



**T.C.
AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ANKASTRE FIRINLARDA FAN KORUMA SACININ PERFORMANS
VE GÜVENLİĞE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Oktay GÜN

HAZİRAN

OKTAY GÜN	MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI	HAZİRAN 2023
-----------	-----------------------------------	--------------

**ANKASTRE FIRINLARDA FAN KORUMA SACININ PERFORMANS VE
GÜVENLİĞE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Oktay GÜN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
MAKİNE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sami ATA**

**AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2023

Yüksek Lisans Tezi Kabul ve Onay Sayfası

Oktay GÜN tarafından hazırlanan “Ankastre Fırınlarda Fan Koruma Sacının Performans ve Güvenliğe Etkisinin İncelenmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Amasya Üniversitesi Makine Mühendisliği Anabilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sami ATA

Konstrüksiyon ve İmalat Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan: Doç. Dr. Aytaç YILDIZ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bursa Teknik Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye: Doç. Dr. Levent UĞUR

Mekanik Anabilim Dalı, Amasya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 07/06/2023

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Doç. Dr. Ümit Yıldırım

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

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

Oktay GÜN
07/06/2023

ANKASTRE FIRINLARDA FAN KORUMA SACININ PERFORMANS VE GÜVENLİĞE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Oktay GÜN

AMASYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2023

ÖZET

Bu çalışma, artan enerji maliyetleri ve çevre kirliliği problemlerine çözüm olarak ev tipi ankastre fırınlarda enerji verimliliği ve pişirme performansının artırılmasını amaçlamaktadır. Geleneksel fırınların boyutu ve pişirme süresinden dolayı enerji tüketimi, ankastre fırınlardan daha yüksek olduğundan tüketiciler özellikle gelişen teknolojiyle sağlanan enerji verimliliğinden ve sağlanan zaman tasarrufundan dolayı ankastre fırınları tercih etmektedir. Ankastre fırınlar, günümüzde çoklu pişirme özellikleriyle aynı anda birden fazla pişirme yaparak daha az enerji tüketimine olanak sağlamaktadırlar. Ankastre fırınların pişirme performanslarına etki eden faktörler arasında, rezistans gücü, fan devir hızı, fan kanatçık tasarım yapısı ve TSE tarafından belirlenen 60335-1 ve 60335-2-6 güvenlik standartları yer almaktadır. Bu çalışmada, fırın içi hava dağılımı, tepsiler üstündeki sıcaklık eğrileri ve fan koruma sacının tasarımının çoklu pişirme performansına etkisi 3 boyutlu analiz programı ile numerik olarak incelenmiştir. Yapılan sayısal çalışmalar ile tasarımın yapısal iyileştirilmesi gerçekleştirilmiş olup akabinde deneysel çalışmalara geçilmiştir. Deneysel çalışmaların olumlu yöndeki etkisi sayısal olarak ortaya koyulmuştur. Ön deneysel çalışmalar; ring ısıtıcının çalıştığı durumda fırın içi sıcaklık dağılımının belirlenmesi, pişirme deneyleri ve sayısal modelde kullanılmak amacıyla sınır koşullarının belirlenmesi deneylerini kapsamaktadır. Bu kapsamda yapılan nümerik analizlerde fanın dönüş yönü ve havalandırma deliklerinin analize olan etkisi incelenmiştir. Sonuç itibari ile tasarlanan 2 farklı tasarıma sahip olan fan koruma saclarının fırın tepsileri üzerinde alınan sıcaklık değerleri irdelendiğinde ankastre fırının performansının %3 ile %5 oranında arttığı tespit edilmiştir. Deneysel olarak yapılan enerji verimliliği testlerinde A sınıfı olan enerji değeri %6,6 artarak nümerik analiz verilere yakın bir sonuç çıkarak A+ değeri sınıfına ulaştığı görülmüştür. TSE 60350-1 performans standardına uygun olarak yapılan pişirme testlerinde belirlenen fan koruma sacının standart gereksinimleri üzerinde olan 92 puan aldığı görülmüştür.

