performans testi sonucuna göre A Marka solo EYM' de kullanılan motorun devri 1061 d/dak olarak belirlenmiştir. Bu durumda motor ile tava altındaki mil arasında 1:8,13 oranında redüksiyon olduğundan yoğurucu bıçak, hamuru 130,5 d/dak ile yoğurduğu görülür. Aynı şekilde bir hesaplama ile yoğurucu bıçak üzerindeki tork ise 2,382 Nm olduğu görülür.

A ve B Marka EYM' lerden hem yapısal hem de pişirme fonksiyonları bakımından farklı olan C Marka EYM' nin genel görünümü Şekil 1.26' de gösterilmiştir. C Marka EYM' yi A ve B Marka EYM' lerden farklı kılan en önemli özellik; kullanıcıya otomatik ek malzeme besleme özelliği sunması ve fan yardımıyla turbo özelliğini kullanarak homojen pişirme sağlamasıdır. Bunun yanı sıra pişirme bölgesinde yan duvara yerleştirilen aydınlatıcı ile ekmek yapımı sırasında pişirme bölgesi izlenebilmektedir. Aydınlatıcı kullanıcı tarafından kontrol paneli üzerinden kontrol edilmektedir.

A ve B Marka EYM' lerde cevizli, çekirdekli, üzümlü gibi ek malzemeli ekmek yapmak istenildiğinde, ekmek yapmanın bir aşamasında kullanıcıya alarm ile uyarı vererek ek malzemenin kullanıcı tarafından makine kapağı kaldırılması ve ek malzemenin hamur üzerine dökülmesi isteniyor. Bu durum hamurun mayalanmasına etki ederek ekmeğin daha az kabarmasına sebep oluyor. Üstelik kullanıcının alarm sesini kaçırmaması durumunda ek malzeme ekleme durumu da riske girebiliyor. Ancak C Marka EYM' de makine kapağı üzerine yerleştirilen besleyici ile ek malzeme makine algoritmasında belirlenen en uygun zamanda otomatik olarak dökülüyor. Kullanıcının sadece makineyi başlatmadan önce ek malzemeyi besleyiciye koyması ve besleyiciyi makine kapağına yerleştirmesi gerekiyor. Şekil 1. 28' de gösterilen besleyici, pişirme bölgesindeki yan duvara gömülü selenoid ile harekete geçiriliyor ve kapağı serbest düşme ile açılıyor. Böylece besleyici içindeki ek malzemeler hamurun üzerine düşüyor. Besleyicinin kapağı açıldığı sırada yoğurucu ilk dinlenme sonrasındaki yoğurmayı yapıyor. Besleyiciden yeni gelen ek malzemeler de bu yoğurma ile hamura iyice karışmış oluyor. Ek malzemelerin başlangıçta koyulmamasının sebebi ise, ilk karıştırma ve dinlenme sırasında hem yoğunluk farkından dolayı ek malzemelerin ekmeğin dibinde birikmesini önlemek hem de ek malzemelerin yoğurma işleminden dolayı olabildiğince az zedelenmesini sağlamaktır.

Şekil 1.26’ da gösterilen C Marka EYM’ de, mevcut ürünlerin hiçbirinde raslanmayan, fan yardımı ile turbo modunu kullanarak ekmeğin daha homojen pişmesini sağlama özelliğinin bulunmaktadır. Pişirme sırasında açılan fan, sıcak havanın pişirme bölmesinde sirküle edilerek diğer makinelerden sıcak havanın ulaşamadığı yerlere de ulaşması sağlar. Bu da ekmeğin hem homojen pişmesini hem de ekmek kabuğunun daha gevrek olmasını sağlar. Bu ürünün pişirme bölgesi Şekil 1.27’ de, besleyicisi Şekil 1.28’ de, kontrol paneli Şekil 1.29’ da, iç aksamı Şekil 1.30’ da ve kazan kitleme braketleri Şekil 1.32’ de gösterilmiştir.



Şekil 1.26 : C Marka solo EYM genel görünümü.



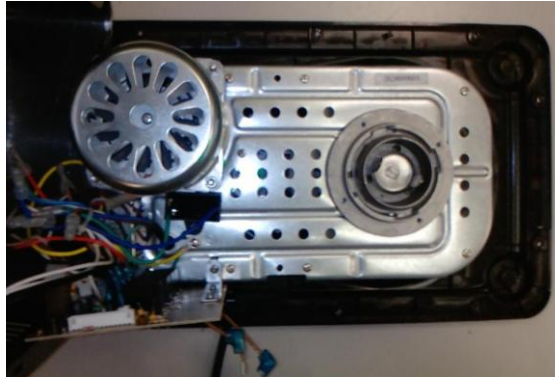
Şekil 1.27 : C Marka solo EYM pişirme bölgesi.



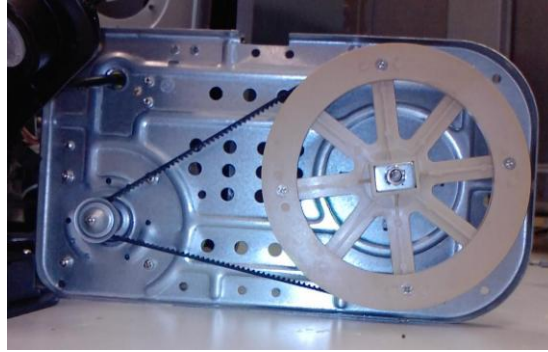
Şekil 1.28 : C Marka solo EYM besleyicisi.



Şekil 1.29 : C Marka solo EYM kontrol paneli.



Şekil 1.30 : C Marka solo EYM iç aksamı.



Şekil 1.31 : C Marka solo EYM güç aktarma sistemi.



Şekil 1.32 : C Marka solo EYM kazan kitleme bölgesi.



Şekil 1.33 : C Marka solo EYM motoru.

A Marka solo EYM’ de olduğu gibi C Marka solo EYM’ de de Şekil 1.31’ de gösterildiği gibi güç motordan alınarak kayış-kasnak yardımıyla tavanın altındaki mile aktarılır. Bu sistemde Şekil 1.33’ te gösterilen 230 VAC asenkron motor kullanılmıştır. Gücü aktarmak için kullanılan kayış ve kasnak HTD-3M diş formuna sahip ve kasnaklardan birisi motor mili üzerine, diğeri de tava altındaki mile sabitlenmiştir. Motora sabitlenen kasnak üzerinde 16 diş vardır, tavanın altındaki mile sabitlenen kasnakta ise 148 diş vardır. Dolayısıyla motorun hızı 1:9,25 oranında küçültülüyor. Diğer taraftan da motordan gelen tork aynı oranda artırılıyor.

Kayışın boyu 606mm ve kayış 202 dişe sahip. Motor mili ve tava altında ikinci kasnağın bağlandığı mil arası - eksenler arası - mesafe 168 mm’ dir. Kayışın genişliği ise 7 mm olarak seçilmiştir.

C Marka EYM de diğer ürünlerle aynı tip motora sahip; 230VAC asenkron. Bu motorun etiketinde gücü ve diğer mekanik özellikleri ile ilgili bir bilgi yer almamaktadır. C Marka EYM’ nin diğer ürünlerden daha sonra piyasaya çıkmış olması, üzerinde araştırma yapılan diğer ürünlerden daha sonra elde etmemize neden olmuştur. Bu durum, araştırma sonuçlandıktan sonra gerçekleştiğinden dolayı, C Marka EYM’ nin motoru motor testine gönderilememiştir. Dolayısıyla motorun performansı ve mekanik özellikleri hakkında detaylı bilgi mevcut değildir. Ancak üründe kullanılan kayış tipi, redüksiyon oranı ve yogurma performansına bakıldığında motor karakteristığının diğer ürünlere yakın olacağı tahmin edilmektedir.

Mikrodalga – ızgara – ekmek yapma fonksiyonunun bir arada bulunduğu Kombi Fırının genel görünümü Şekil 1.34’ de gösterilmiştir. Solo EYM’ lerden farklı olarak bu cihaz, hem mikrodalga yapabiliyor, hem ızgara modunda yemek pişirebiliyor, hem de ekmek yapma fonksiyonu ile ekmek yapabiliyor. Bu üç pişirme fonksiyonunun bir arada bulunması bakımından konvansiyonel fırın içine ekmek yapma fonksiyonunun adapte edilmesi düşüncesine en yakın olan üründür. Bu ürüne ait kazan Şekil 1.35’ te, pişirme bölgesi Şekil 1.36’ da, kontrol paneli Şekil 1.37’ de ve motor bölgesi Şekil 1.38’ de gösterildiği gibidir.



Şekil 1.34 : Kombi Fırının genel görünümü.



Şekil 1.35 : Kombi Fırının kazanı.



Şekil 1.36 : Kombi Fırının pişirme bölgesi.



Şekil 1.37 : Kombi Fırının kontrol paneli.



Şekil 1.38 : Kombi Fırının motor bölgesi.



a)



b)

Şekil 1.39 : Kombi Fırının güç aktarma sistemi (a) kazan kasağı, (b) motor kasağı.



Şekil 1.40 : Kombi Fırının (a) kazan sabitleme pimleri, (b) kazandaki pim yuvaları.



Şekil 1.41 : Kombi Fırının hamur yoğurma motoru.

Kazanı fırın iç şasisine yerleştirmek için, Şeki 1.40’ da gösterildiği gibi fırın iç şasisine sabitlenmiş 4 adet pim bulunmaktadır. Kazanın alt kısmı sıcaklığa dayanıklı plastik ketron (*peek 30*) malzemeden yapılmış. Kazanın bu kısmında, kazanı fırın içine sabitlemek için fırın iç şasisine sabitlenmiş 4 pimin girebileceği 4 adet yiv açılmış. Kazan altındaki bu yivler, fırın içindeki sabit pimlere denk getirilerek saat yönünde az bir çevirme ile sabitleme sağlanıyor. Kazan yivleri pimlere denk getirildiğinde eş zamanlı olarak kazan altından çıkmış olan yoğurucu bıçak mili, fırın iç şasisindeki yuvasına denk gelir. Bu mil ile yuvası yıldız formundadır, dolayısıyla kullanıcı milin yuvasına girmesi için çok fazla zorlanmamaktadır. Kazan altından çıkan milin girdiği bu yuva ayrıca mikrodalga modunda tepsi döndürmek için de kullanılır. Tepsi döndürmek için ürünün farklı bir tepsi döndürme mili bulunmaktadır. Bu milin bir ucu üzerine binen cam tepsideki forma karşılık gelen formdadır. Diğer ucu ise D – form şeklindedir ve fırın içindeki yuvaya takılır. Ancak bu mil ekmek yoğurma milinden farklı bir mile denk gelecek şekilde tasarlanmıştır. Başka bir deyişle; fırın içindeki millerin takıldığı yuva iç içe geçmiş iki milden oluşmaktadır. İç içe geçmiş bu millerden birisi ekmek yoğurma motoruna kayış –

kasnak ile bağılyken, diğ er mil ise doğ rudan tepsi dö ndürme motoruna bağı ldır.

Kombi Fırında iki farklı motor bulunmaktadır. Bunlardan biri ekmek yapmak için hamur yoğ urmada gerekli gücü karşı lamak için, Ş ekil 1.39' da gösterilen diğ er motor ise mikrodalga modunda tepsi dö ndürme için kullanılır. Boyutsal olarak hamur yoğ urmak için kullanılan motor, depsi dö ndürmek için kullanılan motordan çok daha büyüktür.

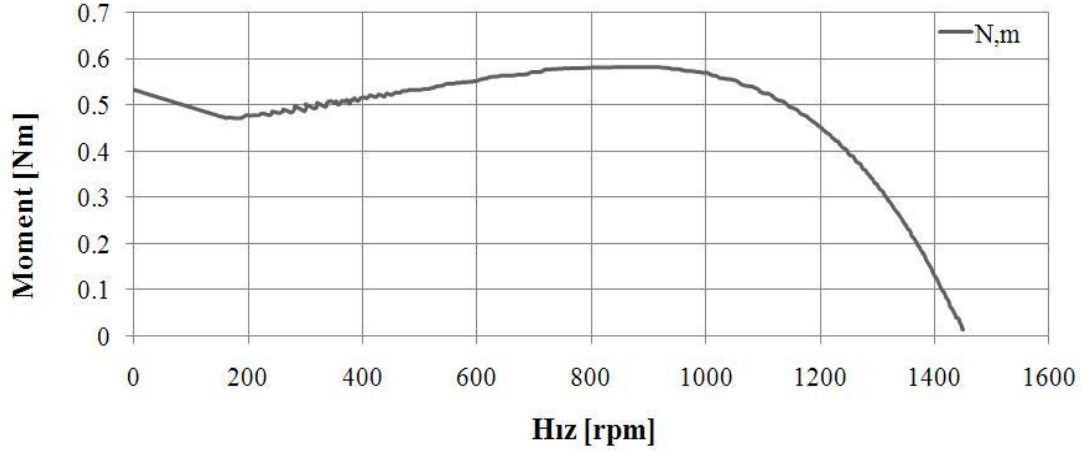
Hamuru yoğ urmak için gerekli güç boyutsal olarak Ş ekil 1.41' de gösterilen büyük motordan alınarak kayış – kasnak ile kazan altındaki mile aktarılır. Motor mili üzerine sabitlenmiş kasnak 15 diş, kazan altındaki mile sabit kasnakta ise 120 diş vardır. Dolayısıyla motorun hızı 1:8 oranında küç ültölüyor. Diğ er taraftan da motordan gelen tork aynı oranda artırılıyor. Bu iki kasnak arasında güç aktarmak için kullanılan kayış HTD-3M diş formundadır. Kayışın genişliğı ise 6mm'dir.

Hamur yoğ urmak için kullanılan motorun etiketinde belirtilen güç 30W' tır. Bu değ erin motorun mekanik gücü olduğı ; motor, performans testine tabi tutulduktan sonra anlaşılıyor. Kombi Fırının motorunun performans testi sonuçları Ç izelge 1.4 ve Ş ekil 1.42' de gösterilmektedir.

Bu performans testi sonucuna göre Kombi Fırında kullanılan hamur yoğ urma motorunun devri 1365 d/dak olarak belirlenmiştir. Bu durumda motor ile tava altındaki mil arasında 1:8 oranında redüksiyon olduğ undan yoğ urucu bıç ak, hamuru 170,625 d/dak ile yoğ urduğı görölür. Aynı şekilde bir hesaplama ile yoğ urucu bıç ak üzerindeki tork ise 1,68 Nm olduğ u görölür.

Ç izelge 1.4 : Kombi Fırın hamur yoğ urma motorunun performans değ erleri.

Kalkış Noktasındaki Değ erler						
Akım (A)	Gerilim (V)	Güç _{Giriş} (W)	Verim	Devir (d/dak)	Tork (Nm)	Güç _{Ç ıkış} (W)
0,867	230,19	193,55	0	0	0,529	0
Ç alışma Noktasındaki Değ erler						
Akım (A)	Gerilim (V)	Güç _{Giriş} (W)	Verim	Devir (d/dak)	Tork (Nm)	Güç _{Ç ıkış} (W)
0,525	230,12	114,03	0,263	1365	0,210	30,018



Şekil 1.42 : Kombi Fırın hamur yoğurma motorunun karakteristiği.

Yukarıda özetlenen 3 farklı markadaki EYM ve kombi fırından farklı olarak Japon piyasasında kendine yer aramaya yeni başlayan pirinç ekmeği yapma makinesi(PEYM) de dikkate değerdir. Japonya da son yıllarda pirinç tüketiminde görülen azalmayı yeniden canlandırmak amacıyla Sanyo' nun piyasaya GOPAN ismiyle sürdüğü Şekil 1.43' te gösterilen makine bilinenin aksine ekmeği pirinç unundan – princi kendi içinde ıstaltıp öğüterek – yapabiliyor. Ekmek malzemeleri arasında yer alan un yerine pirinç taneleri kullanılıyor. Su ile birleşen pirinç yumuşadıktan sonra, Şekil 1.45' te gösterildiği gibi yoğurucu bıçağın altına yerleştirilmiş öğütücü bıçaklar yardımıyla önce lapa daha sonra da pirinç unu haline getiriliyor. Sonraki işlemler solo EYM makinelerindeki buğday ekmeği yapımındaki gibi devam ediyor. Bu makinede de C marka EYM' de olduğu gibi kapak üzerine yerleştirilen bir besleyici bulunmaktadır. Ürünün kontrol paneli Şekil 1.44' te gösterilmiştir.

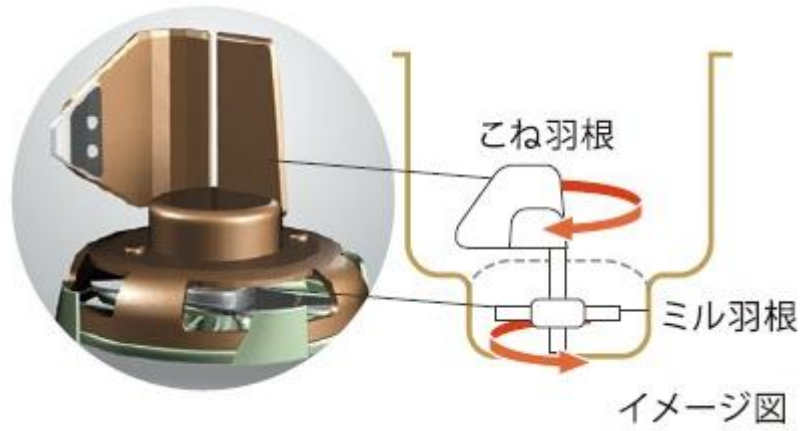
Firma bu ürün için 55 adet ulusal, 5 adedi uluslar arası uygulamalar olmak üzere 12 adet de yabancı patent başvurusunda bulunmuştur.



Şekil 1.43 : Sanyo Gopan PEYM genel görünümü [6].



Şekil 1.44 : Sanyo Gopan PEYM kontrol paneli [7].

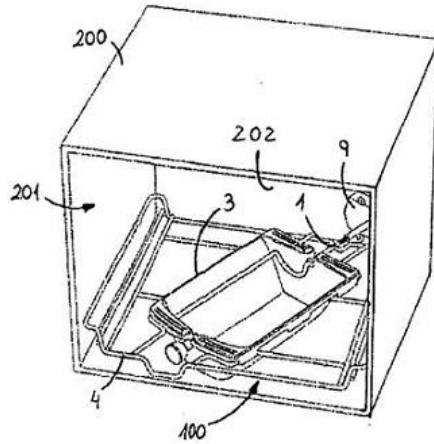


Şekil 1.45 : Sanyo Gopan PEYM yoğurucu ve öğütücü bıçağı [7].

1.3 Patent Araştırması

Fırın içinde ekmek yapma fonksiyonu, fırın içine kolaylıkla adapte edilecek bir düşünce değildir. Bunu yapmanın oldukça fazla zorlukları bulunmaktadır. Bu zorluklardan dolayıdır ki şimdiye kadar konvansiyonel fırın içine adapte edilmiş ekmek yapma sistemine rastlanmamıştır. Mevcut ürünler solo EYM ya da mikrodalga – ızgara – ekmek yapma fonksiyonlarının bir arada bulunduğu kombi fırınlardır. Ön görülen zorlukların başında ekmek yapmak için kullanılacak motorun boyutu gelmektedir. Bunu; titreşim, ses, maliyet gibi diğer zorluklar takip etmektedir. Dolayısıyla fırın üreticileri böyle bir fonksiyonu yerine getirebilecek sistemi konvansiyonel bir fırın içine koymaktan kaçınmaktadır. Ancak teknolojinin hızla ilerlediğini göz önünde bulundurulduğunda fırın üreticileri böyle bir fikri ürün olarak ortaya koymaktan ziyade, fikri hakkını elinde bulundurmak yoluna gitmektedir. Şayet teknoloji istenen seviyelere ulaşır da böyle bir fonksiyonu fırın içine adapte etmek cazip hale gelirse, bu sefer de patentlere takılmak gibi bir zorlukla karşılaşmak istemiyorlar. Dolyasıyla bu konuda çalışmalar yapılıyor ve bu çalışmalar üzerine alınabilecek patentler için başvuruda bulunuyorlar.

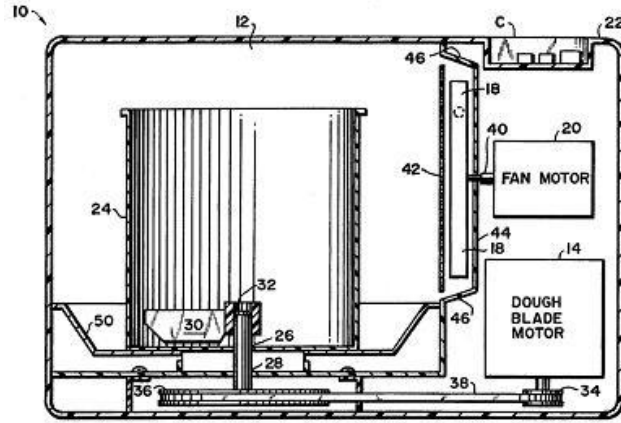
Konu ile ilgili başvurusu yapılmış ya da kabul edilmiş patentlerin araştırılması Avrupa Patent Ofisi' nin sitesinden yapılmaktadır. Bu site üzerinden konuyla ilgili yapılan patent araştırmasında, ekmek yapma makinesi ile ilgili 62 adet patent başvurusu ya da patente rastlanmıştır. Bu patent ya da patent başvuruları arasından 5 tanesi fırın içine ekmek yapma fonksiyonunun adaptasyonu ile doğrudan ilgilidir. Doğrudan ilgili olan patent ya da patent başvuruları şöyledir;



Şekil 1.46 : EP2147601A1 nolu patent başvurusunun genel görünümü.

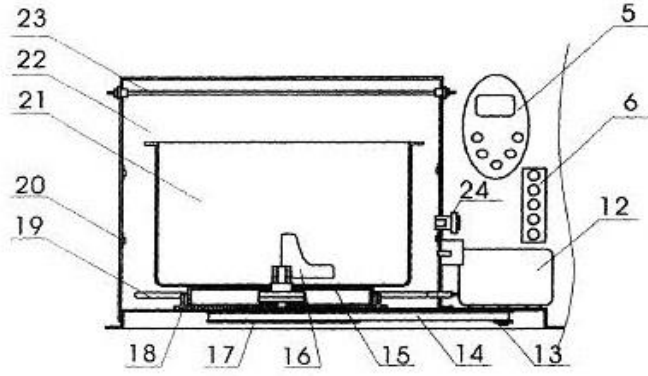
EP2147601A1 nolu patent 24.07.2008 tarihinde Fagor S. Coop. tarafından başvurulmuştur. Bu patent başvurusunda fırın arka iç duvarından alınan hareketle tava içindeki malzemelerin karıştırılarak hamur haline getirildiği sistemden bahsedilmektedir. Şekil 1.46' de görüldüğü gibi hamur tavaşı ızgara teline verilen özel form vasıtası ile ızgara teli üzerine sabitlenmektedir. Yoğurucu ise hareketini mevcut ürünlerde bulunan piliç çevirme motorunun bulunduğu bölgeye yerleştirilen ve ihtiyaçları karşılayan motordan almaktadır. Ekmek hamuru hazırlama sırasında yüksek torklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da gürültü ve titreşim olarak geri dönmektedir. Bu nedenle ekmek tavaşının doğru bir şekilde sabitlenmesi sistem davranışı açısından önemlidir.

Patentte açıklandığı şekilde tavanın ızgara teline sabitlenmesi yeterli olmayacak, fırın içerisinde çok fazla titreşim ve gürültü oluşacaktır. Başvuruda bu problemleri gideciri bir çözümden bahsedilmemektedir.



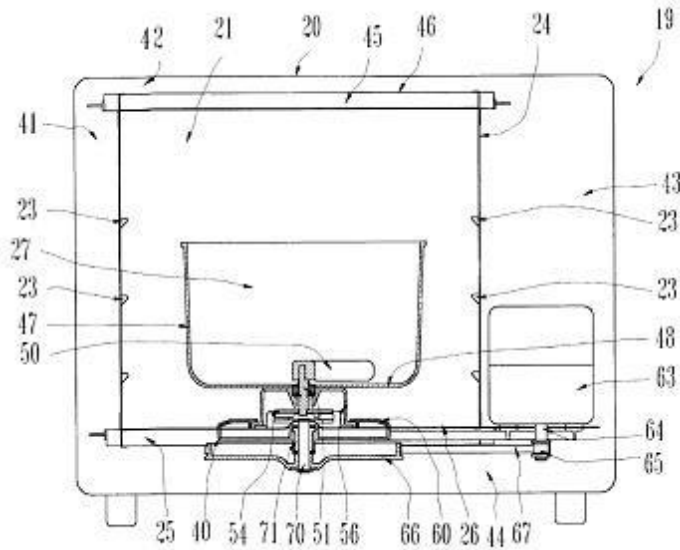
Şekil 1.47 : US5445061A nolu patent başvurusunun genel görünümü.

US5445061A nolu patent 30.06.1993 tarihinde bireysel olarak başvurulmuştur. Fikir olarak araştırma sonucunda ortaya çıkan patentler arasında en riskli olan patettir. Patent doğrudan fırın ile ekmek yapma makinesinin kombinasyonu fikrini tarifliyor. Ancak bilindiği gibi patentlerin kullanım hakkı 20 yıldır. Bu patentin de süresinin dolmasına çok az bir süre kaldığından yakın gelecekte kullanımı serbest bir fikir olacaktır. Dolayısıyla fırın içinde ekmek yapma fonksiyonunun bulunmasını engelleyecek bir durum fikri haklar açısından olmayacaktır. Şekil 1.47' de görüldüğü gibi ekmek yapma makinasının motor, kayış kasnak mekanizması ile fırın içerisine adaptasyonundan bahsedilmektedir. Patent ayrıca sadece Amerika ile sınırlı olduğu için proje açısından bir risk oluşturmamaktadır.



Şekil 1.48 : CN2681563 nolu patent başvurusunun genel görünümü.

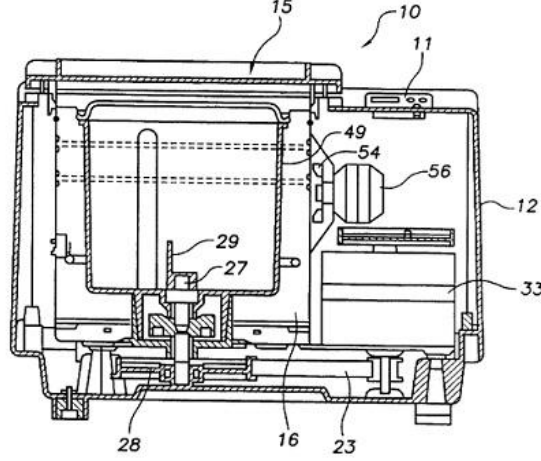
CN2681563 nolu patent başvurusu 24.02.2004 tarihinde bireysel olarak başvurulmuştur. Başvuru doğrudan fırın içinde ekmek yapma fonksiyonunun adaptasyonu fikrine yapılmıştır. Ancak US5445061A nolu patentten sonra başvurusu yapıldığı için proje açısından risk oluşturmamaktadır. Bu başvuruda da sistem olarak EYM’ lerdeki gibi kayış – kaskak ile motordan alınan güç yoğurucu bıçağına aktarılmıştır. Şekil 1.48’ de görülen sistemde ek olarak fan bulunmaktadır.



Şekil 1.49 : US5901637A nolu patent başvurusunun genel görünümü.

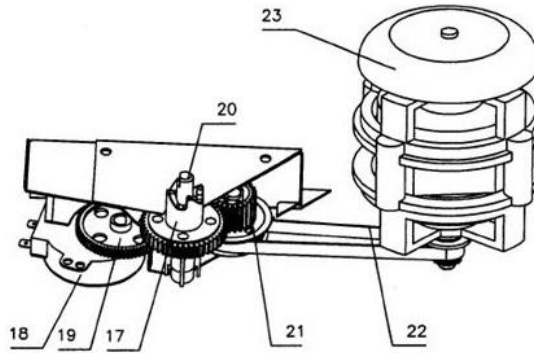
US5901637A nolu patent başvurusu 06.04.1998 tarihinde Appliances Development Coop. tarafından başvurulmuştur. Şekil 1.49’ da görüldüğü gibi solo ekmek makinalarında bulunan sistemin fırın içine adapte edilmesi doğrudan tariflenmiştir. Ekmek tavası fırın içerisinde tariflenen konuma sabitlendiği durumda, karıştırıcı mili tahrik sistemi ile ilişkilendirilir. Benzer patentlerden farklı olan yanı ise raf seviyelerinin

belirtilmiş olmasıdır. Patent Amerika ile sınırlı ve fikir olarak US5445061A nolu patentten daha sonra başvuruda bulunulduğu için proje açısından risk oluşturmamaktadır.



Şekil 1.50 : US5735190A nolu patent başvurusunun genel görünümü.

US5735190A nolu patent başvurusu 02.12.1996 tarihinde bireysel olarak başvurulmuştur. Şekil 1.50' de görüldüğü gibi solo ekmek makinalarında bulunan sistemin fırın içine adapte edilmesi tariflenmiştir. US5901637A nolu patente çok benzer olan bu başvuruda diğerlerinden farklı olarak fırın içine yerleştirilen ve mikroprosesör ile iletişim içerisinde olan bir sıcaklık sensöründen bahsedilmektedir. Bu sıcaklık sensörü sayesinde ekmek ve yemek pişirme prosesleri daha kontrol edilebilir olmaktadır.



Şekil 1.51 : CN278963Y nolu patent başvurusunun genel görünümü.

CN2789637Y nolu patent 21.06.2006 tarihinde Xinbao Electric Appliances Co. tarafından başvurusu yapılmıştır. Bu patent, kombi fırınlardaki uygulama için alınmıştır. Ancak Moulinex tarafından patent hakkı satın alınmış ve Moulinex Cook

and Bread ürününü piyasaya sürmüştür. Literatür araştırması kısmında bahsi geçen bu ürünün patentinde mikrodalga fırın içinde ekmek yapmak için kullanılmış sistemin kullanım hakkı kısıtlanmıştır. Mikrodalga fırın olduğundan dolayı tepsi döndürmek için sistemde çift motor bulunmaktadır. Tava altına denk gelen kısımda bu iki motora bağlı iç içe çift motor bulunmaktadır. Şekil 1.51’ de sistemin genel görünümü gösterilmiştir [8].

Sonuç olarak ekmek yapma fonksiyonunun konvansiyonel fırın içine adaptasyonuna yönelik yapılan patent araştırmasında; fikre ait fırın ve mikrodalga fırınlarda uygulama örneklerine rastlanmış olmasına rağmen, mevcut patent ya da patent başvuruları içinde, konvansiyonel fırın içine ekmek yapma fonksiyonunun adaptasyonunu kısıtlayan bir patent ya da patent başvurusuna rastlanmamıştır.

2. SİSTEM GEREKSİNİMLERİNİN TANIMLANMASI VE İSTEKLER LİSTESİNİN OLUŞTURULMASI

2.1 Amaç

Piştirici cihazlar işletmesinden gelen; maliyet, fonksiyon, gıdaya uygunluk, elektriksel donanım vb. sınırların tarifi ile birlikte, proje sırasında ortaya çıkabileceği öngörülen problemlerin giderilmesine yönelik tarfilenen ve arzu edilen isteklerin oluşturulması ve bu isteklerin oluşabilmesi için gerekli deneylerin yapılması problemin tarifinden sonra oluşturulacak ilk basamaktır.

Ekmek yapma ile ilgili mevcut piştirici ürünler incelendiğinde, hamur karıştırmak için gerekli devir ve moment üründen ürüne farklılık göstermektedir. Bu farklılığın sebebi; yoğurucunun formu, kazanın boyutları, maliyeti düşürmek için harcıâlem ama ihtiyaç fazlası özelliklere sahip motor kullanmak gibi farklı etkenler olabilir. Ancak bunu ilk bakışta kestirmek oldukça güçtür. Hem bu durumun asıl sebebini hem de hamur yoğurmak için gerekli minimum devir ve momenti belirlemek için bir takım testler yapılması gerekmektedir. Ayrıca tasarım sonunda yapılacak piştirme testlerini kıyaslayabilmek için referans ekmek kalitesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu durumda referans alınacak ekmeğin belirlenmesi için de bir takım testlerin yapılması ihtiyaçtır.

Bunların dışında ekmek piştirme süresine etki eden faktörlerden biri de istenilen kıvamda hamurun elde edilmesi için geçen süredir. Bu süreyi de yoğurucunun formları belirlemektedir. Yine bu formların farklı yapıda olması hamur yoğurmak için gerekli moment değerini de etkilemektedir. Bu durumda hangi forma sahip yoğurucunun hamur yoğurmak için daha az moment ihtiyacı duyduğunu ve ne kadar sürede istenilen kıvamda hamur elde edebildiğini belirlemek için de bir takım deneyler de yapılması gerekmektedir.

Firin içinde farklı bölgelerde ölçülen sıcaklık değerleri de farklıdır. Bu değerler, tasarım ve sistemde kullanılacak elemanların bulunduğu sıcaklık koşullarına dayanıklı olmasının gerektirmektedir. Bu durumda firin içinde ekmek yapmak için

tasarlanacak sistemin hangi elemanlarının hangi sıcaklığa maruz kalacağını da belirlenmesi gerekmektedir. Fırının genel yapısının anlatılmasıyla birlikte yapılacak sıcaklık ölçümleri tasarlama sürecinde sistem elemanlarının malzemelerinin seçiminde önemli bir bilgi olacaktır.

2.2 Fırının Genel Yapısı

Fırın içinde ekmek yapma sistemini için çalışılan fırın, Arçelik AS ürün gamında bulunan bir ankastre fırındır. Genel yapısı Şekil 2.1’ de gösterilen fırın, 0.6 mm DKP saçıtan imal edilmektedir. Fırın sasisi; iç ve dış sasi olarak iki temel yapıya ayrılmaktadır.

İç sasi; fırın kapısı açıldığında görülen, iç hacmi oluşturan kısımdır. Fırın iç hacmine bakan yüzey emaye ile kaplanır. Emaye kaplamanın asıl amacı yüzey korumadır. Emaye metal yüzeyi korozyona karşı korumanın yanı sıra sac malzemeye başka özellikler de kazandırır:

Yüzey;

- Pürüzsüzlük
- Sertlik
- Hijyen
- Bakteri üremesini önleme özelliği
- Dekoratif görünüm

Kalicilik;

- Soğuk ve sıcak mukavemet
- Kimyasallara direnç
- Renk kararlılığı
- Zamanla karşı direnç

Çevreye direnç;

- Hava şartlarına
- Kimyasal reaksiyona karşı [14].

Dış şasi; fırının dış yapısını oluşturan kişimdir. Fırın yapısını ayakta tutar ve iç şasiyi ve diğer tüm komponentleri taşır. Yüzeyine herhangi bir kaplama yapılmaz.

Fırına ait diğer tüm komponentler iç ve dış şasi arasında bulunmaktadır. Fırın iç hacminden dışarı ısı geçişini minimuma indirmek için bu iki yapı arasında izolasyon malzemesi bulunur. İzolasyon, kapak yüzeyi hariç fırının iç hacmini 5 yüzeyden sarar. Isıtıcı rezistanslar bu izolasyon yapısının içerisinde bulunurken, sıcaklıktan etkilenen turbo fan motoru, elektronik komponent vb. yapılar bu izolasyon yapısının dışarısında bulunur.

Bu iki yapı arasında çalışılabilecek sınırlı bir hacim mevcuttur. Dolayısıyla alternatif ve final tasarımlar bu sınırlı hacim içine sığacak şekilde olmalıdır. Diğer bir taraftan, izolasyonun da bu hacim içinde bulunması, oluşturulacak tasarımların izolasyon kalınlığını etkilemeyecek ya da izolasyon kalınlığının olabilecek minimum değerden daha fazla sıkıştırmayacak şekilde olmalıdır.

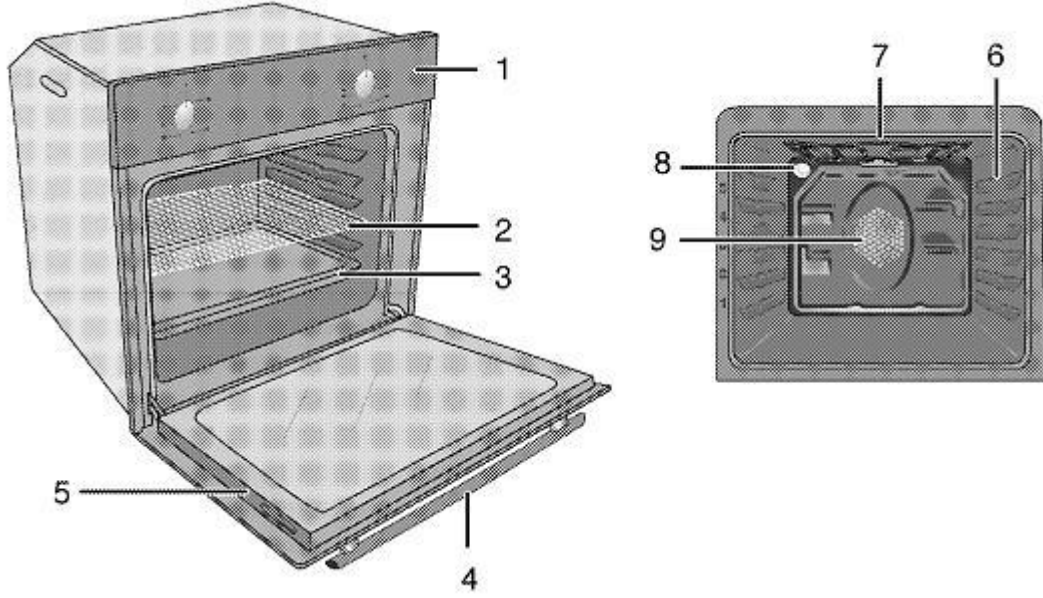
Kullanıcı fırını, fırın ön yüzünde bulunan kontrol panelinden kontrol eder. Kontrol panelini arkasında, fırını kontrol eden kontrol kartları ve diğer elektronik elemanları bulunmaktadır.

Fırının pişirme hacmine, tutamak sayesinde açılan fırın kapısından/kapağından erişilir. Kapı, menteşelerin çeşidine göre aşağıya doğru veya yana doğru açılır. Kapıdaki yüksek sıcaklığa dayanıklı cam sayesinde kullanıcı pişirme hacmini görebilir. Çift katlı cam ve ortasında bulunan hava ile bu bölgede izolasyon sağlanır.

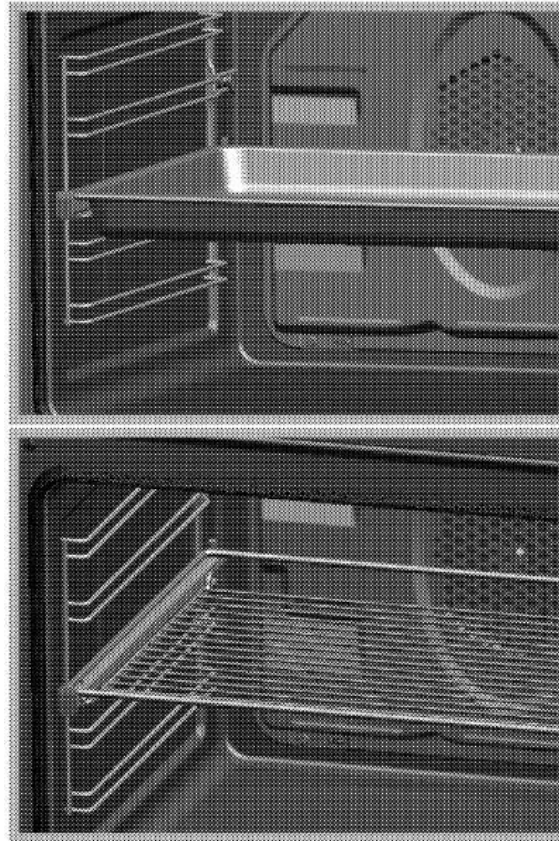
Yan yüzeylerde bulunan 5 farklı raf seviyesi ile kullanıcı farklı tepsilerdeki yemekleri aynı anda pişirebilir, ya da tek bir yemeği istediği seviye de konumlandırabilir. Bu seviye bölmelerine standart fırın tepsileri yerleşebileceği gibi, fırında ızgara yapmayı kolaylaştıran ve raf boyundan küçük olan tepsi ve kapların fırının pişirme hacminde asili durmasını sağlayan tel ızgara yapıları da yerleştirilebilir.

Şekil 2.2' de gösterilen fırın raf seviyeleri, fırın yan duvarlarında, sac üzerinde konumlandırılacağı gibi bazı modellerde bulunan yan duvarlara monte edilebilen tel raflar ile de gerçekleştirebilmektedir. Bu tel raf seviyeleri üzerine bulunan teleskopik ray yapısı sayesinde kullanıcı tepsiyi öne çekerek daha iyi bir erişim sağlar.

Fırın pişirme hacminde bulunan lamba sayesinde kullanıcı yemeğinin pişme durumunu daha iyi görerek kontrol edebilir.



Şekil 2.1 : Fırının genel yapısı, 1) Kontrol paneli, 2) Izgara, 3) Tepsi, 4) Tutamak, 5) Kapak/Kapı, 6) Raflar, 7) Üst ısıtıcı rezistans, 8) Lamba, 9) Turbo fan.



Şekil 2.2 : Tel raf seviyeleri ve teleskopik ray yapısı.

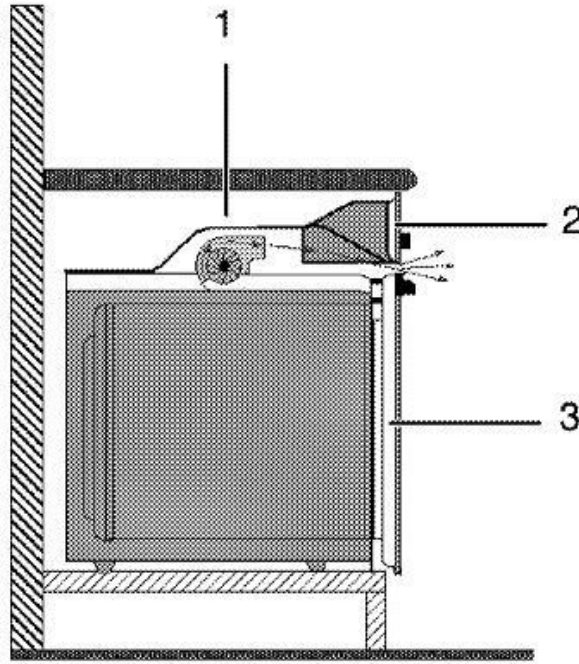
Fırında toplamda 3 adet olmak üzere fırının farklı bölgelerine yerleştirilmiş ısıtıcı rezistanslar bulunur. Bu rezistanslar kullanıcı tarafından, istediği pişirme özelliğine göre açılıp devre dışı bırakılabilmektedir.

Rezistanslar; fırın alt tabanı, fırın tavanı ve fırın arka yüzeyindedir. Bu sayede gıda, üç farklı açıdan ısıya maruz kalmaktadır. Ayrıca fırının arka yüzeyinde bulunan rezistans turbo fanı çevrelemektedir. Bu fan, pişirme sırasında uygun program seçildiğinde pişirme hacminde sıcak hava akışı sağlayarak gıdanın daha homojen pişmesine yardımcı olur. Rezistanslara ait güç değerleri Çizelge 2.1 de verilmiştir.

Çizelge 2.1 : Rezistanslara ait güç değerleri.

Rezistans Konumları	Güç (W)
Fırın Tabanı	1300
Fırın Tavanı	1100
Fırın Arka Yüzeyi	1800

Kontrol paneli arkasında bulunan elektronik komponentleri soğutmak için Şekil 2.3’ de gösterdiği gibi fırın içerisinde bir soğutucu fan bulunur. Fanın üflediği hava, fırın kapısı üzerindeki egzoz çıkışından dış ortama verilir. Bu fan ayrıca, pişirme sırasında oluşan nemin pişirme hacminden alınarak dış ortama su buharı olarak verilmesini de sağlar.



Şekil 2.3 : Fırın yerleşimi ve soğutucu fan yapısı, 1) Soğutucu fan, 2) Kontrol paneli, 3) Fırın kapısı.

Fırın içerisine yerleştirilecek mekanizma ve diğer gerekli komponentler, fırının temel fonksiyonu olan ısıtma sonucu oluşacak yüksek sıcaklık değerleri göz önünde

bulundurularak seçilmeli ve tasarlanmalıdır. Kullanılacak malzemelerin, fırın üzerinden konumlandırılacak yerlerdeki ortam sıcaklığına dayanması gerekmektedir. Bu sebepten dolayı fırın içerisinde belirli noktalarda oluşabilecek maksimum sıcaklık değerlerinin bilinmesi gerekmektedir. Sıcaklık değerlerinin belirlenmesi için bir deney yapılmıştır.

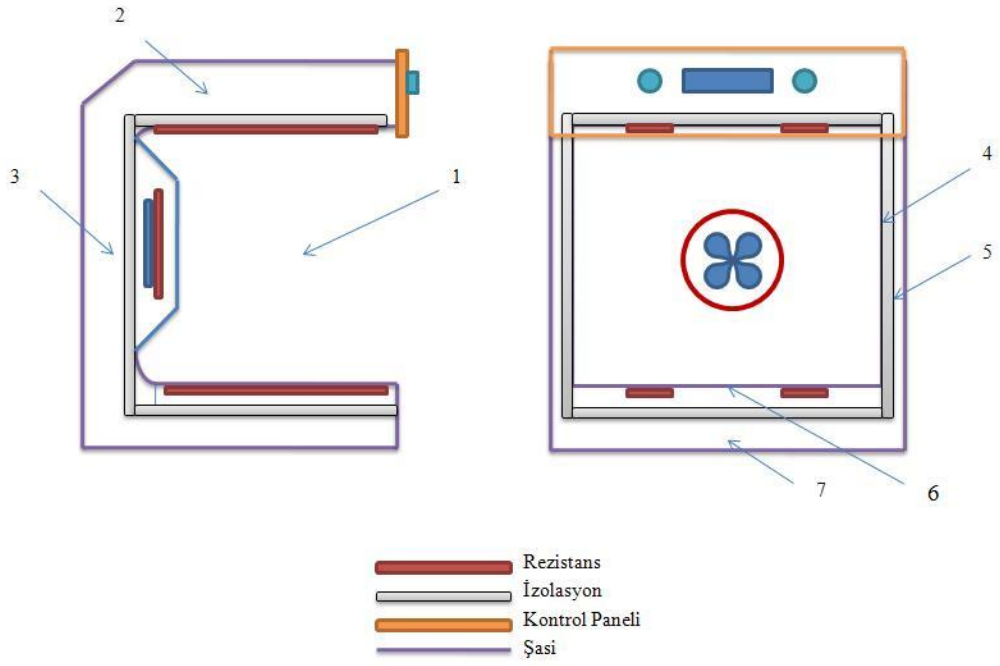
Bu deney kapsamında; fırının bazı bölgelerine yerleştirilmiş ısı çiftleri (thermocouple) sayesinde o bölgenin sıcaklık değerleri ölçülmüştür. Bu ölçümler fırında bulunan iki farklı mod için yapılmıştır. Bu modlar:

- Turbo Mod
- Prolitik Mod (kendinden temizleme özelliği)

Turbo mod; fırın içerisinde pişirme yapılabilen ve sıcaklığın maksimum değerlere ulaştığı moddur. Bu modda; taban, tavan ve arka yüzeyde bulunan tüm rezistanslar çalışmaktadır. Ayrıca turbo mod fanı da çalışarak fırın içindeki hava sirküle edilir. Bu modda sıcaklık, kontrol panelinden girilen maksimum değer olan 280 °C' ye ayarlanmıştır.

Prolitik mod ise; sıcaklığın otomatik olarak 500 °C' ye ayarlanarak, fırın yüzeylerinde sıçrama veya diğer sebeplerle oluşan yağ birikintilerinin yanarak kül haline gelmesini sağlamaktadır. Bu sayede kullanıcı, fırın tabanında biriken külleri kolay bir şekilde temizlemektedir. 2 saat süren bu operasyon sonucunda fırın, ulaşabileceği maksimum sıcaklık değerlerine ulaşır. Fırın bu modda pişirme yapmaya izin vermemektedir ve bu işlemi sırasında fırın kapağı otomatik olarak kapanmaktadır.

Oluşturulan deney düzeneğinde, 500 °C ye dayanan ısı çiftleri kullanılmıştır. Sistemin çalışabileceği düşünülen Şekil 2.4' te tariflenen yerlere yerleştirilerek sıcaklık ölçümleri alınmıştır.



Numara	Açıklama
1	Piştirme hacmi
2	Fırın üst boşluğu
3	Fırın arka boşluğu
4	Fırın içi yan duvarı
5	Fırın yan boşluğu
6	Fırın iç tabanı
7	Fırın alt boşluğu

Şekil 2.4 : Fırın üzerinde sıcaklık ölçümü yapılan noktalar.

Yerleştirilen ısı çiftlerinden elde edilen veriler Çizelge 2.2 de verilmiştir. Turbo mod için ölçüm, fırın içi sıcaklığının rejime ulaştığı 20. dakika sonunda, prolitik mod için ise temizleme bitimine yakın 2 saatin sonunda alınmıştır.

Çizelge 2.2 : Ölçülen en yüksek sıcaklık değerleri.

Ölçüm Noktası	Turbo Mod (°C)	Prolitik Mod (°C)
1	286	450
2	78	86
3	73	75
4	220	420
5	76	125
6	330	484,5
7	117	131

2.3 Referans Ekmeğin Belirlenmesi

Konsept tasarımların belirlenmesi ve en iyi konseptin seçilmesinden sonra hazırlanacak olan ilk örnek üzerinde pişirme deneyleri yapılacaktır. Bu deneylerin sonucunda ortaya çıkacak olan ekmek kalitesinin izafi olarak kıyaslanması gerekmektedir. Kıyaslanacak ekmek, referans ekmek olarak adlandırılır.

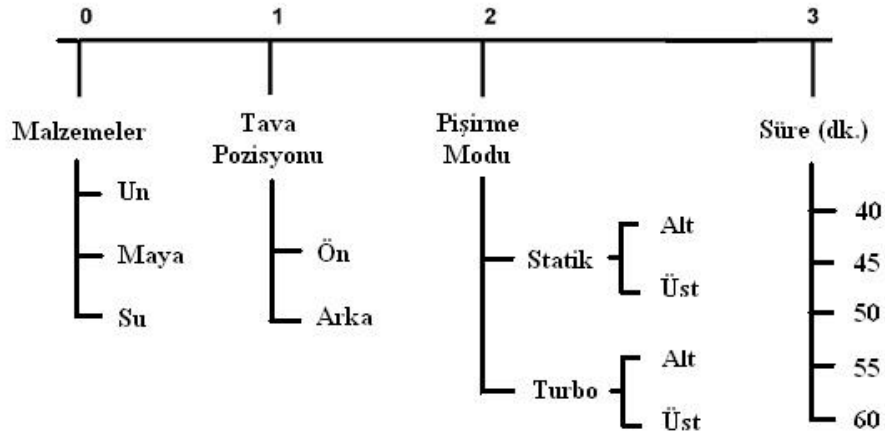
EYM' lerde yapılan ekmekler; kullanıcı hatası, malzeme kalitesi, ortam şartları gibi etkilere dolaylı her zaman standart kalitede olmayabilir. Bazen kullanıcı farkında olmadan bozulmuş maya, tarihi geçmiş un, sert su gibi malzemede düşük kalite kullanılabilir. Bu durum ekmeğin istenen kalitede olmasını engeller. Ayrıca bu durum, makinenin de hatası değildir. Fakat makine algoritmasının ortaya koyabildiği ekmek kalitesi bazen; ortam sıcaklıkları, kullanılan malzemenin kalitesi gibi olumlu etkilere de faydalanarak artabilir. Bu durumu da makineye mal etmek doğru olmaz. Bu yüzden referans ekmek; EYM' lerde ortalama malzeme kalitesiyle yapılan, ortalama pişme kalitesine, kızarıklığa ve lezzete sahip, kullanıcı hatalarını da içinde barındıran ortalama bir ekmek olarak tanımlanabilir.

Böyle bir ekmeği niteliksel ve niceliksel olarak tanımlamak için mevcut EYM' lerden birinde farklı malzeme, farklı ortam sıcaklığı ve farklı pişirme modlarında ekmek yapma denemelerinin yapılması gerekir. Bu denemeler sonucunda belirlenecek referans ekmeği, fırında yapabilmek için bir takım deneylere ihtiyaç vardır. Fırının iç hacmi ve ısı kayıpları EYM' den farklı olduğu için, EYM' lerde kullanılan algoritma fırında kullanıldığında referans ekmek elde edilemeyebilir.

Bu durumda yapılması gereken iki farklı deney silsilesi oluşmaktadır. Bunlardan ilki; EYM' lerde referans ekmeğin tarifi, diğeri ise; referans ekmeği fırın içinde yapabilecek pişirme modu.

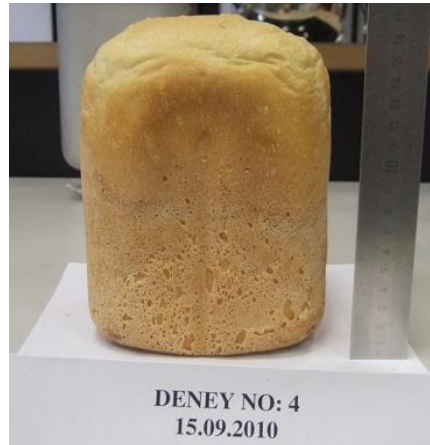
Referans ekmeğin tariflenmesi için A Marka EYM kullanılmıştır. Deneylerin ilk bir kaçında ekmek yapmak için en uygun malzemeler seçildi. Özellikle un, su ve maya malzemeler arasındaki en etken olanlardır. Farklı markalarda un, su ve maya ile A Marka EYM kullanılarak ekmek yapıldı ve bu ekmekler birbirleriyle kıyaslandı. Bu kıyaslama sonucunda sözel olarak tanımlanan ideal ekmeğe en yakın olan ekmek tarifinde kullanılan malzemeler bundan sonra yapılacak tüm deneylerde kullanılmak üzere seçildi.

Seçilen malzemeler kullanılarak A Marka EYM’ de referans ekmek belirleme deneyleri yapıldı. Toplam 8 adet deneyde 6 kez başarılı ekmek yakalandı. %75 başarı oranı, kullanıcı hatalarının da dâhil olduğu deney sonuçlarını yansıtmaktadır. Bu oran ayrıca sözel olarak tariflenen referans ekmek yapımı için başarı oranıdır. Fırında referans ekmek kalitesinde pişirme yapabilecek modun en az bu oranı yakalaması hedeflenmektedir. Fırında yapılan deney değişkenleri şekil 2.5’ teki matristeki gibidir.



şekil 2.5 : Fırın deneylerindeki değişkenler matrisi.

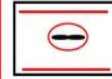
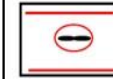
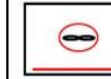
şekil 2.6’ da gösterilen referans ekmeğin belirlenmesi aşamasında, A Marka EYM’ de pişen ekmeklerin; kabarma yüksekliği, kabuk kalınlığı, iç dokunun gözenek büyüklüğü ve miktarı, tadı, pişme miktarı, kokusu ve kabuk rengi gibi değerler ekmeklerden alınan ölçümler ve tadımcılardan alınan geri bildirimlerle belirlendi. Dolayısıyla fırında yapılan ekmek pişirme deneyleri, referans ekmekteki bu değerlerle kıyaslanmıştır.



şekil 2.6 : A Marka EYM’ den elde edilen referans ekmek.

A Marka EYM’ den elde edilen referans ekmeğe ait niceliksel tanım; 170 – 180 mm kabarma boyu, 3 – 3.5 mm kabuk kalınlığı olarak belirlenmiştir. Bunun dışında ideal ekmek tadımcıların yorumlarıyla nitelik olarak; lezzet, koku, pişme kalitesi gibi parametreler kıyaslanmış, maya kokusu ve tadı olmayan, hamur iç dokusu bulunmayan, tepe kümbeti ve maya yarığı olan bir ekmek olarak tariflenmiştir.