Sayfa Adeti : 120
Anahtar Kelimeler : Ankastre Fırın, Enerji Verimliliği, Fan Koruma Sacı, Nümerik Analiz, Bilgisayar Destekli Tasarım, Deneysel Çalışma.
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sami ATA

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FAN PROTECTION SHEET ON
PERFORMANCE AND SAFETY IN BUILT-IN OVENS
(M. Sc. Thesis)

Oktaý GÜN

AMASYA UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
June 2023

ABSTRACT

This study aims to improve the energy efficiency and cooking performance of home built-in ovens as a solution to the problems of increasing energy costs and environmental pollution. Since the energy consumption of conventional ovens is higher than that of built-in ovens due to their size and cooking time, consumers prefer built-in ovens, especially due to the energy efficiency and time savings provided by the developing technology. Today, built-in ovens allow less energy consumption by cooking more than one at the same time with their multiple cooking features. Factors affecting the cooking performance of built-in ovens include resistance power, fan speed, fan blade design structure and safety standards 60335-1 and 60335-2-6 set by TSE. In this study, the effects of the air distribution inside the oven, temperature curves on the trays and the design of the fan guard on the multiple cooking performance were numerically investigated with a 3D analysis program. Structural improvement of the design was realized with the numerical studies and then experimental studies were carried out. The positive effect of the experimental studies has been numerically demonstrated. Preliminary experimental studies include determination of the temperature distribution inside the oven when the ring heater is operating, baking experiments and determination of boundary conditions to be used in the numerical model. In the numerical analysis, the effect of fan rotation direction and ventilation holes on the analysis were examined. As a result, it was determined that the performance of the built-in oven increased by 3% to 5% when the temperature values taken on the oven trays of the fan protection sheets with 2 different designs were analyzed. In the experimental energy efficiency tests, it was seen that the energy value, which was class A, increased by 6.6% and reached the A + value class with a result close to the numerical analysis data. In the cooking tests carried out in accordance with TSE 60350-1 performance standard, it was observed that the fan protection sheet received 92 points, which is above the standard requirements.

Page Number : 120
Key Words : Built-in Oven, Energy Efficiency, Fan protection plate, Numerical
Analyisi, Computer Aided Desing, Expermental Study.
Supervisor : Asst. Prof. Dr. Mustafa Sami ATA

ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması süresince sürekli desteğini hissettiğim, bilgi ve tecrübelerini hiçbir zaman esirgemeyen saygı değer hocam ve danışmanım sayın Dr. Öğr. Üyesi Mustafa Sami ATA'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca tez çalışmam boyunca her koşulda yanımda olan sabrını ve desteğini esirgemeyen canım aileme ve değerli iş arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖN SÖZ ve TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
RESİMLER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xvi
1. GİRİŞ	1
1.1. Beyaz Eşya Sektörü.....	9
1.2. Dünyada Beyaz Eşya Sektörü	10
1.3. Türkiye’de Beyaz Eşya Sektörü.....	12
1.4. Dünya’da ve Türkiye’de Ankastre Fırın Sektörü.....	13
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	18
3. ANKASTRE FIRINLARDA PİŞİRME HACMİ İÇİN UYGUN FAN KORUMA SACI MODELLENMESİ VE HAD ANALİZLERİ İLE BELİRLENMESİ	25
3.1. Yeni Fan Kapaklarının Tasarımı ve Prototip Süreci	25
3.2. Hesaplamalı Akışlar Dinamiği	28
3.2.1. Flow simulation.....	30
3.3. Flow Simulation Analiz Sonuçları	31
3.3.1. Durum 1 analiz sonuçları	33
3.3.2. Durum 2 analiz sonuçları	36
4. BÖLÜM DENEYSEL ÇALIŞMALAR	39

	Sayfa
4.1. Test Ölçüm Ekipmanları	39
4.1.1 Enerji test tuğlası.....	39
4.1.2. K tipi termokupl	40
4.1.3. Güç kaynağı-voltaj regülatörü.....	40
4.1.4. Güç analizörü	41
4.1.5. Renk ölçüm cihazı.....	42
4.1.6. Dijital kumpas	43
4.1.7. Yüzey ısı probu	43
4.2 Ankastre Fırında Güvenlik ve Performans Testleri	44
4.2.1. Madde 8 canlı uçlara erişim testi	44
4.2.2. Madde 11 ısınma testi	48
4.2.3. Madde 11.101 yüzey ısı testi.....	49
4.2.4. Merkez sıcaklıklarının karşılaştırılması	61
4.2.5. Ankastre fırında TSE EN 60350-1 enerji verimliliği ve performans testleri	64
5. BÖLÜM SONUÇ VE TARTIŞMA.....	115
KAYNAKÇA.....	118
ÖZGEÇMİŞ	120