İdeal ekmeğin tariflenmesi ve ideal ekmekte kullanılan malzemelerin belirlenmesinden sonra fırında ekmek yapma denemeleri yapılmıştır. Bu deneylerdeki değişken parametreler Şekil 2.5’ te gösterilmiştir. Malzemeler A Marka EYM’ de yoğrulduktan sonra fırın içine yoğurma kazanı ile birlikte koyularak önce mayalama ardından pişirme yapılmıştır. Mayalama için fırın 40°C sabit sıcaklığa ayarlanmıştır. Fırının 40°C sabit sıcaklıkta ayarlanmış olması mayalamayı olumsuz etkilememektedir. Çünkü fırın içine yerleştirilen ısı çift ile okunan sıcaklık değeri mayalanma sırasında mayalama için gerekli en uygun değerdedir(32°C). Mayalama süresi A Marka EYM’ deki toplam mayalama süresi ile aynı tutulmuştur. Böylece A Marka EYM’ ye göre daha büyük pişirme hacmine sahip bir fırında mayalamanın yapılıp yapılamayacağı test edilmiştir. Mayalama sürecinin ardından fırın sıcaklığı Şekil 2.7’ de gösterilen 200°C’ ye ayarlanarak ısıtıcı konumu ve pişirme süreleri gibi farklı alternatifler denenmiş ve her biri için pişme kalitesi referans ekmekle kıyaslanmıştır.

	EYM’ de Referans Ekmek	65 lt Fırında Pişirme Deneyleri																	
																			
Kullanılan Isıtıcılar		Alt	Üst	Turbo	Alt	Üst	Turbo	Alt	Üst	Turbo	Alt	Üst	Turbo	Alt	Üst	Turbo	Alt	Üst	Turbo
Sıcaklık		200			200			200			200			200			200		
Pişirme Süresi		60			45			30			40			40			40		
Toplan Süre		2, 53'			2, 38'			2, 23'			2, 33'			2, 33'			2, 53'		
Süre Farkı					-15			-30			-20			-20			0		

Şekil 2.7 : 65 lt fırın içinde yapılan deney alternatifleri.

Fırın içinde yapılan 45 adet mayalama ve pişirme deneyinde; mayalama için statik modun, pişirme için turbo modunda alt ısıtıcının açılması kesinleştirilmiştir. Fırın içinde yapılan tüm deneylerde % 78 oranında en az referans ekmek kalitesinde ekmek elde edilmiştir. Bu durum fırın içinde ekmek yapmanın pişme kalitesi bakımından EYM’ lere göre daha iyi olduğunu göstermektedir. Şekil 2.7’ te fırın içindeki farklı pişirme modları hem sembolik ifade edilmiş hem de kullanılan ısıtıcılar olarak ifade edilmiştir. EYM’ de elde edilen referans ekmek için kullanılan ısıtıcı, pişirme sıcaklığı, pişirme süresi ve ekmek yapmak için gerekli toplam süre

tariflenmiştir. 65lt fırın içinde EYM’ de elde edilen referans ekmeği yakalamak için yapılan deney alternatifleri Şekil 2.7’ de gösterilmiştir. Buna göre 65lt fırın içinde yapılan deneylerde referans ekmeğe en yakın pişme kalitesi sağlayan pişirme modu; alt ve turbo ısıtıcılar kullanılarak, turbo mod 200°C’ de 45dk pişirme yapılmasıdır. Diğer modlarda ya ekmeğin iç dokusu çiğ kalıyor ya da çok fazla pişiyor. Fırın içinde referans ekmeğe en yakın sonucun yakalandığı mayalama ve pişirme modunda elde edilen bir ekmek numunesi Şekil 2.8’ de gösterilmektedir.



Şekil 2.8 : 65 lt fırın içinde elde edilen referans ekmek kalitesinde bir numune.

Fırında referans ekmeği yakalamak, fırın içinde ekmek yapmanın mümkün olup olmayacağını pişme kalitesi bakımından gösmek için, projenin kilometre taşlarından biridir. Bir diğer önemli faktör ise EYM’ de ekmek yapmak için harcanan toplam enerji ile, fırında ekmek yapma için harcanacak toplam enerji miktarı ve ekmek yapmak için gerekli mazemelerin maliyetleri eklendiğinde ortaya çıkacak değerlerin birbirinden çok farklı olup olmadığıdır. Bir başka değişle; EYM’ de ekmek yapmanın toplam maliyeti ile fırın içinde ekmek yapmanın toplam maliyeti arasındaki fark önemli bir kriterdir.

Ekmek yapmak için solo EYM kullanıldığında harcanan toplam maliyeti ve Fırın içinde referans ekmeğin elde edildiği modda harcanan toplam maliyeti kıyaslamak için hem solo EYM’ de hem de fırında enerji ölçümleri yapılmıştır. Çizelge 2.3’ te gösterilen bu ölçümler hazırlama ve pişirme olarak ikiye ayrılmıştır. Hazırlama evresi; malzemelerin karıştırılarak hamur haline getirilmesi, dinlendirilmesi ve mayalanması için harcanan enerji değerini göstermektedir. Pişirme evresi ise, hamurun mayalama sonunda ısıtıcıların açılarak pişirmeye başlaması ve ekmeğin hazır hale gelmesine kadar geçen sürede harcanan enerji değerini göstermektedir. Fırın içinde malzemelerin karıştırılması için gerekli bir sistem mevcut olmadığı için

hazırlama evresi solo EYM’ de yapılarak fırın içinde pişirme yapılmıştır. Solo EYM’ lerde genellikle 500W rezistans kullanılır. Oysa fırın referans ekmeğin elde edilmesinde kullanılan rezistansların toplam değeri 3000W’ tır. Pişirmek için harcanan enerjilerin kıyaslamasında oluşan farkın sebebi de rezistanslardaki bu farklılıktır.

Çizelge 2.3 : Solo EYM’ de ve fırında ekmek yapmak için harcanan enerji değerleri.

	Solo EYM	Fırın
Hazırlama (kWh)	0,035	0,035
Piştirme (kWh)	0,291	0,818
Toplam (kWh)	0,326	0,853

Rezistans kapasitesinin bu deneli farklı olması ve aynı oranın enerji harcamalarında görülmemesi ilk bakışta şüphe oluştursa da, fırında izolasyonun olmasıyla ısı kaybının aza indirgenmesi ve piştirme süresinin EYM’ lere göre daha kısa olması bu tabloyu doğrular niteliktedir.

Enerji giderlerine beyaz ekmek için malzeme giderleri eklenir ve ekmek yapmak için toplam maliyet hesaplandıktan sonra İstanbul için 700 gr ekmek fiyatı ile EYM ve fırında yapılan ekmeğin toplam maliyetleri kıyaslanırsa Çizelge 2.4’ de gibi bir tablo oluşur.

Çizelge 2.4 : Solo EYM’ de ve fırında ekmek yapma maliyeti.

	Solo EYM' de Ekmek Maliyeti	Fırın İçinde Ekmek Maliyeti	İstanbul’da 700 gr Ekmek Maliyeti***
Malzeme Maliyeti* (TL)	0,82	0,82	2,275
Harcanan Enerji (kWh)	0,326	0,818	
Enerji Maliyeti** (TL)	0,058093	0,145768	
Toplam (TL)	0,878093	0,965768	

* 450gr un, 300ml su, 15gr maya ve diğer malzemelerin toplam maliyetidir [9-11].

** Elektrik birim ücreti 0,178247 TL/kWh olarak alınmıştır [12].

*** Ekmek birim fiyatı 3,25 TL/kg olarak alınmıştır [13].

Evde ekmek yapmak, sadece sağlıklı bir ekmek yemek için bile tercih etme sebebidir. Ancak evde ekmek yapma fikri EYM ya da fırın kullanımının fazla enerji harcadığı önyargısı taşımaktadır. Çizelge 2.4’ de durumun aslında hiç de bu kadar ürkütücü olmadığı görülmektedir. 700 gr beyaz ekmek yapmak için malzeme ve enerji giderlerinin toplamı piyasa fırınlarında satılan aynı ağırlıktaki beyaz ekmek fiyatının yarısından daha ucuza mal olmaktadır. Bu durum ekmek yapmak için harcanan toplam maliyet açısından bakıldığında bile fırın içinde ekmek yapma fikrini destekler niteliktedir.

2.4 Motor Gereksinimlerinin Belirlenmesi ve Motor Seçimi

Hamuru yoğurmak için gerekli olan motorun hangi güçte olacağı, ne kadar devirde ne kadar torka sahip olması gerektiğini belirlemek ve bu özelliklere sahip fırın içine sığabilecek uygun motorun seçimi tezin en önemli kilometretaşlarından biridir.

Mevcut solo EYM’ lerde AC asenkron motor kullanılmaktadır. İncelenen ürünlerdeki motorların teknik özellikleri Çizelge 2.5’ te basit bir şekilde özetlenmiştir.

Çizelge 2.5 : İncelenen ürünlerin motorlarındaki tork ve devir bilgileri.

	A Marka EYM	B Marka EYM	Kombi Fırın
Tork (Nm)	0,329	0,293	0,21
Devir* (d/d)	1124	1061	1365
Devir** (d/d)	140,5	132,625	170,625

* Motor milindeki devir.

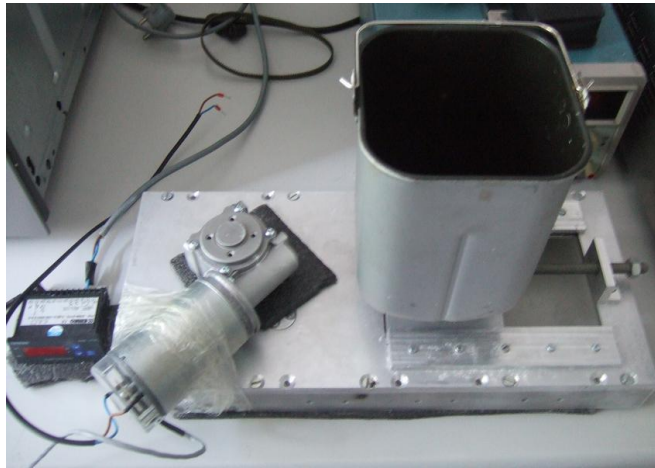
* Yoğurucu milindeki devir.

Çizelge 2.5’ te yoğurucu milinin 140 ila 170 d/d civarında bir hızla dönmesi gerektiği anlaşıyor. Ancak bu değerler mevcut ürünler üzerindeki motorların sağladıkları devir büyüklüğüdür.

Solo EYM' lerde karakteristik olarak aynı tip motorların kullanılması; bu motorların ucuz, harc-ı âlem bulunması ve boyutsal olarak EYM' de konstrüktif ölçüler içinde kalabilecek düzeyde olmasından kaynaklanıyor olabilir. Aynı zamanda bu motorların sağladıkları devir ve tork hamuru yoğurmak için yeterli de oluyorsa daha küçük boyutlarda motor kullanmayarak maliyeti azaltma yoluna gidildiği düşünülmektedir. Bu durumda, bu motorlar kullanılırken ya torkları istenen düzeye çıkarılmış ve devrin gerekenden daha fazla olması önemsenmemiş, ya da devir istenen seviyeye çekilerek torkun gerekenden fazla olması göz ardı edilmiştir. Ancak hangi senaryonun ele alındığını anlamak için bir takım testlerin yapılması gerekmektedir. Bu testler sonucunda hem hangi senaryonun doğru olduğu anlaşılacak hem de o senaryoda kullanılan ana değerin ne kadar ihtiyaçtan uzak olduğu anlaşılacaktır. Bir başka deyişle; yapılan testler bize ihtiyaç duyulan minimum tork ve devir bilgisini sunarak bu tarz motorların seçiminde etken olan ana parametrenin tork mu yoksa devir mi olduğunu gösterecektir.

Solo EYM' lerde kullanılan motorların boyutlarının fırın için konstrüktif açıdan uygun olmadığı göz önüne alınırsa, ana parametrenin belirlenmesinin ne ölçüde önemli olduğu daha iyi anlaşılabilir.

Hamur yoğurmak için gerekli minimum torku ve minimum devri tespit etmek, motor seçiminde önemli bir adımdır. Öncelikle devir sayısının hamurun yoğrulmasına etkisini belirlemek amacıyla devir tespit deneyleri yapılmıştır. Bu deneyler sonucunda varılmak istenen, devrin hamurun yoğurmasında ne gibi bir etkisinin olduğunu gözlemlemek ve hamurun iyi bir şekilde yoğrulması için gereken minimum devir sayısını belirlemektir.



Şekil 2.9 : Motor tork ve devir deneyi sistemi.

Deneyler için 24VDC motorun kullanıldığı bir sistem tasarlanmıştır. Bu sistemde güç aktarmak için kayış - kasnak kullanılmış ve yoğurucu milindeki devri ayarlamak için motora gönderilen gerilim değiştirilmiştir. Genel görünümü Şekil 2.9’ da gösterilen bu sistemde tava ve tavanın altındaki elemanlar A Marka solo EYM kullanılmıştır. Yoğurucu miline ve motor miline kasnaklar bağlanmış ve güç aktarımı için zaman kayışı kullanılmıştır. Kullanılan motor 24V gerilimde 98 d/d ile dönerken 1,5Nm tork aktarabiliyor. Gerilimi artırarak ya da azaltarak devir sayısı ayarlanabiliyor. Çizelge 2.6, sisteme yerleştirilen enkoder ile okunan devir bilgisi, gerilim miktarı ve hamurun kaç dakikada referans ekmek hamuru kıvamına geldiğini göstermektedir.

Çizelge 2.6 : Minimum devir testi sonuçları..

Gerilim (V)	Devir (d/d)	Süre (dak.)
12,5	50	14
13,8	55	13
15	60	12
16,2	65	12
17,4	70	11
20	80	11
22,4	90	10
24,5	100	10

Solo EYM’ lerde toplam yoğurma süresi ortalama 10-15 dk. olduğu göz önüne alınırsa, hamur yoğurmak için gerekli devir sayısının aslında mevcut EYM’ lerde kullanılan sistemdeki gibi yüksek olmasına gerek kalmadığı Çizelge 2.6’ da görülmektedir. Dakikada 55 devir civarının hamuru kısıtlı süre zarfında istenen kıvamda yoğurmak için yeterli olabileceği anlaşılmaktadır. Bu durum solo EYM’ lerde kullanılan motorun seçiminde etken parametrenin tork olduğu fikrini daha da kuvvetlendirmektedir. Bu deney sonucunda hamur yoğurmak için solo EYM’ lerde var olan devir aralığının daha da genişletilebilir olduğuna ulaşılmaktadır. Böylece hamuru kısıtlı zamanda referans ekmek hamuru kıvamında yoğurmak için dakikada 55 ila 170 devre ihtiyaç duyulmaktadır. Bu da bize minimum devrin dakikada 55 olması gerektiğini göstermektedir.

Motorun minimum özelliklerinin ifade edilebilmesi, hamur yoğurmak için gerekli torkun belirlenmesi ile sadece boyutsal belirsizliklere kalacaktır. Bu doğrultuda, hamur yoğurmak için gerekli torku belirlemek için aynı test düzeneğinde gerilim sabit tutularak kasnak oranlarının değiştirilmesiyle yoğurucu üzerine düşen tork miktarı bilinen değerden itibaren düşürülmüştür. Yoğurucunun hamuru çevirmek için yeterli güce sahip olmadığı, hızının giderek düştüğü ya da durduğu anı belirlemek hedeflenmiştir. Hamur yoğurmak için gerekli minimum tork tam bu anda yoğurucuya gönderilen tork değerinden daha büyük olması gerekmektedir. Böyle bir deneyde yapılan birkaç iterasyon ile kasnak oranları ve yoğurucu üzerine düşen tork değerleri belirlenmiş, Çizelge 2.7’ de gösterilmiştir.

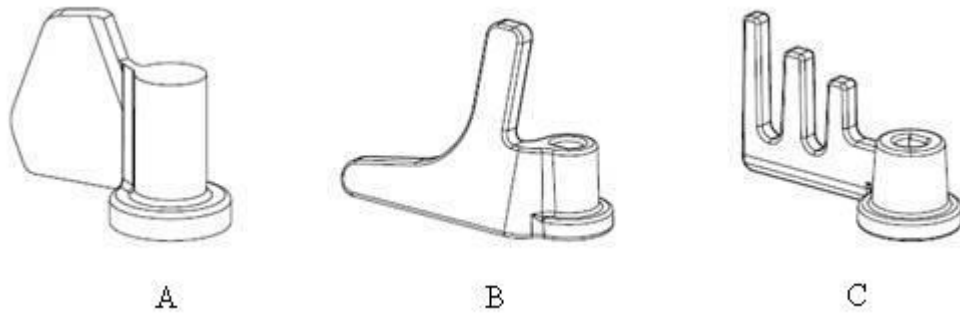
Çizelge 2.7 : Minimum tork testi sonuçları.

Gerilim (V)	Kasnak Oranı	Tork (Nm)
24	1:2	0,30
24	1:1,8	0,27
24	1:1,53	0,23
24	1:1,45	0,214
24	1:3	0,195

Deney sonucunda hamur yoğurmak için gerekli minimum tork değerinin 2,4 Nm civarında olması gerektiği tespit edilmiştir. Bu değer mevcut solo EYM’ lerde kullanılan motorların yoğurucuya aktardıkları tork değerleriyle kıyaslandığında fazla fark olmadığını, özellikle kombi fırında kullanılan motorun tork değeri ile ihtiyaç duyulan minimum tork değeri arasında oldukça düşük fark olduğu gözlemlenmektedir. Hatta kombi fırında kullanılan motorun sağladığı tork değeri ihtiyaç duyulandan daha azdır. Bu durum ilk etapta deneyin yanlış sonuçlar içerdiği duygusunu ortaya koymaktadır. Ancak kombi fırında kullanılan yoğurucu formu diğer incelenen ürünlerde kullanılan yoğurucu formundan daha farklıdır. Bu durum, hem yoğurmanın etkin bir şekilde daha az sürede yapılabilirliğinin hem de daha az tork ihtiyacıyla yoğurma işleminin sorunsuz yapılabileceğinin yoğurucu formu deneyleriyle irdelenmesi gerektiğini ortaya çıkarmaktadır.

2.5 Yoğurucu Formu Deneyleri

Hamur yoğurma sırasında motoru zorlayacak etkenlerden biri de yoğurucunun formudur. İncelenen ürünlerde Şekil 2.10’ da gösterilen farklı yoğurucu formlarının bulunması, hangi yoğurucu formunun daha az güç gerektirerek etkin bir yoğurma yaptığıının belirlenmesi gerektiğini gündeme getirmiştir. A Marka, B Marka ve C Marka EYM’ lerde aynı forma sahip yoğurucular bulunmaktadır ve bu yoğurucular D-forma sahiptir. Kombi fırında bulunan yoğurucu formu ise diğerlerinden farklı olarak L-formdadır. Panasonic’ in bir ürününden elde edilen yoğurucu ise bu iki yoğurucu formundan farklı olarak E-formdadır.



Şekil 2.10 : Yoğurucu formları, A) D-form, B) L-form, C) E-form.

Yoğurucu formlarının yoğurma sırasında ihtiyaç duydukları güç miktarını belirlemek için 24VDC motor kullanılmış ve ampermetre ile çektikleri akımlar kıyaslanmıştır. Çektikleri akım miktarından gerekli olan moment değerlerine ulamsak bu tez kapsamında gereksiz olduğu düşünülmüştür. Moment değerlerine gidilmesi yoğurucu formlarının optimizasyonu ve akışkanlar dinamiğini içermesinden dolayı bu aşamada çekilen akımların kıyaslanarak hangi formun daha az momente ihtiyaç duyulduğu tespit edilmesi ve bu tez kapsamında o forma sahip yoğurucunun kullanılması hedeflenmiştir.

Her yoğurucu formu için, A Marka EYM’ nin küçük ekmek tarifinde kullanılan malzeme ölçüleri ve bu tarifte kullanıcı hatasından kaynaklı hamurun normalden daha yoğun olması ihtimali de düşünülerek 2 farklı deney yapılmıştır. A Marka EYM’ nin küçük ekmek tarifine göre seker, tuz, maya ve yağ ile 450gr un ve 300ml su malzeme olarak gösterilmiştir. Bu tarifi kullanıcı hatalı olanında ise 450 gr un yerine 100gr un fazla eklenerek toplamda 550gr un koyulmuştur ve daha yoğun bir hamur elde etmek istenmiştir.

Tez kapsamında yapısal olarak ekmek pişirme süresinin, mevcut solo EYM’ lerin ve

Kombi fırının pişirme sürelerine göre daha da kısaltılması hedeflenmektedir. Bundan dolayı yoğurucuların çektikleri akım miktarlarının yanında referans hamur kıvamına kadar yoğurması için gerekli süreleri de önemlidir. Deneylerde, yoğurucuların referans ekmek hamuru kıvamını elde edinceye kadar geçen süreler de ölçülmüştür.

Etkin yoğurma; yoğurucunun hamuru tam anlamıyla yoğurduğu, pasif yoğurma ise; yoğurucunun hamuru sadece döndürdüğü an olarak tariflenirse, deneyler sırasından gözlemlenen bulgular şöyle sıralanabilir;

- Tüm yoğurucular yoğurma sırasında bazen etkin bazen de pasif yoğurma yapıyorlar.
- Etkin yoğurma sırasında moment ihtiyacı arttığından dolayı anlık çekilen akım değeri de artmaktadır. Bu yüzden akım değeri yoğurma işlemi sırasında sürekli değişmektedir ve yoğurucu formuna göre değişen bir aralıktadır. Bu durum yoğurucuların kıyaslanmasının da zorlaştırıyor.
- Pasif yoğurma sırasında ise moment ihtiyacı azaldığından dolayı çekilen akım değeri de neredeyse motorun boşa çalıştığı akım değerleri kadardır.

Çizelge 2.8, deneyler sırasında farklı formlara sahip yoğurucuların çektikleri akım değeri aralığı ve bu akımların ulaştığı maksimum değerler ile referans hamur kıvamı elde edinceye kadar geçen süreler gösterilmiştir.

Bu deneylerde küçük ekmek tarifi dikkate alındığında kullanılması gereken yoğurucu formunun akım aralığı ve çekilen maksimum akım bakımından D-form olması gerektiği ortaya çıkmaktadır. D-form yoğurucu kullanılması, motorda gerekli olan momentin daha az olabileceğinin işaretidir. Ayrıca akım aralığının diğer formlara göre daha dar olması da bu yoğurucu formunun hamuru sürekli karıştırmaya daha elverişli olduğunun göstergesidir.

Kullanıcı hatalı deneyler dikkate alındığında da seçim değişmeyecektir. Çekilen akım aralığının en dar olduğu D-form ile L-forma sahip yoğuruculardır. Ancak bu iki form arasında da D-form yine en küçük maksimum akım değeri çeken formdur. Bu durumda D-formun seçilmesi motor için gerekli moment değerinin daha az olmasını sağlayacaktır.

Çizelge 2.8 : Farklı formlardaki yoğurucuların performans değerleri.

Deneyler		Süre (Dk)	Akım Aralığı (A)	Maksimum Akım (A)
Küçük Ekmek Tarifi	D-Form	13	0,14 - 0,18	0,18
	L-Form	10	0,15 – 0,21	0,21
	E-Form	6	0,12 – 0,30	0,30
Küçük Ekmek Tarifi (Kullanıcı Hatalı)	D-Form	25	0,18 – 0,27	0,27
	L-Form	45	0, 18 – 0,25	0,35
	E-Form	15	0,12 – 0,31	0,31

Yogurucu formlarının referans hamur kıvamını elde edinceye kadar geçen süre dikkate alınırsa durum tam tersine dönecektir. E-formun diğerlerine göre daha kısa sürede referans hamur kıvamını elde ettiği görülmektedir. 6 dakikalık kısa bir süre EYM lerde referans hamur kıvamı eldesi için geçen süre olarak oldukça kısa bir süredir. Ancak bu durum A Marka EYM nin küçük ekmek tarifindeki malzemeler için geçerlidir. E-formun kullanıldığı EYM de malzeme karışım oranlarının farklı olmasından dolayı bu form da aslında kendi makinesinde bu kadar kısa sürede referans hamuru elde edemeyecektir. Diğer bir taraftan D-form yogurucu ile referans hamurun elde edilmesi için geçen süre ortalama olarak EYM lerdeki süre civarındadır. Bu durum en yavaş yogurucu formunda bile aslında yogurma işlemi için geçen sürenin EYM lerdeki süreye kıyasla çok fazla fark olmadığı ve süre bakımından en kötü senaryo olan D-formun dahi yogurucu formu olarak seçilebileceğini göstermektedir. Dolayısıyla yogurucu formu seçiminde asıl etkenin referans hamur kıvamı eldesi için geçen süre değil, hangi yogurucu formunun hamur yogurmak için daha az moment değerine sahip olduğudur

2.6 Sonuç ve İstekler Listesi

Fırın içinde ekmek yapma sistemi için sınırlayıcı olan çalışma sıcaklıkları ile referans ekmeğin ve motor için gerekli olan minimum devir ve moment değerlerinin belirlenmesiyle birlikte yoğurucu formunun seçimi, sistem gereksinimleri için somut bilgiler kazandırmıştır;

- Sistem elemanlarının çalışma ihtimali bulunan bölgelerden ölçülen sıcaklık değerleri, tasarlama sürecinde ve malzeme seçiminde önemli bir bilgidir.
- Fırın içinde referans ekmek değerlerinde bir ekmeği elde etmek için, fırın; alt ve turbo ısıtıcısıyla birlikte turbo faninin de çalışması gerekmektedir. Sıcaklığın 200°C' ye ayarlanarak 45 dakikası pişirme olmak üzere toplam 2 saat 38 dakika fırın içinde ekmek yapmak için yeterlidir.
- Sistemde kullanılacak motorun momenti; yoğurucu üzerine 2,3 Nm iletecek kadar büyük olmalıdır. Motorun devri ise; yoğurucunun devri 55 devir/dakika' dan daha fazla olmalıdır. Bu durumda motorun güç 30W civarında olması gerekmektedir.
- Yoğurucunun, referans hamur kıvamına geçen süre ve hamur yoğurmak için ihtiyaç duyduğu moment değerinin azlığına bakılarak D-formda olması gerektiği belirlenmiştir.

Pişirici cihazlar işletmesinden gelen; maliyet, fonksiyon, gıdaya uygunluk, elektriksel donanım vb. sınırların tarifi ile birlikte, etüt çalışmalarında belirlenen sınırlara ek olarak öngörülen problemlerin giderilmesine yönelik tariflenen ve arzu edilen istekler Çizelge 2.9' da gösterilmiştir. Bu çizelgeye göre;

- K: Kesin istek
- A: Arzu istek
- H: Hedef istek olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 2.9 : İstekler listesi.

	İstek Türü	İstekler
1	A	Sistemin sesi 40dB altında olacak.
2	H	Sistem, en az solo EYM' ler kadar hızlı olmalı seviyesini.
3	H	Sistem, en az referans ekmek kalitesinde ekmek yapabilmeli.
4	K	Sistemin en fazla 50£ maliyeti olmalı.
5	H	Sistem, fırın içinde olabildiğince gizli olmalı.
6	K	Sitem, makine emniyeti tedbirlerine uymalı.
7	H	Sistem, kullanıcı hatalarını telafi edebilmeli.
8	H	Sistem, mevcut fırın yapısında olabildiğince az değişiklik gerektirmeli.
9	K	Sistem, en az 500gr ekmek yapmaya izin vermeli.
10	A	Sistem, eklentileri otomatik yüklemeye izin verebilmeli.
11	A	Sistem, buharlı pişirmeye imkan tanımalı.
12	H	Sistemin giriş voltajı 230V AC ya da DC olmalı.
13	K	Sistem, Türk Gıda Kodeksi, Ekmek ve Ekmek Ürünleri Tebliğine uygun olmalı.
14	K	Sistemin sızdırmazlık önlemi alınmalı.
15	A	Sistemin algılanan kalitesi yüksek olmalı.
16	H	Sistem, servis, montaj ve imalat kolaylığı sağlamalı.
17	H	Sistem, prolitik mod sıcaklığına dayanıklı olmalı.
18	H	Sistem, kolay temizlenebilmeli.