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 1.1.Türkiye'nin enterkonnekte sistemi puant talebi ve enerji yıllara göre gelişimi 4	
Çizelge 3.1. Durum 1 fks için HAD analizi sonuçları	33
Çizelge 3.2. Durum 2 fks için HAD analizi sonuçları	36
Çizelge 4.1. Enerji verimlilik testlerinde kullanılan hipor tuğlanın fiziksel özellikleri.....	39
Çizelge 4.2. 13'nolu Test probu ölçü parametreleri	47
Çizelge 4.3. 41'nolu Test Probu Ölçü Parametreleri	47
Çizelge 4. 4. Erişilebilir yüzeyler için sıcaklık artış sınır seçenekleri	50
Çizelge 4.5. Erişilebilir yüzeyler için sıcaklık artış seçenekleri	50
Çizelge 4.6. Erişilebilir yüzeyler için sıcaklık artış seçenekleri	51
Çizelge 4.7. Durum 1 fks maxi grill fan fonksiyonda yüzey ısı test ölçüm sonuçları	53
Çizelge 4.8. Durum 1 fks elektro turbo fan fonksiyon yüzey ısı test ölçüm sonuçları	55
Çizelge 4.9. Durum 2 fks maxi grill fan fonksiyonda yüzey ısı test ölçüm sonuçları	57
Çizelge 4.10. Durum 2 elektro turbo fan fonksiyonda yüzey ısı test ölçüm sonuçları	59
Çizelge 4.11. Durum 1 elektro turbo fan fonksiyon test ölçüm sonuçları	61
Çizelge 4.12. Durum 1 fks Ring Test ölçüm sonuçları.....	62
Çizelge 4.13. Durum 2 fks elektro turbo fan test ölçüm sonuçları	63
Çizelge 4.14. Durum 2 fks ring fan test ölçüm sonuçları	63
Çizelge 4.15. Testte kullanılan ana semboller	64
Çizelge 4.16. Tüm ölçüm süreci	68
Çizelge 4.17. Test dereceleri için sıcaklık değerleri	69
Çizelge 4.18. Durum 1 ve durum 2 fks test görselleri	89
Çizelge 4.19. Durum 1 fks pişirme değerlendirme	89

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.20. Durum 1 fks galeta pişirme sonuç değerlendirme	90
Çizelge 4.21. Durum 2 fks pişirme değerlendirme	91
Çizelge 4.22. Durum 2 fks galeta pişirme sonuç değerlendirme	91
Çizelge 4.23. Bileşen miktarları.....	92
Çizelge 4.24. On numaralı referans renk değerleri için ölçülen değerler	98
Çizelge 4.25. Durum 1 fks tek tepsi pişirim görselleri	99
Çizelge 4.26. Durum 1 fks tek tepsi pişirme değerlendirme çizelgesi.....	99
Çizelge 4.27. Durum 1 fks tek tepsi puan kriteri çizelgesi	99
Çizelge 4.28. Durum 1 fks iki tepsi pişirim görselleri	100
Çizelge 4.29. Durum 1 fks üç tepsi pişirim görselleri	101
Çizelge 4.30. Durum 2 fks tek tepsi pişirim görselleri	102
Çizelge 4.31. Durum 2 fks tek tepsi pişirme değerlendirme çizelgesi.....	102
Çizelge 4.32. Durum 2 fks tek tepsi puan kriteri çizelgesi	102
Çizelge 4.33. Durum 2 fks iki tepsi pişirim görselleri	103
Çizelge 4.34. Durum 2 fks üç tepsi pişirim görselleri	104
Çizelge 4.35. Pişirim sonuçlarının karşılaştırılması	104
Çizelge 4.36. Yağsız pandispanya puan çizelgesi	107
Çizelge 4.37. Durum 1 ve durum 2 fks yağsız pandispanya pişirim görselleri	107
Çizelge 4.38. Durum 1 ve durum 2 fks elmalı tarta pişirim görselleri	110
Çizelge 4.39. Durum 1 ve durum 2 fks dörtlü milföy puan çizelgesi	112
Çizelge 4.40. Durum 1 ve durum 2 fks dörtlü milföy pişirim görselleri	112

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1.1. Dünya ekonomisi ve birincil enerji tüketim arasındaki ilişki.....	2
Şekil 1.2. Birincil enerji tüketim değerleri ve sıralaması.....	2
Şekil 1.3. Dünyada enerji kullanımı	3
Şekil 1.4. 1990 ve 2008 Yılları arası bölgesel enerji kullanımı.....	4
Şekil 1. 5. 2002 ve 2011 Yılları Türkiye elektrik sistemi puant güç ve enerji talebi grafiği.	5
Şekil 1.6. Yıllara göre talep edilecek enerji miktar senaryoları.....	5
Şekil 1.7. Yıllara göre talep edilecek artış senaryoları	6
Şekil 1.8. Yıllara göre kişi başı elektrik senaryoları.....	6
Şekil 1.9. Türkiye nüfus projeksiyonu.....	7
Şekil 1.10. Yıllara göre elektrik enerji tüketim grafiği	7
Şekil 1.11. Binalarda elektrik enerjisi tüketim oranları	8
Şekil 1.12. Ülkemizde yıllar göre evlerde kullanılan elektrikli ev aletleri sayısı	8
Şekil 1.13. Küresel ticarete beyaz eşya ihracatı	12
Şekil 1.14. Türkiye’de bulunan beyaz eşya üreticilerin coğrafi dağılımları	13
Şekil 1.15. Dünyada fırın ihracat oranları	14
Şekil 1.16. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri üretimi	15
Şekil 1.17. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri iç satışları	16
Şekil 1.18. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri İhracatı	16
Şekil 1.19. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri İthalatı	16
Şekil 2.1. Kantaş tarafından tasarlanan hava dağıtım kanalı.....	21
Şekil 2.2. Kantaş tarafından yapılan nümerik çalışma.....	22
Şekil 2.3. Mevcut ürünlerde kullanılan fan kapağı.....	23
Şekil 2.4. Mevcutta kullanılan fırınlarda turbo fanın emiş ve basış yönü.....	23

Şekil	Sayfa
Şekil 2.5. Tip 6 (a) ve Tip 13 (b) fan kapağı modelleri.....	24
Şekil 2.6. Bilen tip 6 fan kapağının tepsi tabanındaki sıcaklık dağılımı analiz sonucu.....	24
Şekil 3.1. Farklı fan koruma sac tasarımları	25
Şekil 3.2. Fırın Turbo fan hava emiş ve basış yönü.....	26
Şekil 3.3. Durum 1 fan koruma sacı modeli (alt hava yönlendirme ve yan hava yönlendirme kanalları bulunmaktadır)	26
Şekil 3.4. Durum 2 fan koruma sacı modeli (alt hava yönlendirme ve yan havalandırma kanalları bulunmamaktadır)	27
Şekil 3.5. Oluşturulan akış hacmi görselleri	31
Şekil 3.6.Sıcaklık değerlendirme skalası	32
Şekil 3.7. Hız değerlendirme skalası.....	32
Şekil 3.8. Durum 1 fks üst raf için hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu.....	33
Şekil 3.9. Durum 1 fks alt raf için hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu.....	33
Şekil 3.10. Durum 1 fks üst raf için sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu.....	34
Şekil 3.11. Durum 1 fks alt raf için sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu	34
Şekil 3.12. Durum 1 fks için hız dağılım (m/s) HAD analiz animasyon sonucu.....	35
Şekil 3.13. Durum 1 fks için sıcaklık dağılım (m/s) HAD analiz animasyon sonucu	35
Şekil 3.14. Durum 2 fks üst raf için hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu.....	36
Şekil 3.15. Durum 2 fks alt raf için hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu.....	36
Şekil 3.16. Durum 2 fks üst raf için sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu.....	37
Şekil 3.17. Durum 1 fks alt raf için sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu	37
Şekil 3.18. Durum 2 fks için hız dağılım (m/s) HAD analiz animasyon sonucu.....	38
Şekil 3.19. Durum 2 fks için sıcaklık dağılımı (m/s) HAD analiz animasyon sonucu	38
Şekil 4.1. Hurterlab renk uzayı	43