Çizelge 2.9 : İstekler listesi. (Devam)

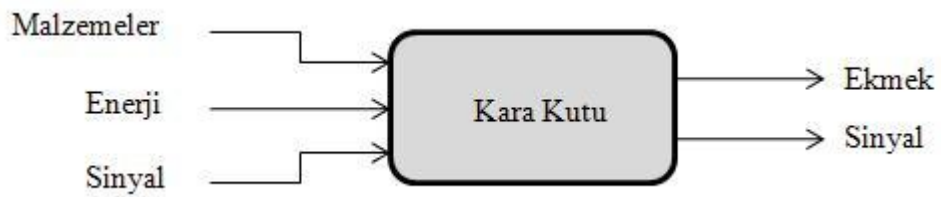
	İstek Türü	İstekler
19	H	Sistem, farklı ağırlıklarda ekmek yapabilmeli.
20	K	Sistem, ekmeğin kabuk renginin ayarlamasına izin vermeli.
21	H	Sistem, ileriye dönük başka bir projeyle birleştirilebilir olmalı.
22	K	Sistem, ekmek dışında başka pişirme işlemine izin vermesin.
23	K	Sistem, fırın sıcaklığının mayalama için uygun sıcaklığa olmadığını bildirsin.
24	K	Sistemin ekmek yapmak için harcadığı enerji ve malzeme maliyeti, standart ekmek fiyatlarından daha fazla olmamalı.
25	K	Sistemde gıdayla temas halinde bulunacak malzemelerin gıdaya uyumlu (foodsaf) olmalı.
26	K	Sistem elemanların fırın içinde bulundukları noktanın sıcaklık değerlerine dayanımlı olacak.
27	A	Sistem, ekmek dışında kek, reçel, yoğur gibi benzer algoritmaya sahip gıda yapımına uygun olmalı.
28	H	Sistemin konstrüktif sınırları fırının izolasyon kalınlığının herhangi bir noktada 13mm den daha fazla kalmasına izin vermeli.
29	K	Sistem, fırının dış şasisinin konstrüktif sınırlarını aşmamalı.
30	K	Sistemin konstrüktif yapısı, fırın iç şasisindeki emaye kaplama teknolojisine izin vermeli.

Bu bilgiler ışığında alternatif tasarımların şekillenmesi ve en iyi alternatifin detaylandırılması yapılmıştır. Konstrüktif sınırlar içinde kalan motorun seçimi ve maliyetin minimum değerlere çekilmesinde yardımcı olacak bu bilgiler, fırın içinde ekmek yapma sisteminin ilk girdileridir.

3. ALTERNATİF FONKSİYON STRÜKTÜRLERİ VE EN İYİ ALTERNATİFİN BELİRLENMESİ

3.1 Amaç

İstekler listesinin belirlenmesinden sonra bu istekler sınırı içinde kalarak alternatif fonksiyon strüktürleri oluşturulmuştur. Oluşturulan her bir alternatif, fonksiyon olarak temel hedef olan fırın içinde ekmek yapmaya hizmet etmekle beraber, bu fonksiyonların nasıl gerçekleştiği bakımından birbirinden farklıdırlar. Bu farklılıklar içinde her biri fonksiyonun göreceli olarak başarılı ya da başarısız olduğu alt fonksiyonlar mevcuttur. Alt fonksiyonların ağırlıklı hedefler sisteminin yapılandırılması ve hedef büyüklükleri matrisinin oluşturulmasıyla temel fonksiyonların en iyi olanı belirlenecektir. Temel fonksiyonlar içinde en iyisinin belirlenmesinin yanı sıra temel anlamda ekonomik değerlendirme yapılarak teknik ve ekonomik değerlendirmeler karşılaştırılacaktır. Bu karşılaştırma sonucunda alternatiflerden en iyi olanı belirlenecek ve bu alternatif üzerine detaylandırma yapılacaktır.



Şekil 3.1 : Temel Fonksiyon.

Şekil 3.1’ de betimlenen temel fonksiyon; ekmek yapmak için kullanılacak malzemelerin, sistemin yürümesi için gerekli enerjinin ve fonksiyon başlangıcı ile ekmek yapma işlemindeki basamakların uygun zamanlarda devreye alınması için gerekli sinyallerin kara kutu olarak tariflenen sisteme girişi ile sonuçta kullanıcıya istenen kalitede, sürede ve maliyette ekmek sunması olarak tanımlanmıştır.

Kara kutu olarak tanımlanan temel fonksiyonu yerine getirebilecek alt fonksiyonlar ve bu alt fonksiyonlar için alternatifler Şekil 3.2’ deki morfolojik analizde gösterilmiştir. Temel fonksiyonun morfolojik analizine göre alternatifi oluşturulabilecek 4 alt fonksiyon bulunur. Bunlar; sistemin hareket kaynağı, hareketin iletilmesi için gerekli olan yardımcı fonksiyon, hamurun yoğrulacağı tavanın durumu ve yoğurma işlemini yapacak olan yoğurucunun durumudur.

No	Aktivatör	Aktarma Sistemi	Tava Pozisyonu	Yoğurucu Yeri & Hareketi
1	DC Motor	Manyetik	Sabit	Sökülebilir & Sabit
2	AC Motor	Sürtünme	Döner Hareketli	Sökülebilir & Döner Hareketli
3	Hidrolik	Dişli Çifti	Lineer Hareketli	Lineer & Döner Hareketli
4	Pnömatik	Kayış - Kasknak	X	X
5	Buhar Türbini	X	X	X

Şekil 3.2 : Morfolojik analiz.

Sistemin hareket kaynağı olarak AC Motor ön plandadır. Bu durum, fırın içindeki yüksek sıcaklık değerlerinde hidrolik ve pnömatik devrelerin kontrolünün zorlaşacağı ve bu devrelerdeki karmaşık yapıyla beraber benzer bir uygulamanın da olmaması, hidrolik ve pnömatik aktivatörlerin ayrı bir kara kutu olarak görülebileceği anlamına geldiğindendir. Diğer bir taraftan, fırın içindeki buharın kullanılarak hareket enerjisinin elde edilmesi için gerekli olan türbin yapısının da konstrüktif olarak fırın içine yerleşiminde öngörülen problemler, elektrik motorlarından başka bir yolla sisteme hareket vermenin doğru olmayacağı düşüncesini desteklemektedir.

DC motorların tiz ve yüksek sesleri, bu motorların sürülmesi için gerekli gerilim değişikliği, yüksek devirlerinin redüksiyon ihtiyaçlarından dolayı bu tip motorların fırın içinde kullanımına sıcak bakılmamaktadır. Ancak bu motorlar üzerinde üretici firmaların yapacakları teknolojik gelişmeler, DC motorlara bakışı değiştirecektir. Tüm bu sebeplerden dolayı AC motorlar sistemin hareketi için ilk tercih sebebi olmaktadır.

Fırın yapısının metal olması, güç aktarımında manyetik yöntemlerin kullanılması şu aşamada oldukça zor görülmektedir. Sürtünmeli kavramalar ile gücü aktarma fikri, fırın içindeki sesin daha yüksek seviyelere çıkabilme ihtimalinden dolayı tercih edilmemiştir.

Yoğurma işleminin gerçekleşmesi için önemli olan kıstaslardan biri de tava ile yoğurucunun izafi hareketleridir. Bu durumda tava sabit dururken yoğurucu dönebilir, tava dönerken yoğurucu sabit durabilir ya da her ikisi de zıt yönde dönebilir. Bu durumda yoğurucu, fırın içinde sabit olabilir, modüler olarak kullanıcı tarafından ekmek yapılacağı zaman sabitlenir ya da fırın içinde ayrı bir sisteme sabitlenerek lineer hareketi sağlanabilir. Tava da yoğurucuya benzer olarak fırın içinde belirlenmiş bir bölgeye kullanıcı tarafından ekmek yapılacağı zaman sabitlenir, sabitlendiği bölgede dönme ya da lineer hareket verilebilir.

Morfolojik analiz sonucunda ortaya çıkan 3 farklı alternatifin fonksiyonun detaylandırılması, taslak çizimlerinin kaleme alınması ve olumlu – olumsuz yönlerinin, oluşabilecek problemlerinin belirlenmesi konstrüksiyon sistematğinde önemli bir basamaktır. Bu noktadan itibaren somutlaşmaya başlayan çözümler ilerleyen başlıklarda daha da somutlaşacaktır.

3.2 Alternatif Fonksiyon Strüktürü 1

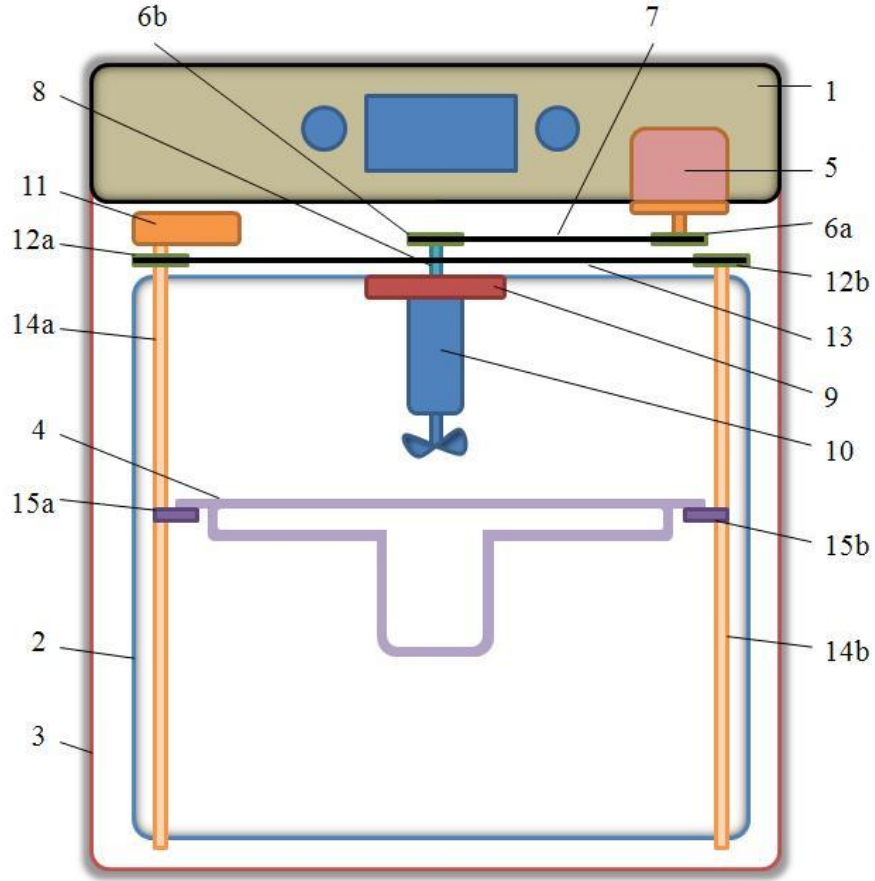
İlk alternatifte sistemdeki hareket AC motor tarafından sağlanıyor ve bu hareketin aktarımı kayış ve kasnak çiftiyle oluyor.

Kayış – kasnağın aktarma elemanı olarak seçilmesindeki en büyük etken fırın içinde ekmek yapma sistemi olarak ayrılmış hacim kısıtlılığıdır. Küçük bir hacimde çok büyük bir momentin taşınması en kolay kayış – kasnak ile mümkündür. Fırının bazı bölgelerinde hamur yoğurmak için gerekli momenti taşıyabilecek dişli çiftlerinin kullanımı da ayrıca mümkün olmaktadır. Solo EYM’ lerde de kayış – kasnak kullanımı ayrıca bir sebeptir. Şekil 3.3’ teki alternatif sistemin genel görünümüne göre, sistemde bulunan elemanlar şöyle isimlendirilebilir;

1. Kontrol paneli
2. İç şasi
3. Dış şasi

4. Tepsi (tava formunda)
5. Motor 1
- 6a. Kasnak 1
- 6b. Kasnak 2
7. Kayış 1
8. Yoğurucu mili
9. Yoğurucu sabitleyici
10. Yoğurucu
11. Motor 2
- 12a. Kasnak 3
- 12b. Kasnak 4
13. Kayış 2
- 14a. Aktarma mil 1
- 14b. Aktarma mili 2
- 15a. Tepsi taşıyıcı 1
- 15b. Tepsi taşıyıcı 2

Sistemde tava lineer hareketlidir. Tavanın lineer hareketi fırın içine yerleştirilecek başka bir sistem ile gerçekleştirilmektedir. Tava formu verilmiş tepsi, fırın içinde bulunan rafa yerleştirilir. Bu raf, tavayı hareket ettiren sisteme ait özel bir raftır. Bu sistemde yoğurucuya hareketi sağlayan motorun(5) dışında başka bir motor(11) daha bulunur. Bu motorun(11) görevi; tavanın lineer olarak hareket etmesini sağlamaktır. 2. Motordan alınan hareket trapez vida ya da kremayer dişli ile rafa aktarılır ve rafın lineer hareketi sağlanır. Rafın üzerine oturtulan tepsi yukarı – aşağı olarak hareket ettirilir.



Şekil 3.3 : Alternatif fonksiyon strüktürü 1.

Yoğurucu sisteme kullanıcı tarafından takılır. Yoğurucuya hareketi aktaran motor ilk motordur(5). Motordan(5) gelen hareket sayesinde yoğurucu döner. Yoğurma işlemi başlamadan hemen önce sistemden gelen sinyalle 2. Motor(11) çalışmaya başlar ve tepsinin tava formu yoğurucuyu içine alacak şekilde yukarı çıkar. Başka bir sinyalle tepsi pozisyonu belirlenir ve tepsi sabitlenir. Tepsinin sabitlendiği sinyal, ayrıca 1. motorun(5) yoğurmayı başlatması için aldığı sinyale dönüşür. Bu sinyalle birlikte 1. motor(5) çalışır ve yoğurucu dönmeye başlar. Hâlihazırda tava içinde bulunan yoğurucu malzemeleri karıştırarak hamurun oluşmasını sağlar. Yeterli sürede yoğurma işlemi yapıldıktan sonra, sisteme gönderilen sinyal sayesinde 1. motor(5) çalışmasını durdurur ve bu sinyal aynı zamanda dönüşerek tepsinin aşağı indirilmesi başlatmak için 2. motora(11) gönderilen sinyal olur. Aşağı inen sinyal yeterli seviyeye ulaştığında başka bir sinyal ile tepsinin lineer hareketi durur. Bu sinyal dönüşerek mayalama sürecinin başlangıcını sisteme haber veren sinyal olur. Mayalama sırasında tepsi ve yoğurucu çalışmaz. Fonksiyonun analizi Şekil 3.4’ te şematik olarak ifade edilmiştir.

Mayalama sürecinin bittiğini belirten sinyal dönüşerek pişirme sürecinin başladığını belirten sinyal olur. Ve son olarak da pişirmenin tamamlandığını bildiren sinyal dönüşerek kullanıcıya ekmeğin hazır olduğunu bildiren sinyal (alarm) olur.

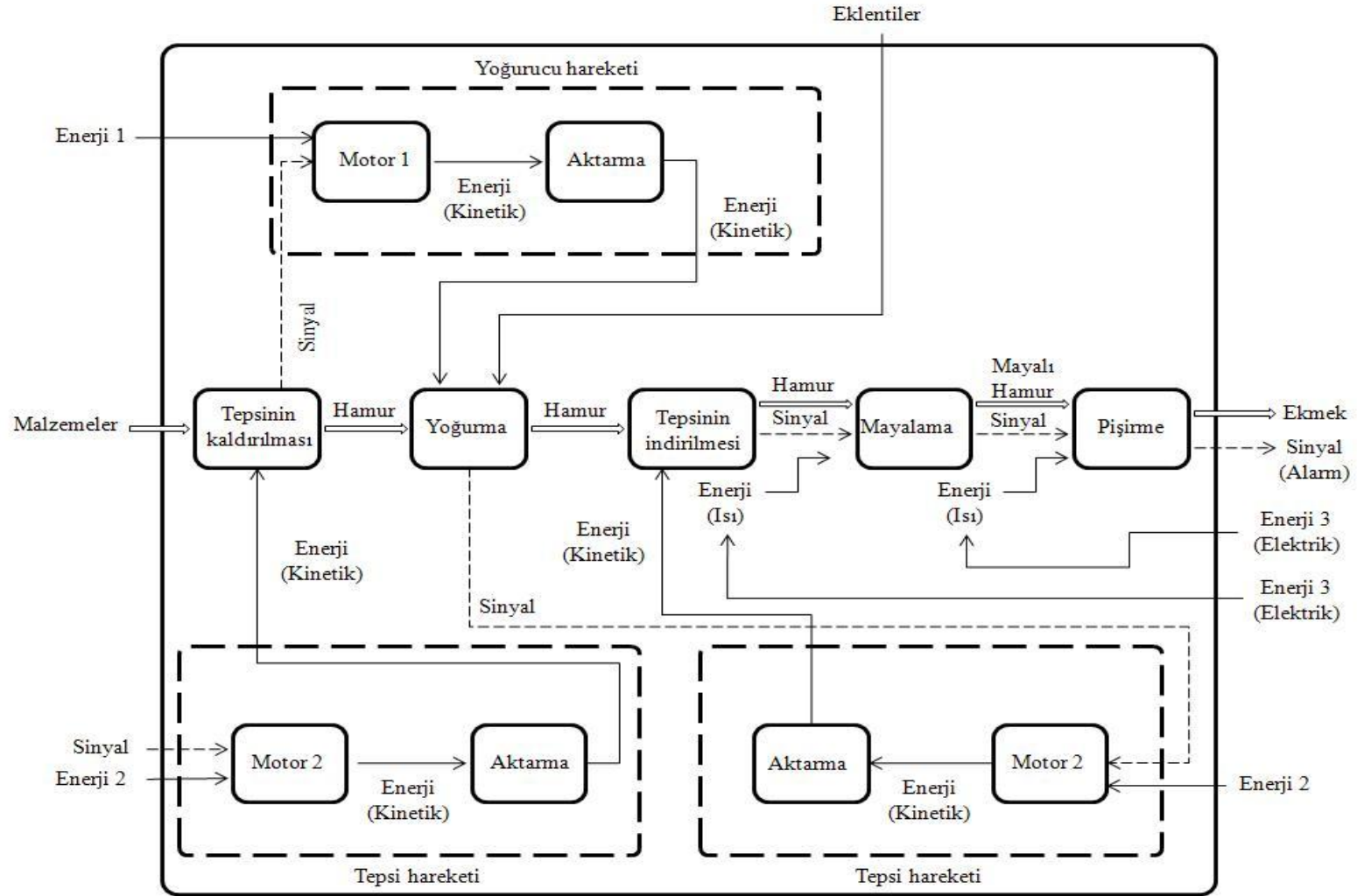
Mayalama ve pişirme süreçlerinde sistemde elektrik enerjisi fırın rezistanslarında dönüşerek ısı enerjisi oluşturmaktadır. Her iki süreçte de fırın içinde mevcut olan ısı çift ile sıcaklık ölçülümü yapılır. Isıl çiftler sayesinde fırın sıcaklığı mayalama sürecinde mayalama için, pişirme sürecinde pişirme için en uygun sıcaklıkta tutulmaya çalışılır. Bu durumda rezistanslar on/off olarak çalışırlar. İstenilen sıcaklığa ulaştığında rezistanslara gönderilen enerji kesilir, belli bir sıcaklığın altına düştüğünde ise yeniden enerji gönderilerek fırının istenen sıcaklığa ulaşması sağlanır. Bu çevrim mayalama sırasında mayalama sıcaklığına uygun olarak, pişirme sırasında pişirme sıcaklığına uygun olarak devam eder.

Sistem, yoğurma sırasında tavanın normalden daha fazla titreşime maruz kalarak fırın konstrüksiyonunun ses sınırlarını aşacağı düşünülmektedir. Bu titreşimi engellemek; tepsinin formunda yapılacak değişiklikler ve tepsinin raflara kitlenmesiyle mümkün olacaktır. Bu durum sistemde maliyeti artırsa da ses düzeyi istenilen seviyeye düşmeyecektir.

Diğer bir taraftan sistemin 2 alt sistemden, tepsi hareketi ve yoğurucu hareketi, oluşması maliyetin oldukça fazla olmasını sağlayacaktır. Tepsinin fırın içinde hareketi başlı başına bir problem ve proje olması fırın içinde böyle bir yapının konstrüktif açılardan üreticiyi oldukça zorlayacaktır.

Fırının mevcut yapısı, yoğurucu formunun sabitleme bölgesinde ve tepsinin hareketini sağlayan rafların bulunduğu bölgede değişime uğrayacaktır. Bu durum mevcut fırınların kalıplarında daha fazla revizyona gitmesini gündeme getirecektir.

Sistemde ayrıca 2 motorun kullanılması ve bu motorlara arasındaki sinyal alışverişi elektronik olarak da maliyet getirecektir. Tepsinin hareketinin sınırlanması sensör, anahtar vb. algılayıcıların kullanılmasını gerektirmektedir. Bu durum da sisteme yine maliyet katacaktır.



Şekil 3.4 : 1. Alternatif fonksiyonun analizi.

3.3 Alternatif Fonksiyon Strüktürü 2

Bu alternatifte, sistem AC motorla sürülüyor. Motordan alınan hareket yine kayış – kasnak çifti ile yoğurucuya aktarılıyor ve yoğurucunun dönmesi sağlanıyor. Yoğurucu, solo EYM’ lerdeki gibi tava içine kullanıcı tarafından ekmek yapılacağı zaman takılıyor. Sistemde tava ise yine solo EYM’ lerdeki gibi ekmek yapılacağı zaman kullanıcı tarafından fırın içine sabitleniyor.

Şekil 3.5’ teki alternatif sistemin genel görünümüne göre, sistemde bulunan elemanlar şöyle isimlendirilebilir;

1. Kontrol paneli
2. İç şasi
3. Dış şasi
4. Motor
- 5a. Kasnak 1
- 5b. Kasnak 2
6. Kayış 1
7. Aktarma mili 1
- 8a. Kasnak 3
- 8b. Kasnak 4
9. Kayış 2
10. Aktarma mili 2
11. Tava sabitleyici
12. Tava
13. Yoğurucu

Alternatif strüktürde kullanılan motor solo EYM' lerde bulunan harcıâlem motordur. Bu motoru, konstrüktif bakımdan fırın içine yerleştirmek oldukça zordur. Motorun sığabileceği tek yer fırın elektronik kartının bulunduğu üst bölgedir. Bu bölgede bulunan elektronik kartlar, hali hazırda bir fan yardımıyla soğutulmaktadır. Motorun buraya yerleştirilmesi durumunda aynı fan motoru da soğutabilir. Bu da motorun ömrünü ve performansının artırır.

Motordan alınan hareket kayış – kasnak yardımıyla 1. aktarma miline (7) aktarılır. Bu mil fırının arkasındadır. Motor yüksek hızda döndüğünden dolayı redüksiyon bu bölgedeki kayış – kasnak çiftinde yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde 1. aktarma mili (7) çok yüksek devirlerde döneceğinden yüksek sese sebep olabilir. Aynı zamanda redüksiyonun tamamının bu bölgede yapılması, büyük kasnağın (5b) çapının fırın konstrüksiyonuna sığmayacak kadar fazla olmasına sebep olmaktadır. Bu durum, redüksiyonun bir kısmının bu kayış – kasnak çiftinde diğer bir kısmının da fırının altına yerleştirilen kayış –kasnak çiftinde yapılmasıyla giderilebilir.

1. Aktarma milinin (7) bir ucunda üst kasnak grubunun bir kasnağı (5b) diğer ucunda ise alt kasnak grubunun bir kasnağı (8a) bulunmaktadır. Alt kasnak grubundaki büyük kasnak (8b) ise üst kasnak grubunda yapılamayan redüksiyonun kalan kısmını yapmaktadır. Bu kasnak (8b) 2. aktarma miline (10) bağlıdır ve hareketin 2. aktarma mili (10) üzerinden yoğurucuya (13) gitmesini sağlar. Fonksiyonun analizi Şekil 3.6' da şematik olarak gösterilmiştir.

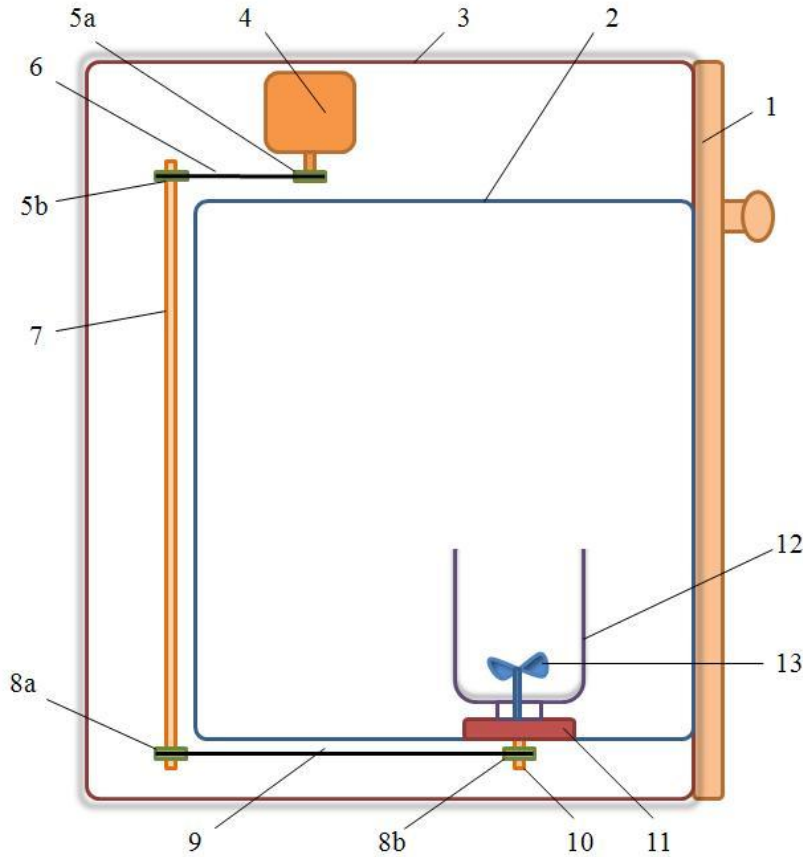
Sistemde tava sabittir ve herhangi bir dönme hareketi yapmaz. Yoğurma işleminde gerekli olan tava ile yoğurucu arasındaki izafi hareketi yoğurucu yapar.

Fırın içine böyle bir sistemin yerleştirilmesi, aktarma elemanlarının fazlalığından dolayı verimin oldukça düşmesine sebep olacaktır. Bu durumda mevcut solo EYM' lerde kullanılan motorun gücü yetmeyecektir. Yeni motor arayışlarıyla beraber ortaya çıkabilecek problemlerden bir kaçışöyledir;

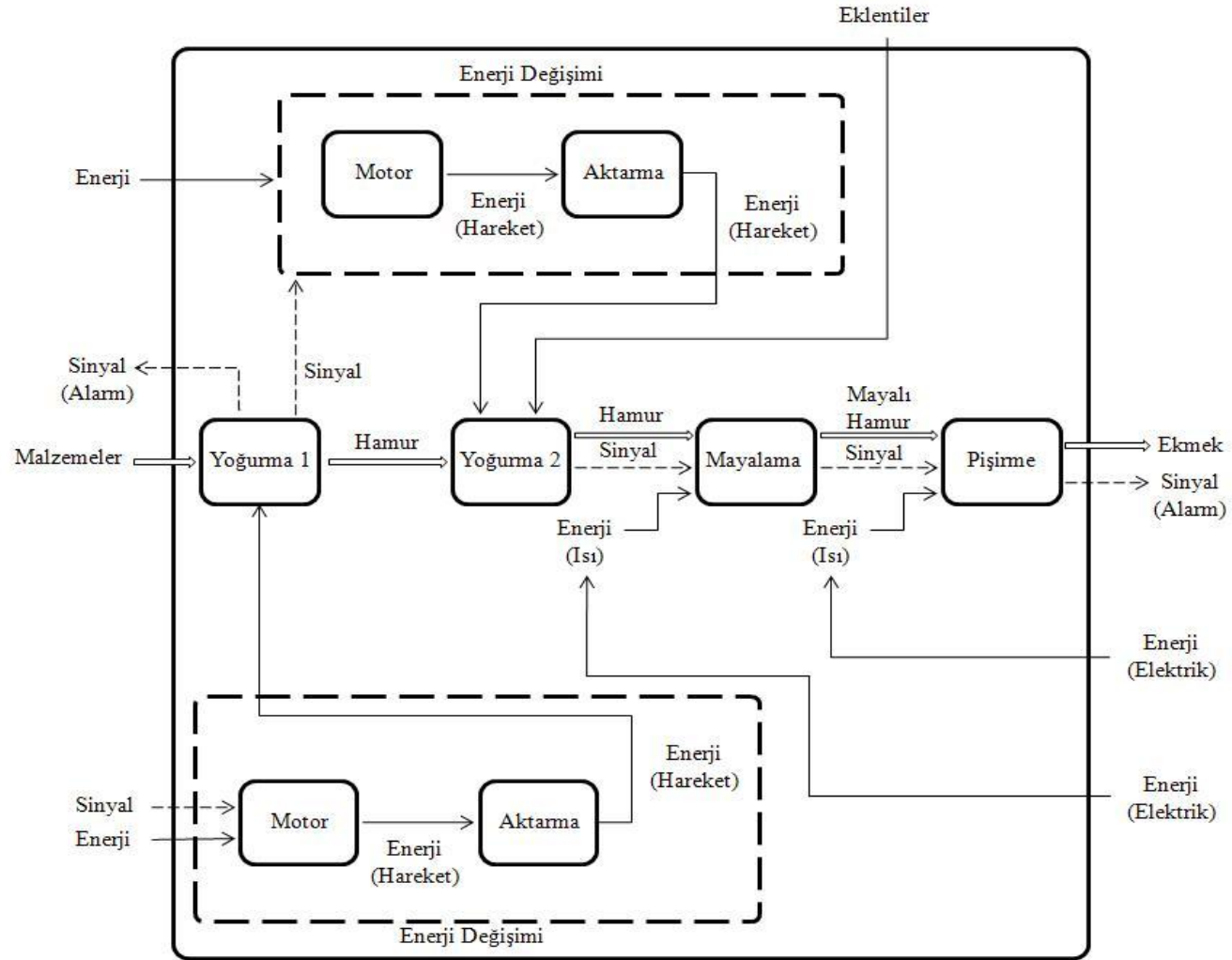
- Boyutsal anlamda fırın konstrüksiyonuna yerleşim
- Mevcut motor maliyetinden daha fazla motor maliyeti
- AC bulunamadığı durumda DC motor arayışıyla beraber gerilim değıştirme güçlüğü
- Redüksiyon problemlerinin öngörülenden daha fazla olması.

Diğer bir taraftan tavanın sabitlendiği fırın alt bölgesi, tava sabitleyiciyi (11) sabitlemek için fırın alt iç şasisinde form değişikliği ya da montaj için deliklerin açılmasının gerektirecektir. Bu durum ekmek yapılmadığı durumlarda fırının algılanan kalitesinde düşüşe sebep olacaktır. Aynı zamanda bu bölgedeki sacın olabildiğince formdan uzak bir yapıda olması bu yüzeyin kaplama işlemlerinde büyük kolaylık sağlamaktadır. Bu bölgede yapılacak form değişikliği kaplama işlemlerinin zorlaşmasına, hatta kaplamanın ömründe azalmaya buna bağlı olarak da müşteri şikâyetlerinin artmasına sebep olacaktır. Motordan gelen bütün gücün bu sac üzerinde toplanacağı ön görülürse, bu sacda titreşimi azaltmak için form değişikliğinin şart olduğu da ortaya çıkacaktır. Ancak kaplamadaki problemler, form değişikliğinin ciddi boyutlarda olmasına engel olacak boyuttadır. Buna rağmen izin verilebilecek form değişiklikleri de titreşimin ciddi anlamda azaltacak kadar yeterli değildir.

Böyle bir alternatifin uygulanması, tavanın fırın içine yerleşimi bakımında, fırın içinde referans ekmek deneylerinde elde edilen bilgilerin de kullanılmasını sağlayacaktır.



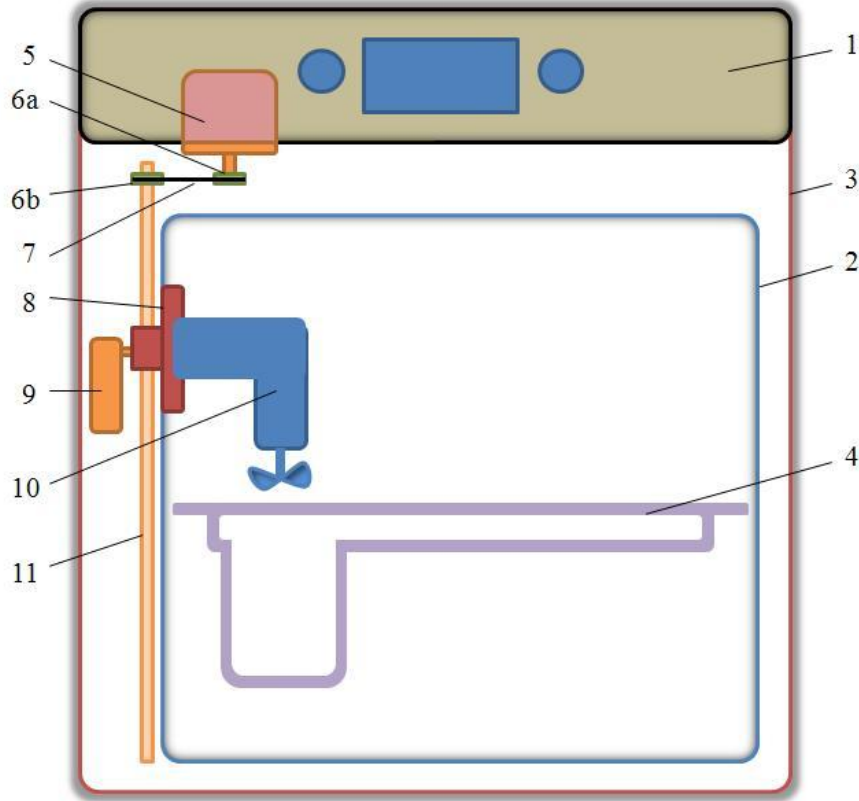
Şekil 3.5 : Alternatif fonksiyon strüktürü 2.



Şekil 3.6 : 2. Alternatif fonksiyonun analizi.

3.4 Alternatif Fonksiyon Strüktürü 3

Bu alternatifte, 1. alternatifte olduğu gibi sistemde 2 motor bulunmaktadır. Motorlardan birisi yoğurucuya lineer hareket vererek, yoğurma işlemi sırasında yoğurucunun tavanın içine inmesini, yoğurma bittikten sonra yoğurucunun tavanın içinden çıkmasını sağlar. Diğer motor ise yoğurma işlemi sırasında yoğurucu bıçağın dönmesini sağlar. Tava formu verilmiş tepsi ise kullanıcı tarafında fırın rafına takılır.



Şekil 3.7 : Alternatif fonksiyon strüktürü 3.

Şekil 3.7’ deki alternatif sistemin genel görünümüne göre, sistemde bulunan elemanlar şöyle isimlendirilebilir;

1. Kontrol paneli
2. İç şasi
3. Dış şasi
4. Tepsi (tava formunda)
5. 1. Motor
- 6a. Kasnak 1

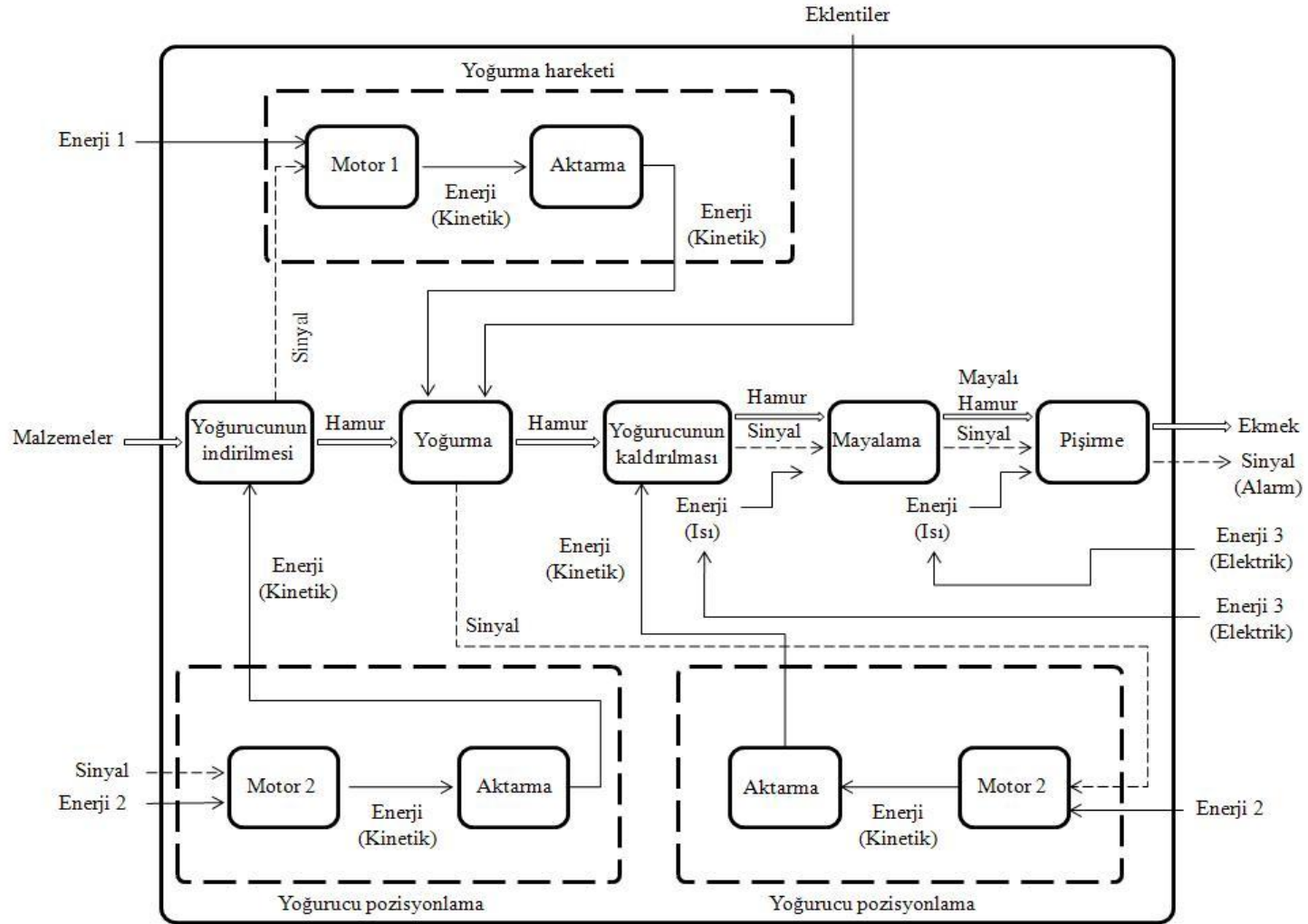
- 6b. Kasnak 2
- 7. Kayış
- 8. Yoğurucu sabitleyici
- 9. 2. Motor
- 10. Yoğurucu
- 11. Aktarma mili

Bu alternatifte 1. motor (5) fırının üst bölgesindeki boşluğa yerleştirilir. Motordan alınan güç, kayış ve kasnakla aktarma miline aktarılır. Aktarma mili trapez dişlidir. Trapez dişli yerine kremayer de olabilir ancak bu durumda kremayer dişli için, fırın dış hacmi içinde kalmak üzere, kremayerin hareketi için bir bölgeye ihtiyaç olacaktır. Bu bölge gerekli yoğurucu yolu için fırın içine sığmayacak kadar büyüktür. Bu durumda trapez dişli kullanmak daha doğru olacaktır.

1. Motordan (5) hareket alan trapez dişli üzerinde yoğurucu sabitleyiciye bağlı olan somun bulunur. Bu somun trapezin dönme hareketiyle birlikte yukarı ve aşağı hareket eder. Yoğurucu, ekmek yapma işlemi başında kullanıcı tarafından fırın içine yerleştirilmiş yoğurucu sabitleyiciye takılır. Tava formu verilmiş tepsi yine kullanıcı tarafından fırın içinde daha önce belirlenmiş bir rafa yerleştirilir. Yoğurucu, yoğurma işlemini yapmak için 1. motor (5) tarafından tava içine indirilir. İnme işlemin sonunda 2. motora (9) sinyal gönderilir ve yoğurma işlemi başlar. Yoğurma işleminin sonunda 2. motor (9) durarak 1. motorun (5) çalışmasını başlatması için sinyal gönderir. Bu sinyal yoğurucunun yukarı hareket etmesini ve tava içinden çıkmasını sağlar. Dolayısıyla mayalama ve pişirme işlemlerinde yoğurucu tava içinde kalmaz. Bu alternatifin diğer alternatiflerden en büyük farkı budur. Fonksiyonun analizi Şekil 3.8’ de şematik olarak gösterilmiştir.

Sistemde iki motor kullanılması, toplam maliyeti artıracaktır. Bu motorlar ve kontrolleri için gerekli elektronik kart için yine ek bir maliyet gelecektir. Diğer bir taraftan yoğurucunun fırın yan duvara takılması tüm momentin yan duvara gönderilmesine, bunun da gereğinden fazla titreşime ve emaye kaplamanın zarar görmesine sebep olacaktır. Ayrıca yoğurucunun lineer hareketinin sağlanması için yan duvarda duvar boyunca bir yarık açılması gerekir. Fırın içinde farklı gıdalar pişirilirken oluşan buhar, yağ vb gibi uçucuların pişirme bölgesinden dış tarafa kaçmaması için bu yarığın sızdırmazlığı oldukça önemlidir. Zamanla bu bölgede oluşacak kirli tabaka trapez dişlinin hareketini engelleyecek hatta bu kaçakların fırının rezistanslara yakın bölgelerine gitmesi durumunda yangın gibi ciddi problemleri beraberinde getirecektir.

Yoğurucunun hareketi, algoritmik olarak üretim sırasında belirlenecektir. Dolayısıyla yoğurucunun lineer olarak alacağı yol daha önceden belli olacak ve kullanıcı tarafından değiştirilmeyecektir. Bu durumda kullanıcıdan, tavayı bu algoritmadaki yol durumuna göre belirlenmiş rafa yerleştirmesi istenecektir. Örneğin sadece 3. rafa yerleştirilmesi gerekecek. Kullanıcının tavayı belirlenmiş raftan farklı bir pozisyona yerleştirmesi, fırın içinde kalıcı problemlere sebep olabilir. Bu durum anahtar ya da algılayıcılarla engellenebilir. Ancak bu da ek bir maliyet getirecektir.



3.5 En İyi Alternatifin Belirlenmesi

Alternatif fonksiyon strüktürlerinin tanıtımı, avantaj ve dezavantajlarının açıklanmasının ardından, bu alternatifler içinde en iyi olanı belirlenir. Belirleme işlemi bir takım değerlendirme kriterleri doğrultusunda olur. Bu değerlendirme kriterleri ise, alternatif fonksiyon str kt rlerinde dikkate alınması gereken, tasarım, imalat, montaj vb. gibi süreçleri etkileyecek değerlerdir. En iyi alternatifin belirlenmesinde dikkate alınan ana değerlendirme kriterlerini  u şekildedir;

- Fonksiyon; sistemin ekmek yapma işlevini ne kadar kaliteli yapabildiği,
- İmalat; sistem elemanlarının imal edilebilir olmaları, imalatının kolaylığı,
- Maliyet; sistemin toplam maliyetine etki edecek faktörlerin azlığı,
- Güvenlik, sistemin kendi içinde ve kullanıcıya karşı güvenli olması,
- Estetik, algıda kaliteyi artıracak tasarımın ihtivası.

Ana değerlendirme kriterleri doğrultusunda alt değerlendirme kriterleri belirlenerek daha objektif ve detaylı bir seçim sağlanır. Belirlenmiş alt değerlendirme kriterleri ve taşıdığı manalar ise  oyledir;

- Fonksiyon;
 - Tavanın sisteme yerleşim kolaylığı,
 - Yo urucunun sisteme yerleşim kolaylığı,
 - Sistemin temizlik kolaylığı,
 - Sistemin verimi.
- İmalat;
 - Sistemdeki elemanları imal ve tedarik edilme kolaylığı,
 - Sistemdeki toplam eleman sayısının azlığı,
 - Sistem elemanlarının en basit şekilde tasarlanabilmesi,
 - Sistemin servis kolaylığı,
 - Sistemin montaj kolaylığı.

- Maliyet;
 - Sistemde standart eleman kullanımı,
 - Elektronik alt yapının ucuzluğu,
 - Sistemdeki işçilik maliyetinin azlığı.
- Güvenlik;
 - Sistemdeki elemanların ortalama ömürlerinin uzun olması,
 - Sistemin sızdırmazlık düzeyi,
 - Sistemin kullanıcıya karşı güvenli olması.
- Estetik;
 - Sistemin fırın içine saklanarak kullanıcı tarafından görünmez yapıda olması,
 - Sistemin fırın pişirme bölgesinde kapladığı hacmin küçüklüğü,
 - Sistemin kullanıcı tarafından algılanan kalitesinin yüksek olması,
 - Sistemin portatif elemanlarının azlığı,
 - Sistemin çalışma sırasında çıkardığı ses seviyesinin düşüklüğü,
 - Sistemin çalışma sırasındaki fırın toplam titreşimine etkisi.

Bu ana değerlendirme ve alt değerlendirme kriterleri referans alınarak hazırlanan alternatif strüktürlerin değerleri şekil 3.9’ da gösterilmiştir. Bu tabloda, alternatif fonksiyon strüktürlerinin alt değerlendirme kriterlerine hak ettikleri değerler verilmiştir. Bu değerlerin, her bir alt değerlendirme kriterine ait alt değeriyle çarpımından o alt değerlendirme kriterinin ağırlıklı değeri elde edilir. Her alternatifin ağırlıklı değerlerinin toplamı ise, o alternatifin toplam değerini verir.

Değerlendirmede objektifliğin korunması için, değerlendirme alternatiften strüktürler değil, alt değerlendirme kriterleri adım adım değerlendirilir. Bu durumda alt değerlendirme kriteri için önce tüm alternatifler değerlendirilir, daha sonra diğer bir alt değerlendirme kriterine geçilir. Böylece alternatiflerin birbiriyle mukayesesi daha objektif ve kolay olur.

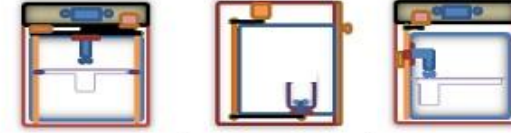
Değerlendirme yapılırken, ana ve alt değerlendirme kriterlerinin önemine göre katsayıları belirlenir. Ana değerlendirme kriterlerinde fonksiyonun diğer değerlendirme kriterine göre daha fazla önem taşımasının sebebi; asıl amacın sistemin öncelikle fırın içinde ekmeği başarılı bir şekilde yapabiliyor olmasındandır. Bunun sağlanmasından sonra ancak diğer problemlere çözüm aranır.

Fırın içinde ekme yapabilmek bir sistemin ürüne dönüşmesi, ürün olduktan sonra satış rakamlarının yüksek olması, böyle bir sistemin ya da fırının maliyetinin olabildiğince ucuz olmasıyla mümkündür. Bu durumda ana değerlendirme kriterlerinden biri olan maliyetin değer katsayısı da en az fonksiyon kadar önemlidir.

Fonksiyonu ve maliyeti istenen seviyede olan bir ekme yapma sistemi, tasarım aşamasında imalat problemleri ve güvenlik önlemleri göz önünde bulundurulur ve gerekli detaylar yapılandırılır. İmal edilmesi oldukça zor olan bir sistemin ya da sistem elemanının, var olmayan boyutlardaki standart elemanın yerine özel imalat tekniklerinin kullanılması sistemin toplam maliyetine yük olacaktır. Aynı şekilde, güvenlik önlemleri alınmamış bir sistem, piyasadan gelmesi muhtemel şikâyetlere göz kapatılarak tasarım yapılması, servis kolaylığının göz ardı edilmesi, satışların düşmesine, satış sonrası müşteri şikâyetlerinin artmasına ve markanın kirlenmesine sebep olacaktır. Dolayısıyla imalat kolaylığı ve güvenlik problemlerine karşı hassasiyet, fonksiyon ve maliyeti dolaylı etkiler. Bu durumda bu iki ana değerlendirme kriterinin de oldukça yüksek olması gerekir.

Sistemin varlığı, markaya bir reklam katacaktır. Ancak, sistemin duruşu, algılanan kalitesi, kullanıcıya verdiği marka aidiyet hissiyatı gibi duygular sistemdeki toplam estetiğin ön plana çıkarılmasıyla oluşur. Estetiğin, en iyi reklam olan müşteri memnuniyetinin sağlanmasında katkısı büyüktür. Dolayısıyla estetiğin ürün satışlarındaki artışa dolaylı yollardan etkisi, ana değerlendirme kriterlerinde yer almasına sebep olmuştur.

Bu öngörülere uygun olarak, Şekil 3.9’ da gösterildiği gibi alternatif strüktür değerleri tablosu oluşturulmuştur. Bu tabloya göre, her alternatife verilen değerler sonucunda elde edilen toplam değerler kıyaslanırsa, alternatifler arasında en makul çözüm 2. alternatiftir. Detay tasarımın bu alternatife uygun bir şekilde yapılması, sonuçta öngörülen problemlere çözüm olacaktır. Bu alternatifin detaylandırılması sırasında maliyetinin de detaylandırılması yapılacaktır.



					Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3	
Ana Değerlendirme Kriterleri	Ana Değer Katsayısı	Alt Değerlendirme Kriterleri	Ana Değer Katsayısı	Alt Değer Katsayısı	Değer	Ağırlıklı Değer	Değer	Ağırlıklı Değer	Değer	Ağırlıklı Değer
Fonksiyon	0,25	Tava yerleşim kolaylığı	0,25	0,0625	7	0,438	8	0,500	6	0,375
		Yoğurucu yerleşim kolaylığı	0,25	0,0625	5	0,313	8	0,500	5	0,313
		Sistemin verimi	0,20	0,0500	8	0,400	9	0,450	6	0,300
		Temizlik kolaylığı	0,30	0,0750	4	0,300	7	0,525	5	0,375
İmalat	0,20	İmalat kolaylığı	0,20	0,0400	4	0,160	7	0,280	3	0,120
		Parça sayısının azlığı	0,20	0,0400	4	0,160	8	0,320	6	0,240
		Basit parça tasarımı	0,20	0,0400	5	0,200	7	0,280	5	0,200
		Servis kolaylığı	0,20	0,0400	7	0,280	5	0,200	7	0,280
		Montaj kolaylığı	0,20	0,0400	5	0,200	7	0,280	6	0,240
		Standart parça kullanımı	0,30	0,0750	7	0,525	8	0,600	7	0,525
		Elektronik altyapının ucuzluğu	0,30	0,0750	7	0,525	9	0,675	7	0,525
		Toplam maliyet	0,40	0,1000	4	0,400	8	0,800	5	0,500
Güvenlik	0,20	Aşınma azlığı	0,20	0,0400	6	0,240	8	0,320	6	0,240
		Sızdırmazlık	0,35	0,0700	5	0,350	8	0,560	6	0,420
		Kullanıcı güvenliği	0,45	0,0900	7	0,630	8	0,720	8	0,720
Estetik	0,10	Sistemin saklanabilirliği	0,15	0,0150	5	0,075	7	0,105	6	0,090
		Minimum hacim	0,15	0,0150	6	0,090	7	0,105	7	0,105
		Algılanan kalite	0,20	0,0200	8	0,160	7	0,140	7	0,140
		Portatiflik	0,15	0,0150	6	0,090	8	0,120	6	0,090
		Düşük ses	0,20	0,0200	5	0,100	7	0,140	6	0,120
		Titreşim azlığı	0,15	0,0150	5	0,075	7	0,105	6	0,090
			Σ	1,0000	Σ	5,710	Σ	7,725	Σ	6,008

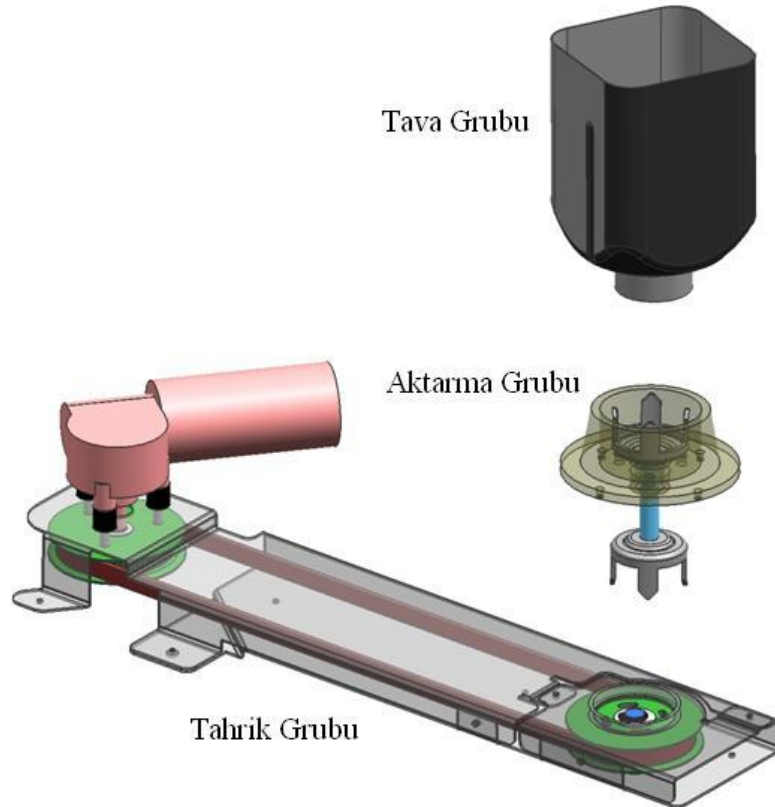
Şekil 3.9 : Alternatif strüktürlerin değerleri.

4. EN İYİ ALTERNATİFİN DETAYLANDIRILMASI

Fırın içinde ekmek yapma sistemi için seçilen en iyi alternatifin detaylandırılması, sistem elemanlarının detaylı tanıtılması ve mukavemet hesabından oluşan bu bölüm, problem için önerilen çözümün en somut halini içermektedir.

4.1 Sistemin Detay Tasarımı

Fırın içinde ekmek yapma sistemi, şekil 4.1’ de gösterildiği gibi 3 ana gruptan oluşmaktadır. Bu gruplar; tahrik grubu, aktarma grubu ve tava grubudur. Tahrik grubu fırının dış şasisindeki alt saca, aktarma grubu fırının iç şasisinde tabana sabitlenir. Tava grubu ise fırın içinde sabit değildir ve kullanıcı tarafından ekmek yapılacağı zaman fırın içine kitlenir.



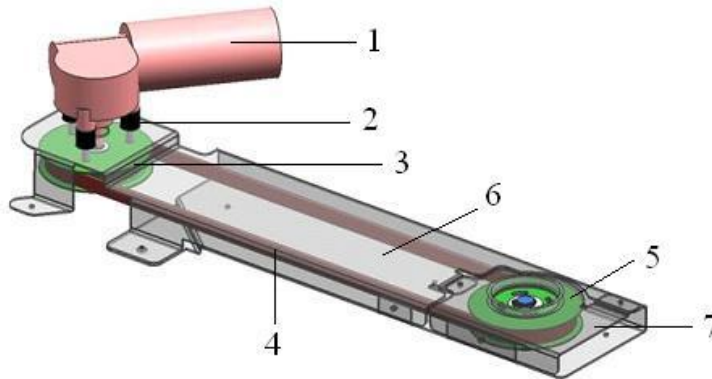
Şekil 4.1 : Sistemin ana grupları.

4.1.1 Tahrik grubu

Tahrik grubu; hareketin ilk oluştuğu ve g iletiminin ilk yapıldığı gruptur. Bu grup fırın dış şasisindeki alt saca sabitlenmektedir ve fırının altında yer alır. Gruptaki tüm elemanlar, braket olarak adlandırılan sac parça üzerine takılır ve kit halinde fırın içine sabitlenir. şekil 4.2’ de gösterilen tahrik grubunda yer alan elemanlar şöyledir;

1. HVDC Motor,
2. Sönümleyici contalar,
3. Zaman kasnağı 1,
4. Zaman kayışı,
5. Zaman kasnağı 2,
6. Braket,
7. Braket kapağı,

Bunların dışında, teflon pul, segman ve montaj vidaları da bu grupta yer alır.



şekil 4.2 : Tahrik grubu.