Şekil	Sayfa
Şekil 4.2. Deney Sondası B.....	45
Şekil 4.3. Test Probu 12.....	46
Şekil 4.4. Yüzey ısı probu.....	52
Şekil 4.5. Durum 1 fks maxi grill fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği	53
Şekil 4.6. Durum 1 fks elektro turbo fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği	55
Şekil 4.7. Durum 2 fks maxi grill fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği	57
Şekil 4.8. Durum 2 fks elektro turbo fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği	59
Şekil 4.9. Durum 1 elektro turbo fan fonksiyon fırın merkez sıcaklık grafiği.....	61
Şekil 4.10. Durum 1 fks ring fan fonksiyonda fırın merkez sıcaklık grafiği	62
Şekil 4.11. Durum 2 fks elektro turbo fan fonksiyonda fırın merkez sıcaklık grafiği	62
Şekil 4.12. Durum 2 fks ring fan fonksiyonda fırın merkez sıcaklık grafiği	63
Şekil 4.13. Termokupl örneği	65
Şekil 4.14. Tüm ölçüm süreci	67
Şekil 4.15. Gözlemci termokuplunun montajı	68
Şekil 4.16. Örnek bir ısıtma fonksiyonu için ortalama sıcaklık artışı.....	72
Şekil 4.17. Örnek ayarlanan sıcaklığa ulaşma grafiği.....	74
Şekil 4.18. Örnek ayarlanan sıcaklığa ulaşma grafiği.....	76
Şekil 4.19. Enerji verimliliği hesaplama tablosu	82
Şekil 4.20. Enerji verimliliği sonuç tablosu.....	82
Şekil 4.21. Enerji verimliliği hesaplama tablosu	83
Şekil 4.22. Enerji verimliliği sonuç tablosu.....	84
Şekil 4.23. Ekstrüde etmek için hamur işi ağızlığı şekli.....	86
Şekil 4.24. Hamur şeritlerinin fırın tepsisindeki konumu.....	86
Şekil 4.25. Referans renk tablosu ve renk.....	88

Şekil	Sayfa
Şekil 4.26. Ölçülen referans renk değerleri	88
Şekil 4.27. Galetalar üzerinde yapılan ölçüm sonuçları	88
Şekil 4.28. Küçük kekleri dilimlemek için şablon.....	95
Şekil 4.29. Küçük kekleri ölçüm tablosu	98
Şekil 4.30. Küçük keklerin ölçüm sırası ve renk dağılımı	98
Şekil 4.31. Yağsız pandispanya ölçüm yöntemi	106
Şekil 4.32. Dörtlü milföy referans renk kodu ve ölçün sırası	112
Şekil 4.33. Durum 1 ve durum 2 fks ortalama sıcaklık verileri	114
Şekil 5.1. Fan koruma sacları 1. ve 2.rafa ait maksimum ve minimum sıcaklık değerleri	116
Şekil 5.2. Enerji verimliliği sınıfı değerlendirme sayfası	117

RESİMLER DİZİNİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Punta kaynak proses görseli.....	27
Resim 4.1. Hipor tuğla	39
Resim 4.2. Kullanılan güç kaynağı görseli	41
Resim 4.3. Güç analizörü.....	41
Resim 4.4. Mitutoyo marka kumpas	43
Resim 4.5. Hassas yüzey ısı probu.....	44
Resim 4.6. Deney Sondası 18	45
Resim 4.7. Hareketli bölümlere erişim test görseli.....	46
Resim 4.8. Test görseli.....	47
Resim 4.9. Test Probu 41	48
Resim 4.10. Test görseli.....	48
Resim 4.11. Durum 1 fks maxi grill fan fonksiyon için cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı (f).....	54
Resim 4.12. Durum 1 fks elektro turbo fan fonksiyon için cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı(f)	56
Resim 4.13. Durum 2 fks maxi grill fonksiyon için Cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı (f)	58
Resim 4.14. Durum 2 fks elektro turbo fan fonksiyon için Cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı (f)	60
Resim 4.15. Tepsi üzerine yerleştirilen termokupl konumları.....	114

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Bu çalışmada kullanılan simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