Braket, grup elemanlarını taşımakla birlikte kayış ve kasnakları izolasyondan da korur. Motor, brakete sönümleyici contalarla birlikte bağlanır. Böylece motor titreşiminin brakete taşınması engellenir. Motordan alınan g, motor miline D-form ile bağlı kasnak üzerinden kayış yardımıyla diğer kasnağa aktarılır. Bu kasnağın göbeğine flanşlı burç çakılır. Kasnak, braket üzerine kaynakla sabitlenen mil üzerinde döner. Kasnağın yukarı çıkması segman yardımıyla engellenir. Dönen kasnak ile segman arasında zamanla oluşacak aşınma, teflon pulla engellenir. Braket iki parçadan oluşmaktadır; ana gövde ve kapak. Kapak zerine hiçbir yk binmez, mil üzerinde dönen kasnağın montajında kolaylık sağlamak için vardır. Kasnak mile

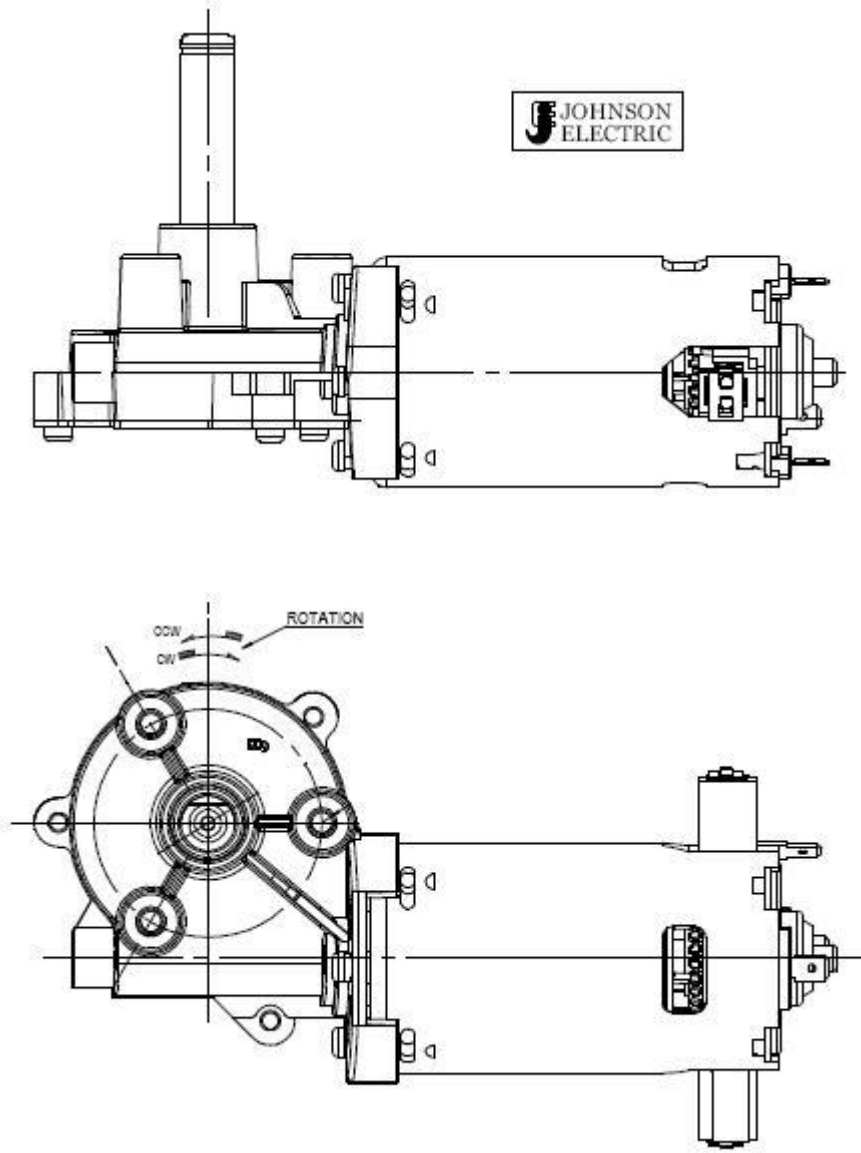
takılıp pul ve segmanla sabitlendikten sonra braket kapağı kapatılır ve izolasyonun bu bölgeden de girmesi engellenir. Böylece bu bölgede de izolasyonun var olmasıyla sistem sıcaklık sınırlarında kalmış olur.

4.1.1.1 HVDC Motor

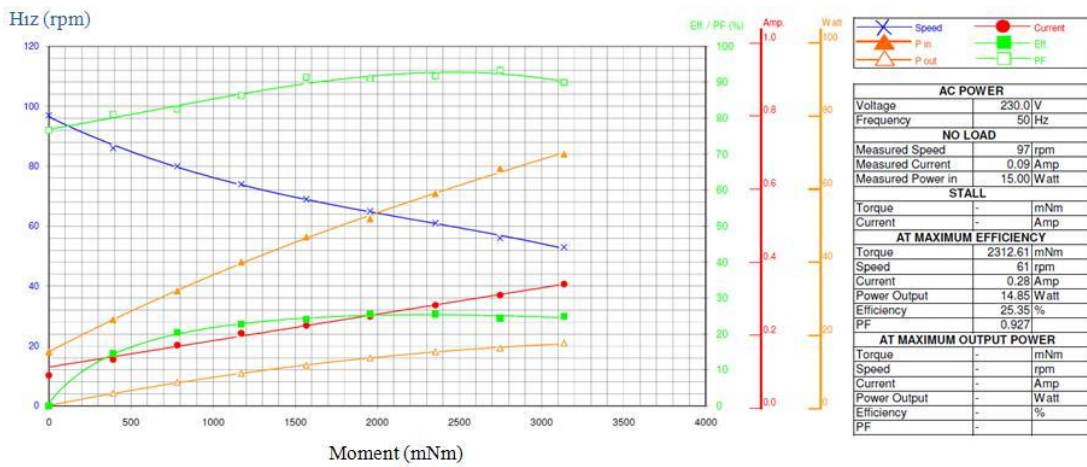
Tahrik grubunun ana elamanı Johnson Electric firmasına ait olan HVDC 771 model fırçalı elektrik motorudur. Motor, şebeke geriliminin köprü doğrultucu aracılığı ile doğru akıma dönüştürülmesi esasına dayanarak sürülmektedir. Bu tip motor seçilmesinin nedeni ekmek hamurunun yapılması için gerekli döndürme momenti ve devir değerlerini karşılayabilmesidir. Fırın konstrüksiyonu üzerinde yeterli alan bulunmadığından, motor seçiminde olabilecek en küçük ebatlara sahip motor seçilmesi esas tasarım kriteri olarak belirlenmiştir. Johnson Electric' e ait bu motor, değerlendirilen alternatifler arasında tasarıma en uygun motor olduğuna karar verilmiştir. Şekil 4.3' te HVDC motorun teknik resmi, şekil 4.4' te ise motorun performans eğrisi görülmektedir.

Şekil 4.4' te de görüldüğü üzere, ekmek yapma sırasında HVDC motor, 60 d/d hızda ~2.3Nm'lik döndürme momentine sahiptir. Aynı grafik üzerinden akım değerine bakıldığında yaklaşık 0,3 A'lık bir değer okunmaktadır. Gerek boyut gerek ise sağladığı güç açısından bu motora alternatif olabilecek bir diğer motor Nidec firmasına aittir. Şekil 4.6' da bu motora ait performans eğrisi incelendiğinde aynı devir ve moment değerlerinde yaklaşık 12 A'lık bir akım ihtiyacı olduğu görülmektedir. Ancak bu motor 12V ile çalışıyor ve motoru sürebilmek için, AC-DC dönüşümünü gerçekleştiren SMPS (Switched-Mode Power Supply) ünitesine gerek duyulmaktadır. Bu da elektronik kart tarafına ekstra maliyet ve karta tasarım zorluğu getirmektedir.

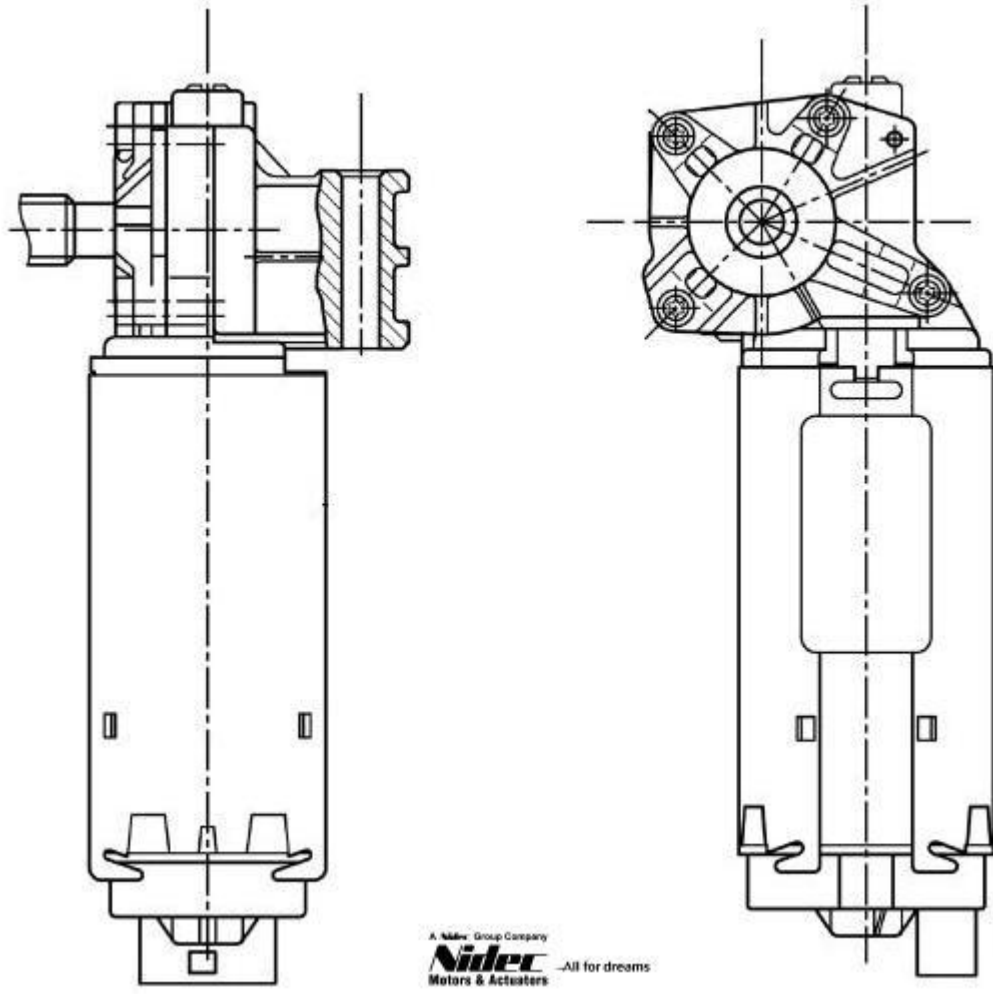
Alternatifler arasında Johnson Electric' in HVDC motorunu seçmek hem elektronik karttaki maliyetin düşeceği için hem de aynı güçlerde Nidec' in motoruna göre daha az akım çektiği için tercih edilmiştir. Nidec' in motoru otomotiv sanayinde tavan penceresinin (sunroof) açılmasında kullanılıyor. Otomobillerde akımın aküden sağlanması ve bu motorların kısa süre çalışması, bu motorların otomobilde kullanılmasına engel değildir. Ancak böyle bir motorun fırın içinde kullanılması, enerji sarfiyatını artıracak ve uzun çalışacağından dolayı sürekli arıza verecektir.



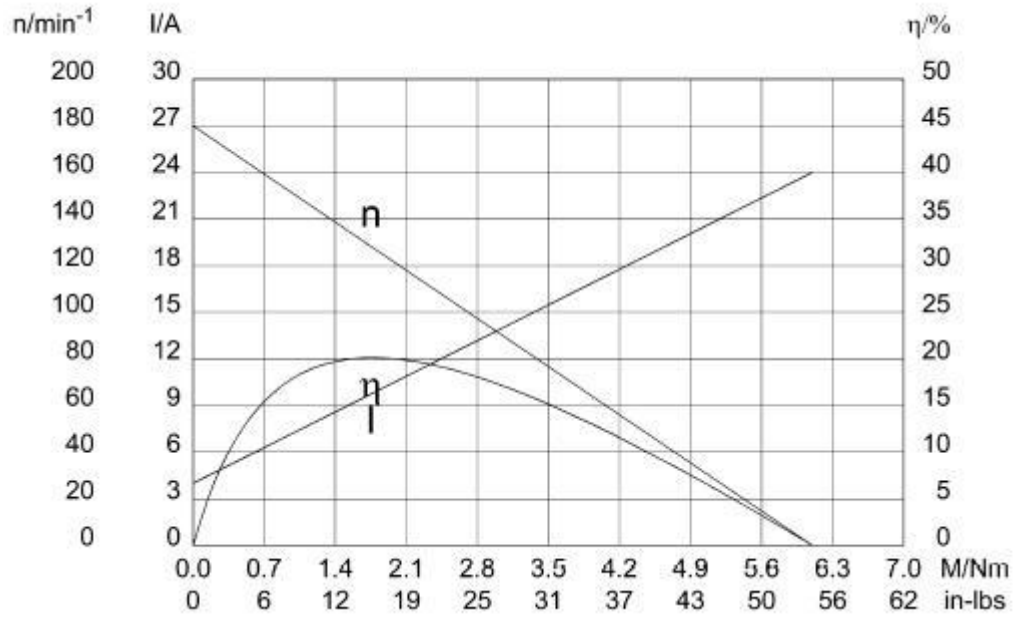
Şekil 4.3 : Johnson Electric HVDC Motor.



Şekil 4.4 : Johnson Electric HVDC motorun performans eğrisi.



Şekil 4.5 : Nidec 12VDC motor.



Şekil 4.6 : Nidec 12VDC motorun performans eğrisi.

4.1.1.2 Zaman kasnakları

Seçilen motorun devri ve torku hamur yoğurmak için gerekli devir ve tork seviyelerindedir. Bu yüzden motor ile yoğurucu arasında redüksiyon ya da indüksiyon gerekli değildir. Bu durumda kullanılacak kasnaklar arasındaki çevrim oranı 1:1 olmalıdır.

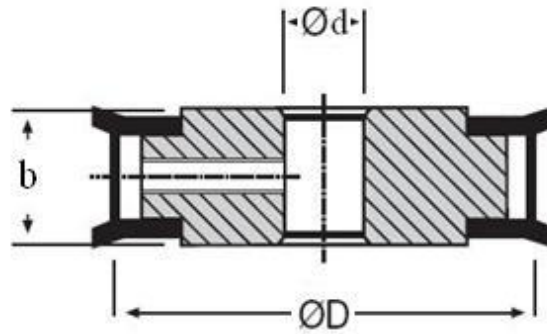
Kasnakta bulunan diş sayısı, kasnak çapını etkiler. Diş sayısının artması kasnakların çapını artırır. Ayrıca kasnaklardaki diş sayısının artması, kavrama halindeki diş sayısını da artırır. Kavrama halindeki diş sayısının olabildiğince fazla olması sistemin güvenli ve diş atlamadan çalışmasını sağlar. Bu durumda kasnakta bulunan diş sayısı belirlenirken 2 kriter vardır;

1. Motora bağlı kasnağın çapı fırın saclarını en az etkileyecek kadar küçük olmalı,
2. Diş sayısı olabildiğince fazla olmalı.

Hatvenin küçük olması aynı çaptaki kasnaklar için kasnak üzerinde daha fazla diş olmasını sağlar. Bu da kavrama halindeki diş sayısını artırır. Diğer taraftan diş yüksekliğinin olabildiğince fazla olması da dişlerin kavramsının daha güvenli olmasına yardımcı olur. Bu durumda seçilecek diş profili hem küçük hatveli hem de diş yüksekliği fazla olması gerekir. HTD-3M diş profili, T2.5, T5, AT5 diş profillerine göre hem daha küçük hatvelidir hem de diş yüksekliği fazladır.

Yapılan kontroller sonucunda HTD-3M tip kasnakların diş sayısı 60 olarak seçilmesi uygun görülmüştür.

Kasnaklar HTD-3M diş profiline sahip, 60 diş, çift flanşlı kasnaklardır. Teknik resmi şekil 4.7’ de görüldüğü gibidir.

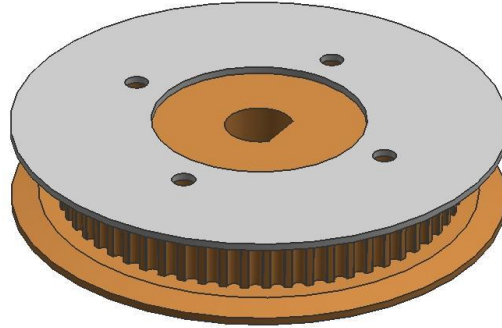


Şekil 4.7 : HTD-3M kasnak.

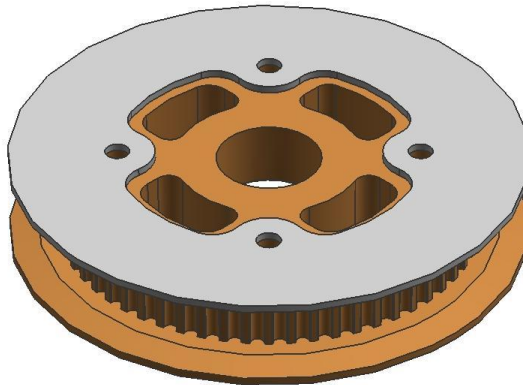
Fırının alt bölgesinde kullanılacak olan zaman kayışı ve kasnağı, fırının bu bölgesindeki yer kısıtlılığından dolayı, olabildiğince küçük boyutlarda kullanılmıştır. Belirlenen ölçü ve özelliklerde zaman kasnağı standart olarak 13.5 mm genişliğindedir. Bu boyut, kasnakların kullanıldığı bölgedeki yer kısıtlılığına uygundur.

Zaman kasnaklarının ve kayışının kullanıldığı tahrik sistemi fırının altında ve alt ısıtıcı rezistanslara çok yakın izolasyonun hemen dışındadır. Bu bölgede sıcaklığın yüksek olması kasnakların sıcaklığa dayanıklı plastik ya da metalden olmasının gerekli kılmaktadır. Hem sıcaklığa dayanıklı plastiklerin maliyetlerinin yüksek olması hem de alüminyum malzeme kasnakların harcıalem olması, kasnak malzemesi olarak alüminyum tercih edilmiştir.

Kasnaklarda, kayış hareketinin kontrolü için flanş bulunması gerekir. 60 diş HTD-3M zaman kasnaklarında standart olarak flanş bulunmamaktadır. Kasnakların alüminyum enjeksiyon ile imal edileceği düşünülürse kasnak üzerindeki flanşlardan birisi enjeksiyon sırasında imal edilir, diğer flanş ise 1 mm sacdan imal edilerek kasnak üzerine montajı yapılır.

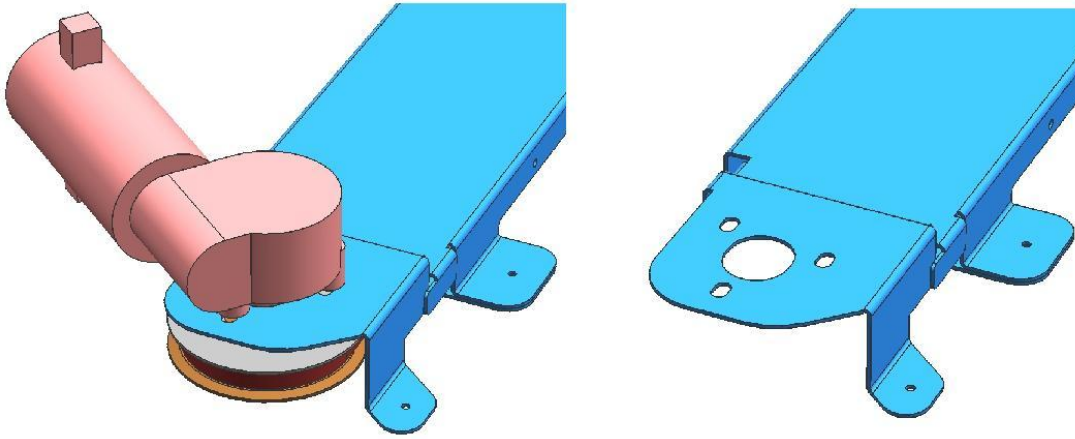


Şekil 4.8 : Motor miline sabitlenen zaman kasnağı.



Şekil 4.9 : Kaplin kasnağı ve kavrama slotları.

Sistemden motor miline ve karşılığı olan yoğurucu mili tarafında bulunmak üzere 2 kasnak bulunur. Şekil 4.8’ de gösterilen motor miline sabitlenen kasnak, motor milindeki D-form ve segman yardımıyla hareketi sabitlenir. Motor milindeki D-formdan dolayı, kasnak göbeği de D-form olmalıdır. Bu kasnağın karşısından bulunun diğer kasnak ise kayış vasıtasıyla döndüğünden dolayı göbeği formsuz ve yuvaklak olmalıdır. Şekil 4.9’ da gösterilen bu kasnağın göbeğine çakılacak flanşlı burç, kasnağın üzerinde döndüğü yataklama mili ile kasnak arasında yatak görevi alır. Bu kasnakta ayrıca 4 adet slot bulunmaktadır. Bu slotlar, kasnak kavramasının ayaklarına ev sahipliği yapar. Böylece kasnağın dönme hareketi bu slotlar ve kasnak kavramasının ayakları sayesinde tahrik grubundan aktarma grubuna aktarılır.



Şekil 4.10 : Kayış gerdirmesi için gerekli olan motor montaj slotları.

1:1 güç aktarma oranıyla kullanılacak zaman kasnakları, hem montaj sırasında operatöre kolaylık sağlaması için hem de imalat sırasında oluşabilecek eksenler arası mesafedeki toleransları gidermek için sistemde gerdirme kasnağı gereklidir. Ancak böyle bir kasnağın varlığı, hem maliyeti artıcağından hem de fırın konstrüksiyonunda ilave bir kasnağa yer bulunmadığından dolayı, gerekli olan gerdirme motor miline bağlı kasnakta yapılmaktadır. Şekil 4.10’ da gösterilen bu gerdirme, motorun motojı sırasında, motor bağlantılarının bulunduğu deliklerin slotlu yapısıyla, motorun eksen doğrultusunda çekilerek ayarlanacaktır. Montaj sırasında bütün ürünlerdeki kayış gerginliklerinin aynı seviyelerde olması için, kayış gerginlikleri kayışın gergin tarafında denklem 4.1 kullanılarak hesaplanan 70 N değerinde olması sağlanmalıdır. Bu gerginlik montaj sırasında operatör tarafından kayış gerginlik ölçme cihazı ile ölçülerek yapılacaktır.

(4.1)

z : kayıştaki diş sayısı

F_{tv} : gergin taraftaki statik gerginlik

F_t : teğetsel kuvvet

M_b : moment

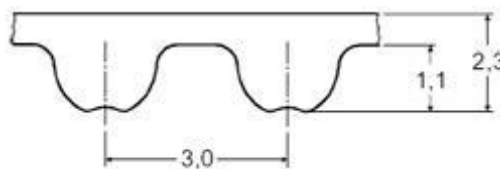
d_0 : kasnağın anma çapı

4.1.1.3 Zaman kayışı

Kasnakların diş profilleri HTD-3M olarak belirlenmesi trigger kayışında HTD-3M tipinde olmasını gerektirir. Kasnak seçiminde bu diş tipinin seçim sebeplerinin sıralanmasının yanı sıra kayış içinde geçerli sebepler vardır;

- T2.5, T5 tip kayışlar çekme mukavemetleri bakımından sistem gereksinimlerine çok yakın olduğu için tercih edilmemiştir.
- HTD-3M ve AT5 tip kayışlar sistem gereksinimlerini karşılarsa da, HTD-3M tipin AT5' e göre aynı uzunlukta daha fazla dişi bulunur. Bu da kavrama halindeki diş sayısının fazla olmasını ve yük altında diş atma problemlerinin de önüne geçilmesini sağlar.

Bunların dışında solo EYM' lerde de HTD-3M tip kayış kullanılmaktadır. Bu diş profilinin kesiti Şekil 4.11' de gösterilmiştir.



Şekil 4.11 : HTD-3M diş profili [15].

Şeçilen kasnak çapları, motorun ve tava grubunun fırın içindeki yeri göz önüne alındığında eksenler arası mesafe 331,5 mm olarak belirlenmiştir. Bu durumdaki kayış uzunluğu ile sistem gereksinimlerine dayanabilecek minimum kayış genişliği aşağıdaki şekilde hesaplanır;

(4.2)

L_0 : Kayış boyu

A: eksenler arası mesafe

(4.3)

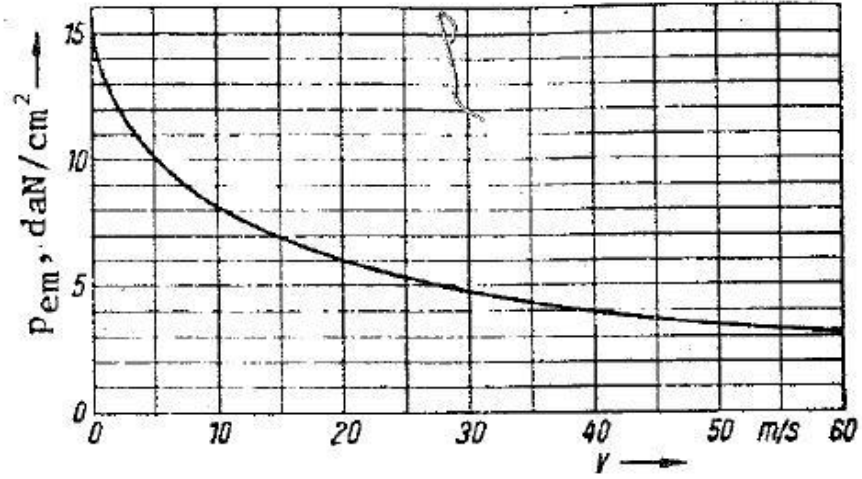
(4.4)

K_1 , K_2 , K_3 , Şekil 4.12' den belirlenmiştir.

$K_0 = K_{01} + K_{02} + K_{03}$		
$K_{01} = 1, \text{günde 8 saat kadar çalışma}$		İş makinası
$K_{01} = 1,2, \text{günde 20 saate kadar çalışma}$		
Motor tipi	K_{02}	K_{03}
Elektrik	0,25	Hafif mekanizmalar, genel
Buhar türbini	0,25	Takometreler ve dişli mekanizmaları
İçten yanmalı motor		Ev makineleri cihazları
1 silindirli	0,6	Büro makineleri ve cihazları
2...3 silindirli	0,5	Vantilatörler, hafif jeneratörler
4...5 silindirli	0,4	Transport ve kaldırma makineleri
6 veya 6 dan daha çok silindirli	0,3	Tekstil makineleri
Hidrolik	0,4	Hafif takım tezgahları
		Ağır tomruk işleme tezgahları
		Yoğurma makineleri
		Karıştırıcılar, yıkama makineleri
		İşleme makineleri
		Dokuma tezgahları, kaynak jeneratörleri
		Ağır takım tezgahları
		Ağır vantilatörler ve körükler

Şekil 4.12 : Zaman kayışı çalışma faktörleri [17].

Kasnak ile kayış dişleri arasındaki yüzey emniyet basıncı Şekil 4.13' ten alınmıştır.



Şekil 4.13 : Zaman kayışı çalışma faktörleri [17].

$$\text{-----} \quad (4.5)$$

$$\text{-----} \quad (4.6)$$

b: kayış genişliği,

K_0 : çalışma faktörü

Z_k : kavrama halinde bulunan diş sayısı

h_z : diş yüksekliği

P_{em} : yüzey emniyet basıncı

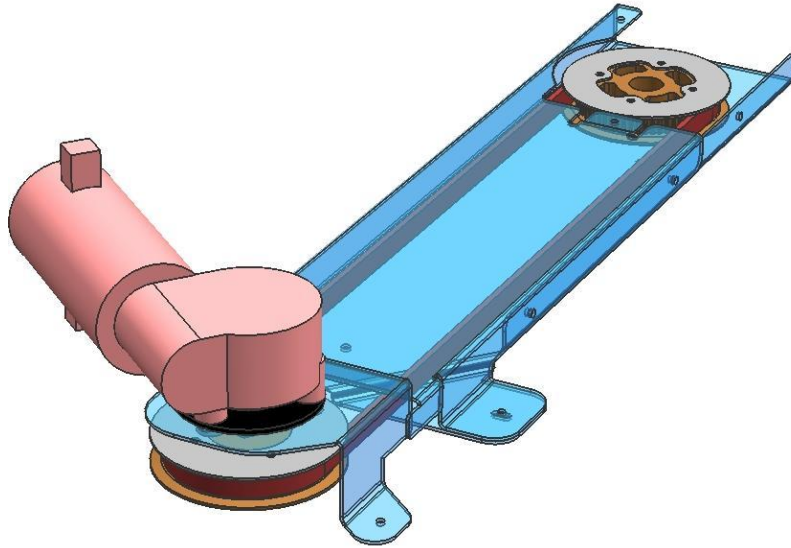
Denklem 4.6 kullanılarak kayış genişliğinin bu sistem için en az 4.31 mm olması gerektiği belirlenmiştir. Bu durumda, standart olarak kayış genişliği 9 mm seçilmiştir. Eksenler arası mesafe; motorun fırın iç şasisine girişim yapmadan fırın arka köşesine yerleştirilip, hamur yoğurma tavasının fırın orta ve öne yakın olacak şekilde yerleştirildiğinde 331.5 mm olarak belirlenmiştir. Bu durumda kasnakların çapları eşit ve anma çaplarının 57.3 mm olduğu göz önüne alınırsa, kayış boyu denklem 4.2 kullanılarak 843 mm bulunur. Bu boyda HTD-3M standart zaman kayışının olması da yine maliyet açısından pozitiftir.

Poliüretan zaman kayışların genel olarak çalışma sıcaklıkları -10 , $+80$ °C, statik durumda ise en yüksek ortam sıcaklığı 110°C olarak belirtilmektedir [16].. Maksimum sıcaklık olan 280°C ayarlanmış fırın içerisinde zaman kayışın bulunduğu

ortam sıcaklığı en yüksek 117°C olarak ölçülmüştür. Prolitik özelliği olan fırınlarda ise kullanılan özel izolasyon nedeni ile aynı bölgedeki ortam sıcaklığı, sıcaklık 500°C' ye ayarlandığı zaman 131°C olarak ölçülmüş. Prolitik fırınlarda kullanılan özel izolasyon malzemesi ekmek yapma sisteminin bulunduğu prolitik özelliği olmayan fırınların kayış bölgesinde kullanıldığı durumda, kayışın bulunduğu bölgedeki sıcaklık 119°C olmaktadır. Bu durumda ekmek makinası adaptasyonu yapılacak fırınlarda özel izolasyonun kullanıldığında zaman poliüretan zaman kayışlarının kullanılmasına engel yoktur.

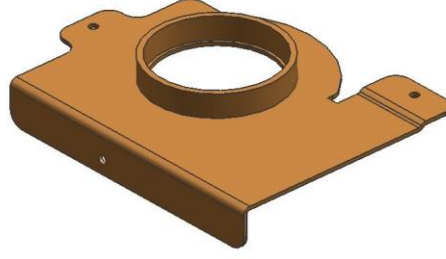
4.1.1.4 Taşıma braket

Tahrik grubunun en önemli elemanlarından biri de taşıma braketidir. Şekil 4.14' te görüldüğü gibi motor, zaman kayışı ve kasnakları taşıma braketinde taşınmaktadır. Taşıma braket, sistem elemanlarının yataklanması, bir arada rijid bir şekilde tutulmasının yanı sıra, sistemi fırın izolasyonundan koruma görevini de görmektedir. İzolasyonun dönel elemanlara (kayış ve kasnaklar) sarması nedeni ile sistemin çalışmaz hale gelmesini engellemek amacı ile braket tüm sistemi kavrayan kapalı bir formda tasarlanmıştır.



Şekil 4.14 : Taşıma braket ve braketten sabitlenen elemanlar.

Taşıma braketinde mukavemetin artırılması için şişirme gibi formlu yapıların varlığı, braketin imalatında kalıp gerektirir. Kalıbın maliyetinden kaçarak braketin de mukavim olması sac kalınlığının artırılmasıyla mümkün olur. Prototiplerde kalıp yaptırmak yüksek maliyet getirdiği için kalın sac kullanarak taşıma braketini CNC sac büküm makinesinde imal edilmiştir.



Şekil 4.15 : Taşıma braket kapak.

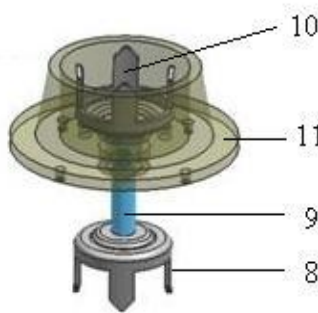
Taşıma braketinin slotlu kasnağın bulunduğu bölgede braket kapakı mevcuttur. Bu bölgenin boş olması, kasnak ve kayışın montajı sırasında kolaylık sağlamaktadır. Slotlu kasnağın üzerinde döndüğü yataklama mili, barekete kaynakla sabitlenir. Braket üzerine sabitlenecek elemanların montajından sonra slotlu kasnak ve bu bölgedeki kayışı da fırın izolasyonundan korumak için Şekil 4.15’ de gösterilen braket kapakı tasarlanmıştır.

4.1.2 Aktarma grubu

Aktarma grubu, motordan kasnaklara ulaşan gücün tavadaki yoğurucuya gönderilmesine yardımcı olan gruptur. Bu grup fırın iç şasisinin tabanına sabitlenir. Fırın iç şasisinin tabanında, aktarma grubu kavite olarak adlandırılan forma sabitlenir. Şekil 4.16’ da gösterilen aktarma grubunda yer alan elemanlar şöyledir;

8. Kasnak kavraması,
9. Aktarma mili,
10. Tava kavraması,
11. Tava sabitleme braket

Bunların dışında; tava sabitleme braketinde yer alan burç, segman ve teflon pullar da yine bu grup içinde yer alan diğer elemanlardır.



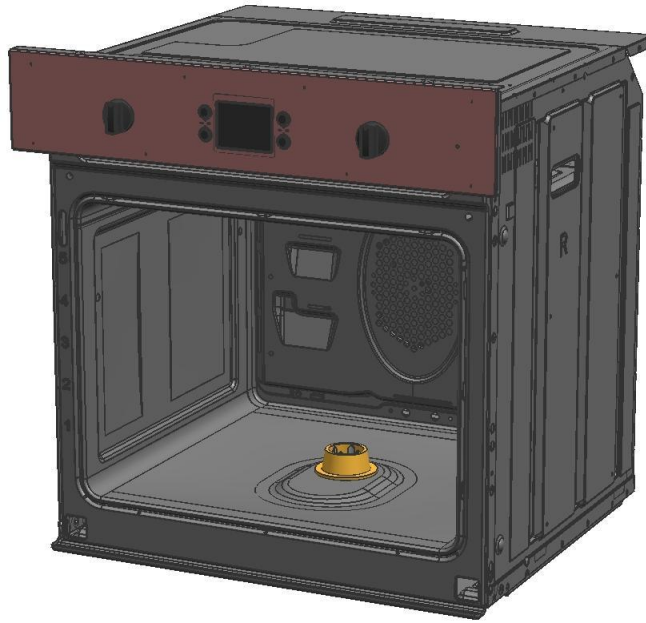
Şekil 4.16 : Aktarma grubu.

Tava sabitleme braket, solo EYM' lerde kullanılan tava sabitleme braketidir. Tedarikçi firmalardan temin edilebilir olması, böyle bir sabitleyicinin kullanılmasında maliyeti ucuzlatacağı için tercih sebebidir. Tava sabitleyici braket, fırın iç şasisindeki kaviteye sabitlenir.

Kasnak kavraması ve tava kavraması da solo EYM' lerde kullanılan kavramalardır. Yine maliyetin düşürülmesi için böyle bir kavrama tipi tercih edilmiştir. Kasnak kavramasının uçları, tahrik grubundaki çıkış kasnağındaki slotlara girer. Böylece kasnaktaki güç kasnak kavramasıyla alınarak aktarma miline ve aktarma milinin diğer ucundaki tava kavramasına gönderilir.

4.1.2.1 Tava sabitleme braket

Tavanın, ekmek yapma sırasında kullanıcı tarafından fırının pişirme bölgesine sabitlenebilmesi için kullanılan elemandır. Şekil 4.17' de fırın içindeki pozisyonu gösterilen tava sabitleme braket, solo EYM' lerde kullanılanın aynısıdır ve her hangi bir tasarım değişikliğine gidilmemiştir. Tedarikçi firmalardan temin edilebilir olması, böyle bir sabitleyicinin kullanılmasında maliyeti düşüreceği için tercih edilmiştir.



Şekil 4.17 : Tava taşıma braketinin fırın içindeki yeri.

Tava sabitleme braket fırın içerisinde kullanıcının göreceği yüzeyde olduğundan dolayı mümkün olduğunca küçük ölçülerde olması tercih sebebidir. Bu konuda, üretici firma ile daha küçük boyutlara sahip tava sabitleme braketini için çalışılması gerekir.

4.1.2.2 Kavramalar ve aktarma mili

Aktarma grubu içinde gücün aktarılmasını sağlayan elemanlardır. Bu elemanlardan tava kavraması ile aktarma mili, tava sabitleme braketini ile birlikte üretici firmadan temin edilir. Ancak aktarma mili, üretici firmadan tedarik edilen milden daha uzundur. fırın konstrüksiyonundaki ekmek yapma sistemine uygun olan bu milin üretici firmaya yaptırılması için çalışmalar yapılmalıdır.

Kasnak kavraması ise yine tava kavraması gibi üretici firmadan tedarik edilerek aktarma milinin diğer ucuna montaj sırasında segman yardımıyla sabitlenecektir.

Fırın içerisinde ekmek yapma fonksiyonu kullanılmadığı durumda, tava sabitleme braketinin görülmemesi ve diğer pişirme işlemleri sırasında bu bölgenin temizliğinin kolaylaştırılması ve güvenliğin sağlanması için bir kapak tasarlanmıştır. Şekil 4.18’ de gösterilen kapak, ekmek yapma işlemi sonunda tavanın çıkarılmasıyla boşalan tava sabitleme braketine tavadaki kitleme ile aynı biçimde, döndürülerek kitlenir ve kapak tava sabitleme braketine sabitlenir.



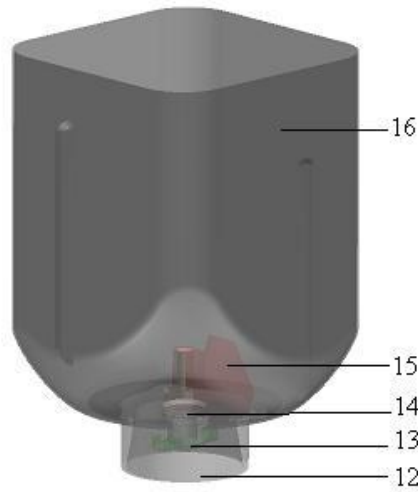
Şekil 4.18 : Tava taşıma braketinin için tasarlanan kapak.

4.1.3 Tava grubu

Tava grubu, motor kaynaklı gücün kayış ve kasnaklar yardımıyla aktarma grubu üzerinden tava içindeki yoğurucu mili ve bu milin üzerinde taşınan yoğurucu bıçak ile malzemelerin karıştığı ve sistemin gücünün ulaştığı son noktadır. Malzemelerin yoğrularak hamur haline getirilimesi, mayalanan hamurun kabarması ve pişirme işlemiyle birlikte ekmeğin olduğu sistem grubudur. Bu grup tamamen fırının pişirme bölgesinde yer alır ve ekmek yapma işlemi sırasında kullanıcı tarafından tava sabitleyici braketine yerleştirilir. Şekil 4.19’ da gösterilen tava grubunda yer alan elemanlar şöyledir;

12. Tava ayağı,
13. Kavrama karşılığı,
14. Yoğurucu mili,
15. Yoğurucu bıçağı
16. Tava

Bunların dışında; tava ve tava ayağı arasında yer alan sızdırmazlık elemanları (teflon pul, yaylı conta vb.) da bu grup içinde yer alır.



Şekil 4.19 : Aktarma grubu.

Tava grubunun tüm elemanları da tava sabitleme braketi gibi solo EYM' lerde kullanılmaktadır. Solo EYM' lerdeki tava grubunun aynısının kullanılması tedarikçi firmalardan temin edilebilir olduğundan maliyeti azaltacağı için tercih sebebidir.

4.1.4 Sistemin fırın konstrüksiyonuna etkisi

Fırın içinde ekmek yapmak için tasarlanan sistem, mevcut fırın konstrüksiyonunda bir takım değişikliklerin yapılmasını zorunlu kılmaktadır. Bu değişikliklerin fırının ana fonksiyonunun etkilemeyecek ölçüde ve yapılabilir makul değişiklikler olması gerekmektedir. Diğer bir taraftan fırın içinde yer alan elektornik kartın soğutulması için oluşturulmuş hava akışı da bu değişikliklerden en az düzeyde etkilenecek bir tasarım düşünülmüştür. Fırın üzerinde yapılan değişiklikler şöyle sıralanabilir;

- Tahrik grubundaki tüm elemanların sabitlendiği taşıma braketi, fırının dış alt sacına sabitlenir. Fırın alt sacında bu sabitleme işlemi için 5 adet montaj deliği açılmıştır.

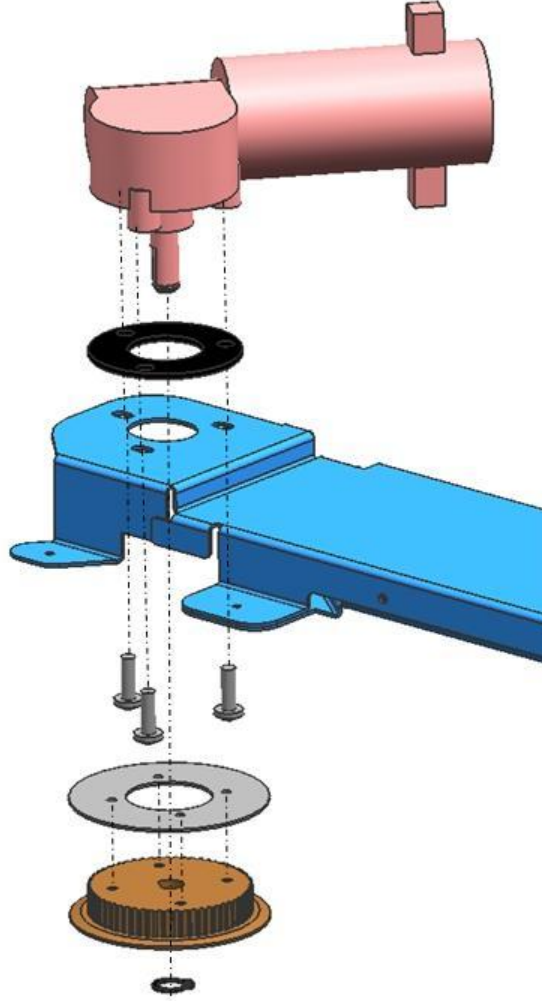
- Taşıma braketini ile fırının arkasında yer alan arka fan taşıma sacı ve arka muhafaza girişmektedir. Bu girişimin engellenmesi için, arka fan taşıma sacında ve arka muhafaza sacında sistemi girişinden kurtaracak kesme ve form değişiklikleri yapılmıştır.
- Aktarma grubunda bulunan milin ve kasnak kavramasının alt rezistans sacından geçebilmesi için, alt rezistans sacında yeteri büyüklükte delik açılmıştır.
- Fırın pişirme bölmesinin taban yüzeyi düz değildir. Aktarma grubunun bu yüzeyde düz bir kavite oluşturularak bağlanması gereklidir. Bağlantıyı sağlamamak için gerekli olan düz yüzeyin oluşturulması için bu yüzeyde form lokal olarak form değişikliği yapılmıştır.
- Sistemin, fırın içinde bulunan izolasyonla girişim halinde bulunduğu tüm noktalarda izolasyon kesilmiştir.
- Tahrik grubu ile fırın iç sasisi arasında bulunan izolasyon malzemesi değiştirilmiş ve fırın maksimum sıcaklığına ulaştığında bu bölge sıcaklığının tahrik grubunda bulunan kayışın ve diğer elemanların dayanabilecekleri maksimum sıcaklık altına indirilmiştir.

4.2 Sistemin montajı

Sistemde ilk olarak tahrik grubu montajı Şekil 4.20' de gösterildiği gibi yapılır. Tahrik grubunda ise motor ve motora bağlanan kasnağın montajı yapılır. Motor, brakete motorun titreşimini alması için elastik conta ile bağlanır. Motorun bağlantısı için 3 adet M4 cıvata kullanılır.

Motorun bağlanmasından sonra kasnak motor miline takılır ve segmanla sabitlenir. Kasnak, motor miline D-form yardımıyla şekil bağlıdır. Kasnağın mil eksenindeki hareketi, kasnağın mile montajından sonra segman takılarak engellenir.

Kasnak imalatı, enjeksiyon ile yapılması öngörülmektedir. Bu işlem sırasında kasnakta bulunan flanşlardan birisi imalat sırasında kasnak üzerinde çıkacaktır. Gerekli olan diğer flanş ise sacdan yapılır ve kasnak imalatından sonra pres altında kasnağa sıkıştırılır.

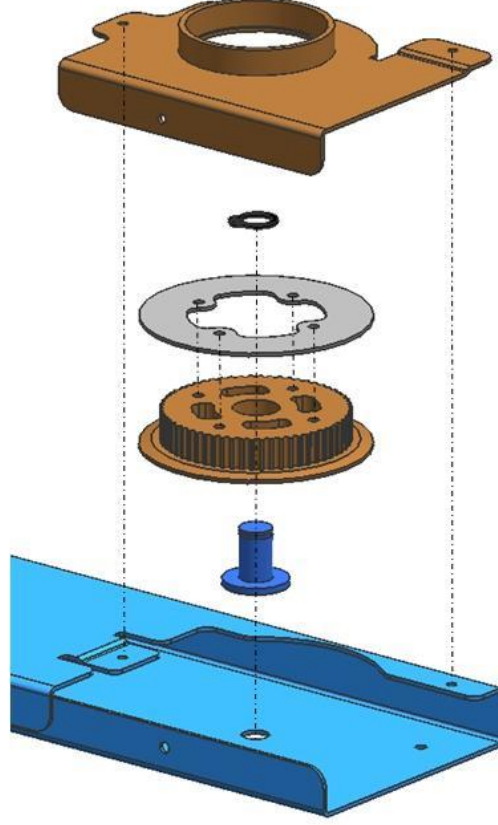


Şekil 4.20 : Motor ve kasnak montajı.

Braket üzerine montajı yapılacak diğer kasnak için mil kullanılır. Bu mile brakete kaynaklanır. Kaynak ve eksenler arası mesafede istenilen ölçülerin yakalanması için, braket üzerinde milin geleceği yere delik açılmıştır. Mil bu deliğe takıldıktan sonra kasnak işlemi yapılır.

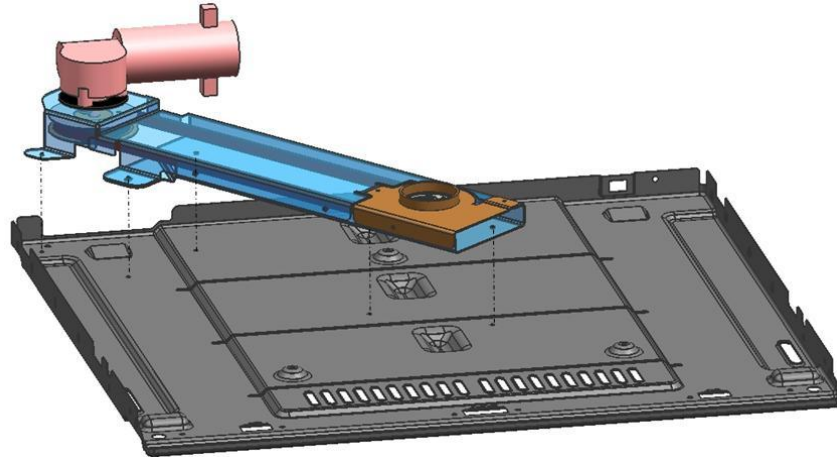
Mile takılacak kasnağın göbeğine flanşlı burç sıkı geçme olarak takılır. Yine enjeksiyonla imal edileceği öngörülen bu kasnakta flanşlardan biri sacdandır. Kasnakta sac flanşın ve burcun montajından sonra kayış braket içinden bir ucu motor tarafındaki kasnağa takılı olarak geçirilir. Diğer kasnak mile takılmadan önce kayış bu kasnağa takılır. Motorun bağlantısı bu aşamada sıkı yapılmamıştır ve slotlar sayesinde eksenler arası mesafeyi küçültecek şekilde öne gelebilmektedir. Küçük bir kuvvetle kasnak mile takılır se mil eksenini doğrultusundaki hareketin engellenmesi için segman takılır. Son olarak da motor kayışı gerdirecek şekilde çekilir ve istenilen gerginlikte sıkıca sabitlenir.

Şekil 4.21’ de gösterildiği gibi braket üzerine en son takılan braket kapağıdır. Kapak, braket içinde kalacak kasnak ve kayışın çalışması sırasında izolasyondan korunmasını sağlar.



Şekil 4.21 : Slotlu kasnak ve braket kapağı montajı.

Braket kit halinde montajlandıktan sonra fırının dış alt sacına bağlanır. Bu bağlantı için 5 adet sac vidası kullanılır. Şekil 4.22’ de gösterilen bu bağlantı için braket üzerinde sac formunda bükümler yapılmıştır.

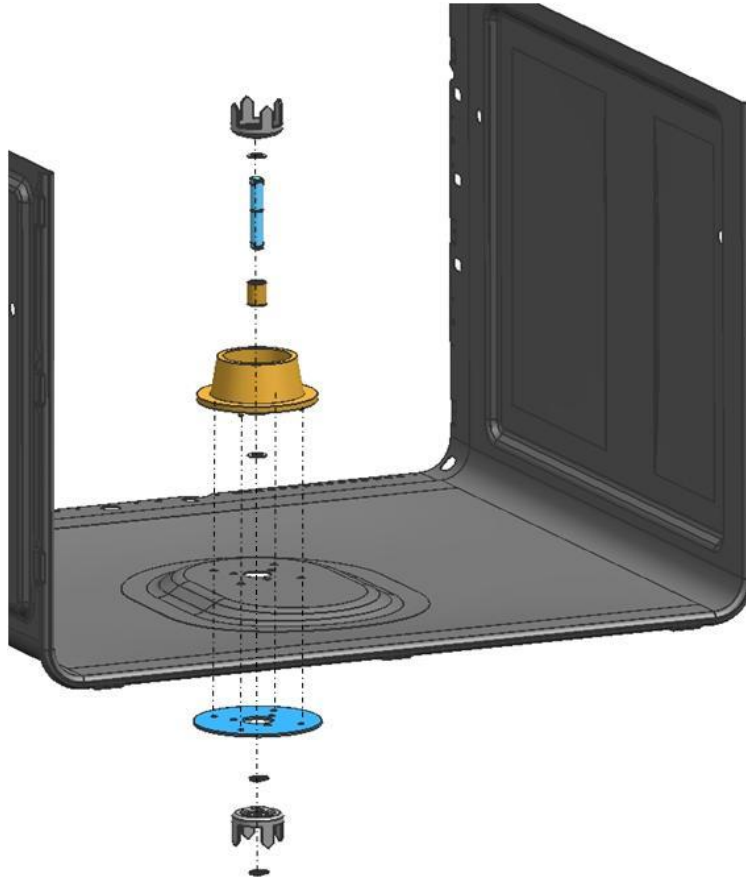


Şekil 4.22 : Tahrik grubu ile dış alt sac montajı.

Tahrik grubu ve tahrik grubunun bağlandığı dış alt sac bir gruptur. Bu grubun bağlantısından sonra diğer bir grup olan iç şasi ve aktarma grubu montajı yapılır. Öncelikte aktarma grubu montajlanır. Daha sonra bu grup iç şasi tabanında kavite üzerindeki bağlantı delikleriyle bu grubun montajı tamamlanır.

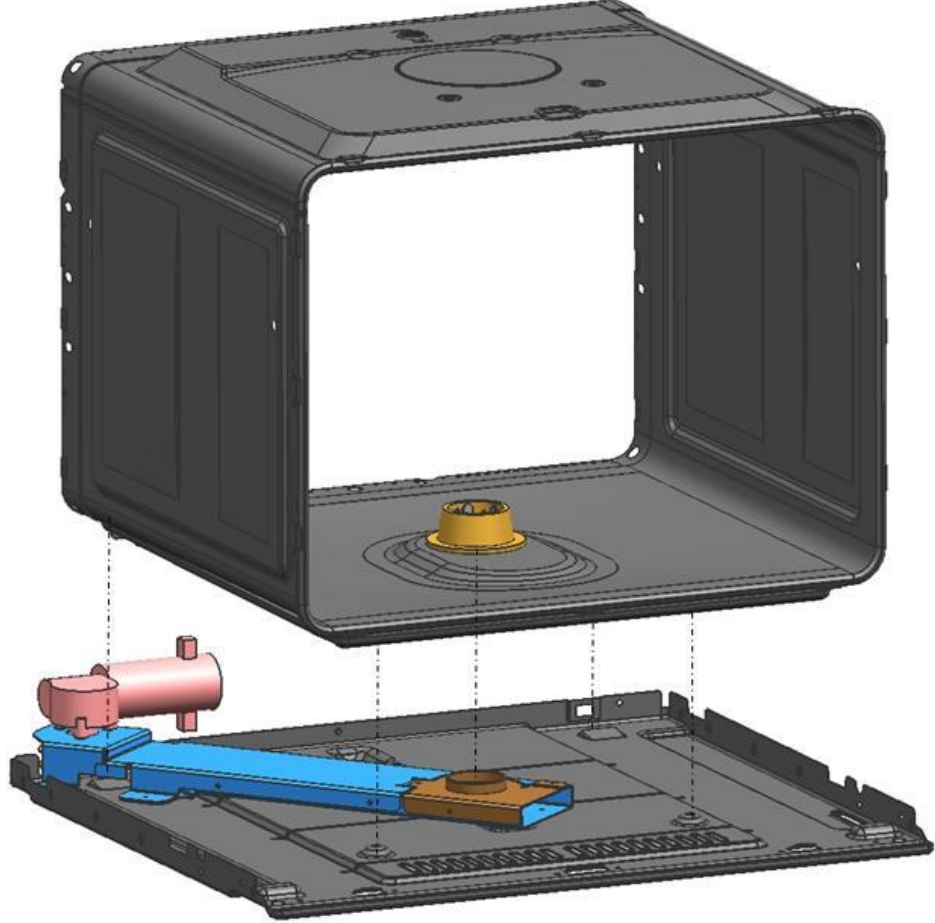
Aktarma grubunda ilk olarak tava sabitleme braketine burç takılır. Bu grupta yer alan aktarma milinin üst ucuna kaplin pres geçmiştir. Kaplinle bağlı olan bu mil, tava sabitleme braketine göbekten montajlanır. Bu montaj sırasında kaplin ile burc arasına teflon pul koyulur. Milin tava sabitleme braketine montajından sonra bu grup iç şasideki kavite üzerinde bulunan deliklere denk getirilir ve alttan gelen disk ile sandviç bir yapı oluşturularak 3 adet M4 civata ile bu yapı sabitlenir.

Kasnak kaplini, milin diğer ucuna tava sabitleme braketinin iç şasi tabanına sabitlenmesinden sonra takılır. Mil ve kaplin göbeğinde moment taşıyacak bir yapı vardır. Kaplin milin ucuna geçirildikten sonra mil eksenini doğrultusundaki hareketi segmanla engellenir. Böylece Şekil 4.23’ de gösterilen aktarma grubunun da montajı tamamlanmış olur.



Şekil 4.23 : Aktarma grubu ve iç şasi montajı.

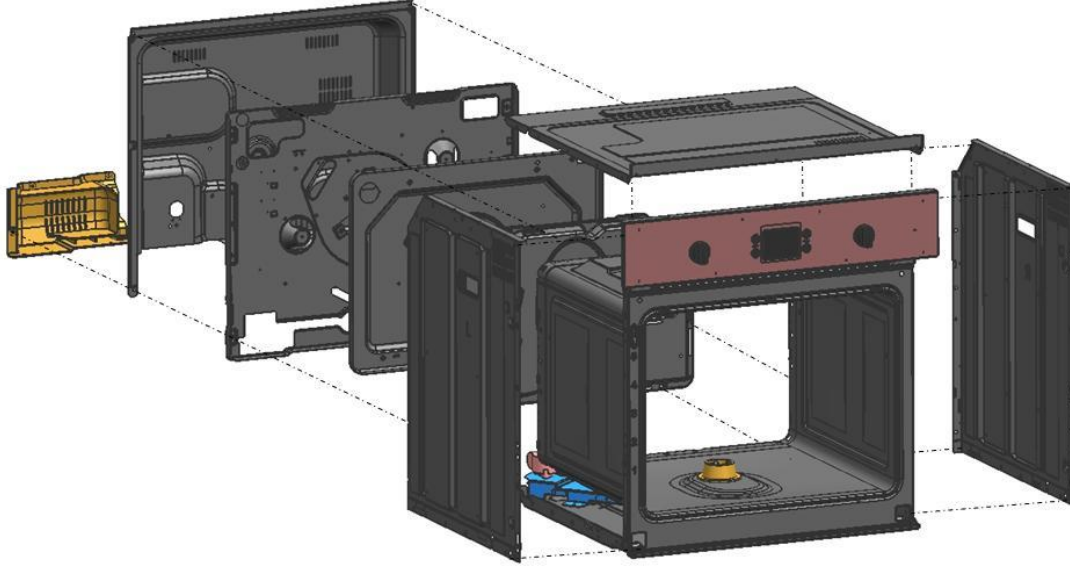
Tahrik grubu ile aktarma grubunun fırın şasilerine montajından sonra bu iki grup Şekil 4.24’ teki gibi birleştirilir. Birleştirme işlemi ekmek yapmak sistemi olmayan fırınların iç şasi ile alt sacı birleşimindeki gibi yapılır. Tahrik grubunun bağlı olduğu dış alt sac düz bir zemin üzerinde sabit durur ve iç şasi bu grubun üzerine bindirilir. Bu sırada iki grup arasına izolasyon yerleştirilir.



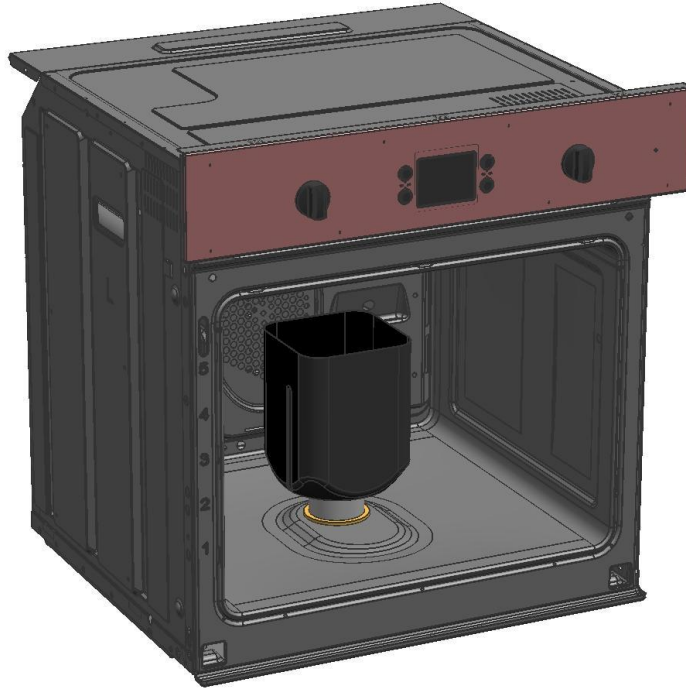
Şekil 4.24 : Tahrik grubu ile aktarma grubunun montajı.

Montajlama sırasında dikkat edilmesi gereken en önemli husus, tahrik grubunu taşıyan dış alt sac ile aktarma grubunu taşıyan iç şasinin birleştirilmesi sırasında, aktarma grubundaki kasnak kaplininin ayakları tahrik grubundaki kasnağın slotlarına denk gelmesi gerekir. Bunu operatör ya eliyle yapar yada kaplinin yapısından dolayı kaplin ayakları slotu kendiliğinden bulur. Olası bir denk gelmeme durumunda sistemin ilk çalıştırılması anında kaplin ayakları kasnaktaki slotla oturacaktır. Bu sırada kullanıcı ancak dikkatle dinlediğinde duyabileceği kadar bir ses oluşmaktadır. Ancak kaplin ayakları kasnaktaki yerine oturduktan sonra aynı ses bir daha çıkmayacaktır.

Tahrik grubu ile aktarma grubunu taşıyan dış alt sac ve iç şasinin birleşiminden sonra fırının diğer parçaları Şekil 4.25’ teki gibi montajlanır. Sırasıyla; fırın arka sacı, sağ yan ve sol yan şasiler, fan motoru taşıma sacı arka muhafaza ve üst şasinin takılmasıyla ekmek yapma sisteminin bulunduğu fırın montajlanmış olur. Fırının gruplanmış durumu Şekil 4.26’ da görüldüğü gibidir.



Şekil 4.25 : Fırın saclarının montajı.



Şekil 4.26 : Tavanın fırın içinde görünümü.

4.3 Prototip Çalışması

Tasarlanan sistemin prototipi yapılarak, imalat, montaj ve sistemin çalışması sırasında oluşabilecek öngörülmemiş problemler belirlenmeye çalışılmıştır. Ayrıca çalışır prototipin akustik ölçümleri yapılarak solo EYM' ler ve Kombi fırın ile kıyaslanmıştır.

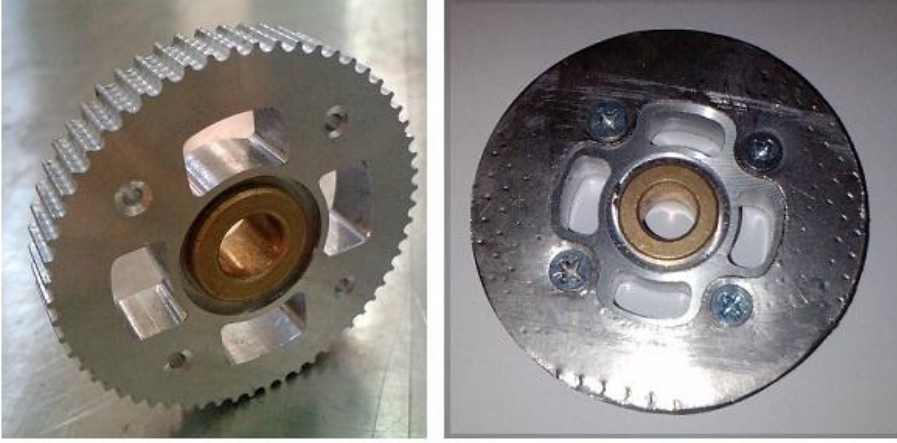


Şekil 4.27 : Braket prototipi.

Şekil 4.27' de gösterilne prototip için imal edilen braket tasarlandığı gibi aynı ölçülerde ve aynı imalat yöntemiyle yapılmıştır.

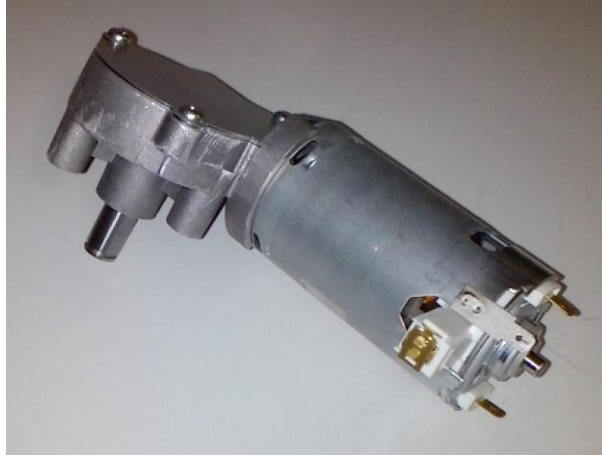


Şekil 4.28 : Motor miline sabitlenen zaman kasnağı prototipi.

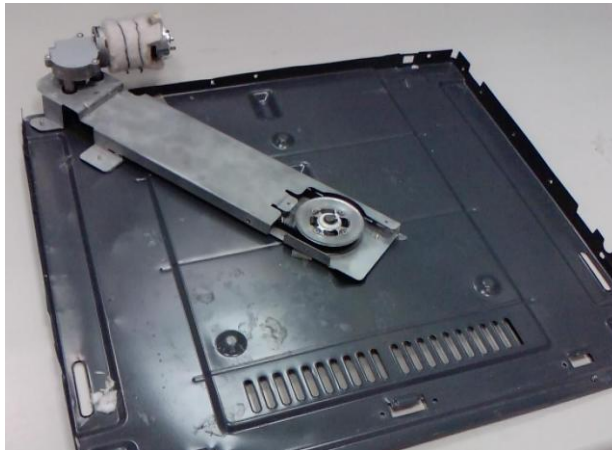


Şekil 4.29 : Kaplin kasnağı prototipi.

Kasnalar tasarlandıkları gibi aynı ölçülerde imal edilmiştir. Ancak standart 60 diş HTD-3M kasnaklarda flanş olmadığı için prototip kasnaklarda flanşlar sacdan yapılmıştır. Sac flanşlar kasnaklara Şekil 4.28 ve Şekil 4.29’ de gösterildiği gibi 4 adet M4 civata ile sabitlenmiştir.



Şekil 4.30 : HVDC motor.



Şekil 4.31 : Tahrik grubu ve dış alt sac montajı.

Prototipte kullanılan HVDC motor Şekil 4.30’ da gösterilmiştir. Bu motorun ve tahrik grubu elemanlarının bağlandığı braketin dış alt saca montajlı hali Şekil 4.31’ de gösterilmiştir.

İç şasi tabanında aktarma grubundaki tava sabitleme braketinin montajı için gerekli düz yüzey, iç şaside lokal olarak kaynakla birleştirilen kavite ile sağlanmıştır. Şekil 4.32’ de gösterilen kavite, sac kalıp imalatı ve pres baskılarla elde edilmiştir. Kavite iç şasi tabanına punta kaynağı ile sabitlenmiştir.



Şekil 4.32 : Kavite ve aktarma grubunun fırın içinde görünümü.

Tava grubu üretici firmadan istenmiş standart bir gruptur. Bu grup üzerinde herhangi bir değişiklik yapılmadan fırın içinde uygulanması hedeflenmiştir. Tava grubunun fırın içinde görünümü Şekil 4.33’ te gösterilmiştir.



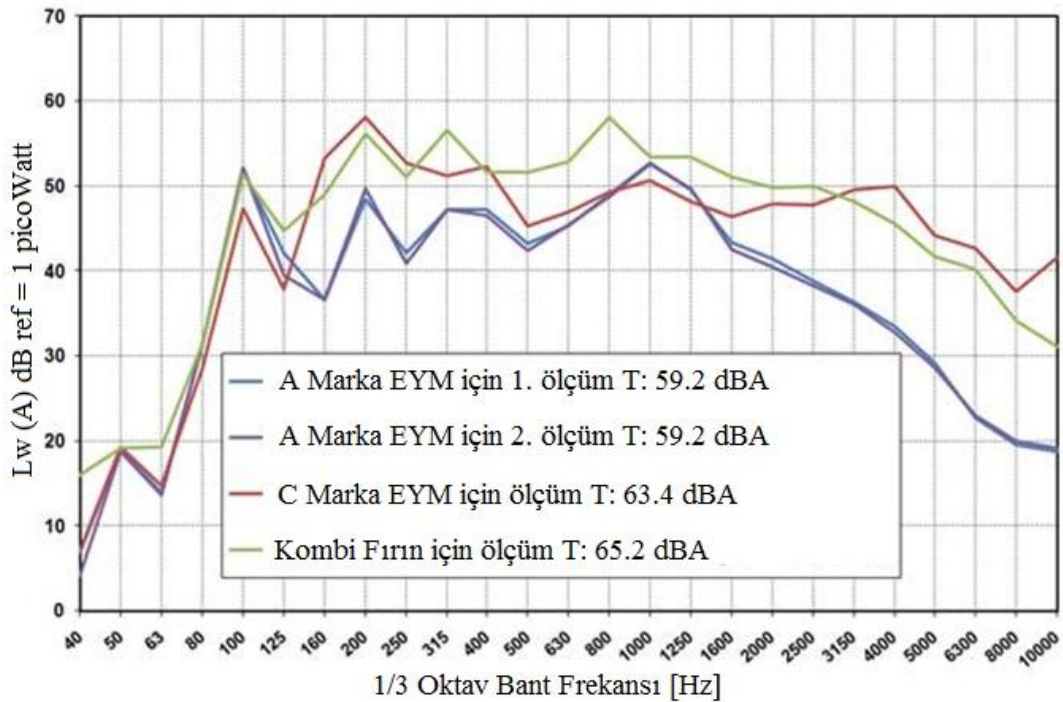
Şekil 4.33 : Tava grubu ve fırın içindeki görünümü.

Motor bölgesindeki açıklığın kapatılması için tasarlanan arka kapak SLS hızlı prototip yöntemiyle imal edilmiştir. Bu kapağın finalde palastik malzemeden olacağı öngörülmektedir. Kapağın fırın arka bölgesindeki pozisyonu Şekil 4.34’ te gösterilmiştir.



Şekil 4.34 : Arka kapak.

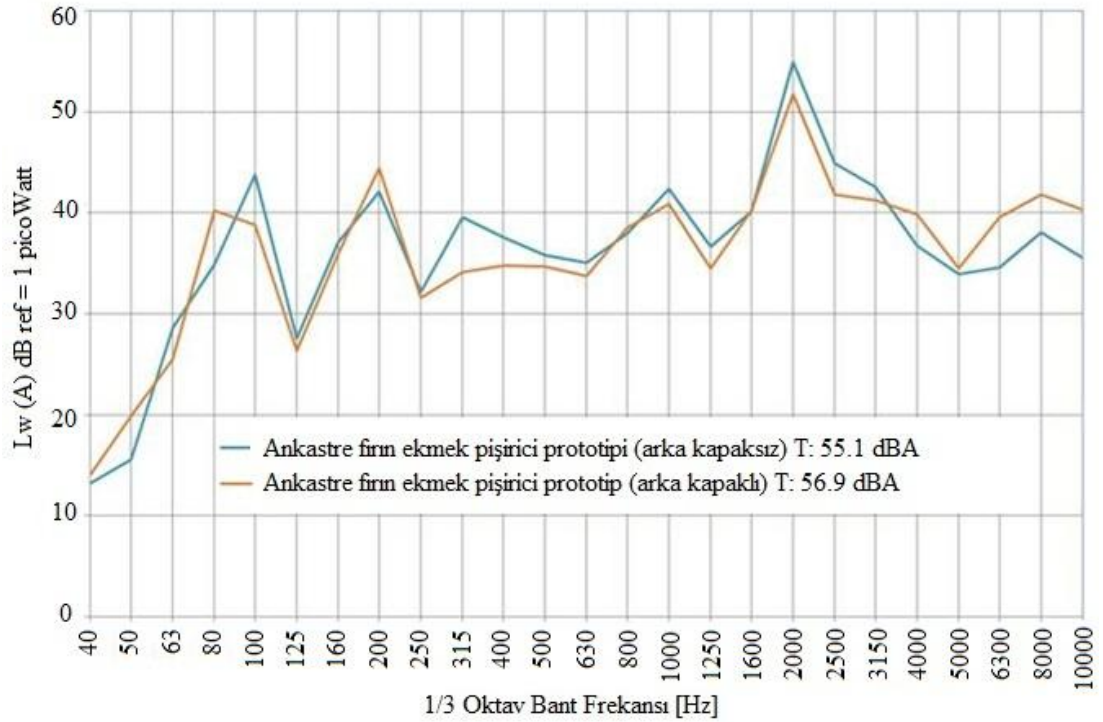
Prototip imalatından sonra sistemin çalışması denenmiş, ancak motorun fırçalı DC olmasından dolayı yüksek frekansta çok ses çıkardığı algılanmıştır. Bu algılama sonucunda ses seviyesinin ölçülerek solo EYM’ lerin sesleriyle kıyaslanmıştır. A ve C marka solo EYM’ ler ile Kombi fırınının akustik ölçümleri sonucunda Şekil 4.35’ teki grafik elde edilmiştir.



Şekil 4.35 : Solo EYM’ lerin Akustik ölçümleri.

Bu verilere göre; A marka Solo EYM plastik şasi olmasından dolayı C marka solo EYM' den ve Kombi fırından daha az sesli olduğu tespit edilmiştir.

Solo EYM ve Kombi fırında yapılan ölçümlere ilave olarak prototip üzerinde de aynı akustik ölçüm yapılmıştır. Yapılan akustik ölçümler sırasında arka kapağın ses düzeyine etkisini de görmek amacıyla kapaklı ve kapaksız olmak üzere 2 adet test yapılmıştır.



Şekil 4.36 : Prototipin akustik ölçümleri.

Yapılan akustik ölçüm sonuçlarına göre ekmek yapabilen ankastre fırın prototipi solo EYM ve Kombi fırınlardan daha az sesli olduğu anlaşılmıştır. Şekil 4.36' daki ölçüm sonuçlarında sesin maksimum noktaya vardığı frekans aralığı çok yüksektir. Bu yüksek frekansta oluşan ses motor kaynaklı olduğu belirlenmiştir. Bu durumda sistemde motor haricindeki tüm seslerin oldukça düşük seviyelerde olduğu görülmektedir. Motordan kaynaklanan bu sesin sebebi ise fırçalar ile rotor arasındaki manyetik ve sürtünme sesleridir. Fırçalar ile rotor arasındaki manyetik ses motor elektroniğine bağlanacak filtre ile giderilebilir. Ancak asıl sesin sürtünmeden kaynaklandığı göz önüne alınırsa böyle bir filtre kullanımı ses seviyesinde ciddi azalmalara sebep olmayacaktır.

Ekmek yapmak için tasarlanan ankastre fırın içinde kullanılan motorun sesi yüksek frekanslarda oluşması, böyle bir fırının mutfakta kullanılacağı ve sesin en çok

duyulacağı an gece olduğu varsayılırsa, kullanıcının sabah uyandığında ekmeğin hazır olması için fırını ayarladığında gece çalışan fırının sesi yüksek frekanstan dolayı diğer odalara gitmediği görülmüştür. Solo EYM’ lerde oluşan sesin maksimuma ulaştığı frekans daha düşük olduğu için böyle bir seneryoda motor sesi diğer odalara kadar ulaşmaktadır. Bu durum ve yapılan ölçümler ekmek yapma fonksiyonuna sahip bir fırının solo EYM ve Kombi fırınlardan akustik açıdan daha kullanışlı olduğunu göstermiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Solo EYM' lerin ya da kombi fırınların mutfakta oluşturduğu sıkıntılardan ve kullanıcıya verdiği maddi yükten ötürü ekmek yapma makinelerine alternatif olarak tasarlanan fırın içinde ekmek yapma sistemi, pazar ve patent araştırması ile ekmek yapma işleminin fırın içinde yapmanın mümkün olup olmadığı belirlendikten sonra ortaya atılan alternatif tasarımlar sonucunda en iyi alternatifin seçimi ve detaylandırılması yapılmıştır. Detaylandırılan alternatif çözüm, prototip ürün haline dönüştürülerek sistemin akustik ölçümleri ve ekmek yapma denemeleri yapılmıştır. Tüm bu süreçler beklenen zamanda başarı ile yürütülmüştür.

Prototip ürünün Arçelik AŞ Bolu Pişirici Cihazlar İşletmesi' ne sunumu sonucunda prototip ürünün başarıyla çalıştığı vurgulanmıştır. Prototip ve final ürünün tasarımında, imalatında ve montajında ortaya çıkan ve çıkabilecek problemler belirlenmiş, bu problemlere çözüm yolları aranması gerektiği kararlaştırılmıştır. Buna göre çalışmanın devamında dikkat edilmesi gereken hususlar şöyledir;

- Fırın içinde solo EYM' lerde kullanılan uzun boylu tava hem çirkin görünmekte hem de yoğurma işlemi sırasında gözle görülür derecede sallanmaktadır. Ekmek yoğurma tavası daha kısa boyda ve genişliği artırılmadan yeniden tasarlamak ya da üretici firmadan istemek, fırının algılanan kalitesini artıracaktır.
- Prototip üründe solo EYM üreticilerinden elde edilen tava sabitleme braketini üzerinde tavanın kitlenmesi için gerekli elastik bir yapı bulunur. Bu yapı solo EYM' lerde oluşan sıcaklıkta gıdaya zararlı olmadığı için kullanılabilir. Ancak fırın içinde böyle bir yapının sabit bulunması ekmek yapma işlemi sırasında ulaşılan sıcaklıklardan zarar görmese de başka bir pişirme işleminde sıcaklık sınırlarının dışına çıkmasına sebep olabilir. Çözüm olarak elastik malzemenin üretici firmadan tava altına alınması istenebilir. Ya da tava ile tava sabitleme braketini özel olarak kitlemenin elastik malzemeye ihtiyaç duymayacağı şekilde tasarlanabilir.

- Solo EYM' lerde sadece ekmek yapıldığı için tava sabitleme braketinin sızdırmazlığına dikkat edilmez. Ancak fırın içinde durum farklıdır. Ekmek yapma dışında sulu yemeklerin pişirilmesi ya da buharlı fırınlarda bu sistemin kullanılması tava sabitleme braketinin iç şasi tabanına yerleştirilmesinde bu bölgenin sızdırmaz olmasını önemli hale getirir. Tava sabitleme braketinin sızdırmazlığının iyileştirilmesi konusunda üretici firmayla görüşmeler yapılabilir.
- Tava sabitleme braketinin iç şasinin tabanında emaye kaplama olan tarafa sabitlenir. Bu durum montaj sırasında ya da kullanım sırasında emayenin çatlamasına sebep olacaktır. Buna önlem olarak tava sabitleme braketinin emayeli yüzey arasına yüksek sıcaklığa dayanıklı ve gıdaya uyumlu elastik bir yapı koyulması gerekir. Bunun yerine tasarımda ufak detaylarla oynayarak bu durumdan kurtulmak mümkün olabilir.
- Kasnakların birbirinden farklı olması toplam maliyeti artıracaktır. Kasnakların aynı şekle getirilmesi imalat yöntemine bağlı olarak faydalı olabilir. Al malzemedan yapılacak kasnaklar, enjeksiyon dökümle üretildiği durumda flanşlardan bir tanesi kasnak üzerinde diğeri sacdan yapılarak sonradan kasnağa montajı yapılacaktır. Ekstrüzyon yöntemiyle üretilmesi durumunda ise flanşların her ikisi de sacdan yapılarak daha sonar kasnaklara takılacaktır. Maliyetin daha düşük olmasından dolayı buy olla kasnak imalatına gidilebilir.
- Tahrik grubu braketinin imalatı kalın sac kullanarak sac büküm yöntemiyle yapılabilir. Ancak bu durumda motor sabitleme bölgesindeki zayıflıktan dolayı çalışma sırasında esnemeler gözlemlenmektedir. Bu durumdan kurtulmak için bu bölgenin dayanıklılığının artırılması gerekir. Bu bölgedeki bükümlere köşebentler atılması çözüm olabilir.

- Akustik ölçümlere sonucunda motor sesinin solo EYM'lerden daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak bu ses yok edildiği takdirde ses seviyesi ciddi olarak azalacaktır. Motorun DC ve fırçalı olması bu sese sebep olan etkenler olduğu düşünülürse, teknolojinin ilerlemesiyle birlikte motor seçimi yeniden yapılabilir ve böylece seste ciddi azalmaya gidilebilir. Ancak mevcut motorlar içinde hem fırındaki konstrüktif sınırlar hem de moment devir ihtiyacı bakımında başka bir motor şimdilik bulunamamıştır.

Arçelik AŞ Bolu Pişirici Cihazlar İşletmesi' nin prototip ürünü beğenmesinin ardından ürünün finalizasyonu yapılacaktır. Bu doğrultuda yapılacak çalışmalar özetle şöyledir;

- Algoritma çalışmalarına devam edilerek prototip üründen elde edilen ekmek kalitesinden daha iyi ekmek elde etmenin yolları araştırılacaktır.
- Prototip ürün üzerinde ekmek yapma deneyleri yapılarak ürünün ekmek yapabilirliği detaylı olarak incelenecektir.
- Prototip ürünlerin çoklaması yapılarak ömür testleri yapılacaktır.
- Deneyler sırasında ortaya çıkan eksikler belirlenerek çözüm getirilecektir.
- Sistemin ekmek yapma dışında farklı gıdalar (kek, reçel, yoğurt vb.) hazırlama çalışmaları yapılacaktır.
- Ürün endüstriyel tasarımla birlikte yeniden gözden geçilecek ve algılanan kalitesi artırılacaktır.
- Sistem için gerekli elemanların üretici firmalardan temini için firmalarla yazışmalar yapılacaktır.
- Gözden geçirme işlemleri sırasında sistemde kullanılan elemanların sayısı ve maliyetleri düşürülmeye çalışılacaktır.
- Tüm bu gözden geçirmeler sırasında sistem üzerinde yeniden ortaya atılan fikirlerin sisteme adaptasyonu üzerine çalışmalar yapılacak gerekli olduğu durumlarda sistemde revizyona gidilecektir.
- Sistemin imalat ve montaj teknikleri üzerine iyileştirme çalışmaları yapılacaktır.

KAYNAKLAR

- [1] Arlı M., Işık N., 1994, *Türk Mutfak Kültürü Üzerine Araştırmalar*, Türk Halk Kültürünü Araştırma Ve Tanıtma Vakfı Yayınları Ankara, 1-17.
- [2] Url-1, <<http://www.tarih.19.01.food-info.net/tr/qa/qa-wi8.htm>>, alındığı 2011
- [3] Url-2, <<http://www.ekmeksanati.com/documents/Kneadlessly%20simple.pdf>>, alındığı tarih 02.02.2011.
- [4] Url-3, <http://www.ekmeksanati.com/documents/eym_yapfdsfd_ve_c7aldfemasfd.html>, alındığı tarih 12.03.2011.
- [5] Url-4, <http://www.zojirushi.com/servicesupport/manuals/manual_pdf/bb_hac10.pdf>, alındığı tarih 07.02.2011.
- [6] Url-5, <http://news.cnet.com/8301-17938_105-20017956-1.html>, alındığı tarih 12.03.2011.
- [7] Url-6, <<http://jp.sanyo.com/gopan/>>, alındığı tarih 12.03.2011.
- [8] Url-7, <<http://ep.espacenet.com>>, alındığı tarih 09.02.2011.
- [9] Url-8, <<http://www.istanbultedarik.com/Sinangil-Un-10-Kg-1-Adet,PR-913.html>>, alındığı tarih 17.03.2011.
- [10] Url-9, <<http://ticaretimiz.com/p6519-hayat-su.html>>, alındığı tarih 17.03.2011.
- [11] Url-10, <<http://www.veskoc.com.tr/DROETKER-TOZ-MAYA-3-LU,PR-8155.html>>, alındığı tarih 17.03.2011.
- [12] Url-11, <<http://www.bdas.gov.tr/dosyalar/html/2010tarifeler.xls>>, alındığı tarih 17.03.2011.
- [13] Url-12, <http://www.samanyoluhaber.com/h_461352_il-il-ekmek-fiyatlari.html>, alındığı tarih 17.03.2011.
- [14] Url-15, <<http://www.kimmuh.com/evcin/coating/coating6.pdf>>, alındığı tarih 29.03.2011.
- [15] Url-14, <<http://en.powerbelt.hu/?Prod=HTD-3M>>, alındığı tarih 21.04.2011.

- [16] **Url-15**, <<http://www.elatech.com/en-US/polyurethane-belts-roll-welded.html>>, alındığı tarih 21.04.2011.
- [17] **Akkurt Mustafa**, 2005, *Makine Elemanları Cilt:1-2*, Birsen Yayınevi İstanbul, s. 659, 678.

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Samet AKAN

Doğum Yeri ve Tarihi: Kadıköy / İstanbul 30.01.1986

Lisans Üniversitesi: Gaziantep Üniversitesi