Açıklama

N

Newton

μv

Mikro volt

$^{\circ}\text{C}$

Santigrat derece

Kısaltmalar

Açıklama

TEP

Ton eşdeğer petrol

UEA

Uluslararası enerji ajansı

TWH

Tera Watt saat

ADNKS

Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi

YEKA

Yenilenebilir enerji kalkınma ajansı

HAD

Hesaplamalı akışkanlar mekaniği

GSYİH

Gayri safi yurt içi hasıla

Dkp

Karbon çelik madde

FKS

Fan koruma sacı

AR-GE

Araştırma geliştirme

MW

Mega Watt

CFD

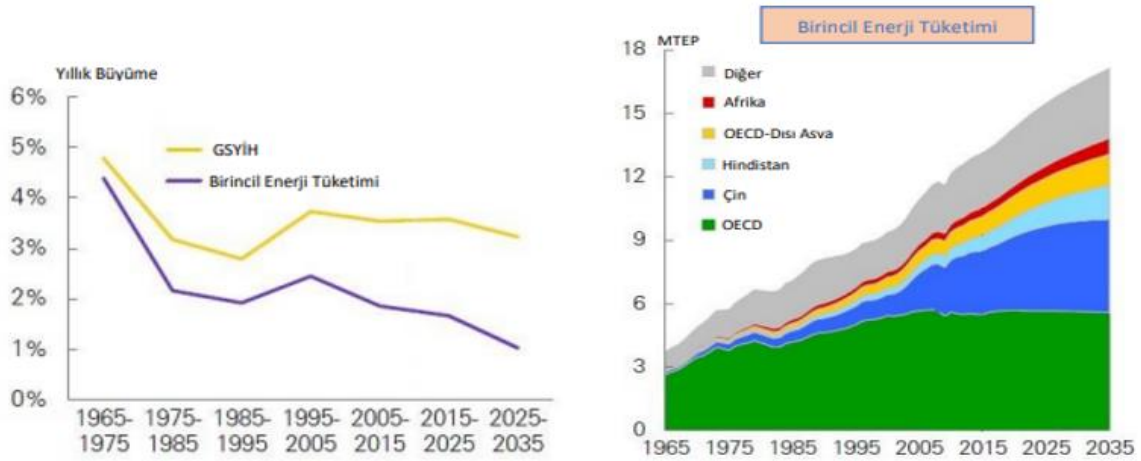
Computation fluid dynamics

1. GİRİŞ

Elektrikli ev aletleri, Günümüzde çağın gerekliliği ve sunduğu teknoloji sayesinde günlük yaşamın vazgeçilmez eşyaları olmuşlardır. Elektrikli ev aletler ana ürünler ve küçük ev aletleri olarak iki grupta incelenebilir. Ankastre fırın, induksiyon ocaklar, gazlı ocaklar, vitro seran, buzdolabı, bulaşık makinesi, çamaşır makinesi, kurutma makinesi, derin dondurucu, ana grup ev aletleri olarak adlandırılırken tost makinesi, air fryer, mikser, ütü, saç kurutma makinesi, saç düzleştirici, süpürge gibi ev aletleri küçük ev aletler grubuna girmektedir.

Dünyada ve ülkemizde sanayini gelişmesine bağlı olarak enerji talebinin ve tüketiminin hızla artması fosil yakıtların kullanımının hala yüksek seviyede olması çevre ve iklim değişiklikleriyle ilgili sorunları giderek daha fazla ön plana çıkarmaktadır. Enerji tasarrufu ve verimliliği sayesinde çevresel koruma sağlanması ve bunun sonucunda küresel ısınma azaltılması hedeflenmektedir. Dünyada enerji tüketiminin büyük bir kısmı ne kadar sanayi tüketimi olsa da hanelerde günlük yaşam için kullanılan soğutma, ısıtma ve elektrikli ev aletleri gibi cihazların tükettiği enerji miktarı da total tüketimde önemli bir noktada yer aldığı görülmektedir.

Enerjiye olan arz ve talep Nüfus artışı, akıllı kentlerin gelişimi ve sanayileşme nedeniyle dünyada enerji tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. Dünya nüfusunun 2040 yılına geldiğimizde bugün ki nüfusa ek olarak 1,6 milyarlık bir artış ile 9 milyar seviyesine ulaşması beklenmektedir. Bu durumda, daha fazla insana enerji arzı sağlanmasının gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Dünya ekonomisinde ise önümüzdeki yirmi yıllık süreçte yaklaşık %3'lük büyüme öngörülmektedir. Şekil 1'de dünya ekonomisi ve birincil enerji tüketimi arasındaki ilişkileri gösteren grafikler görülmektedir.



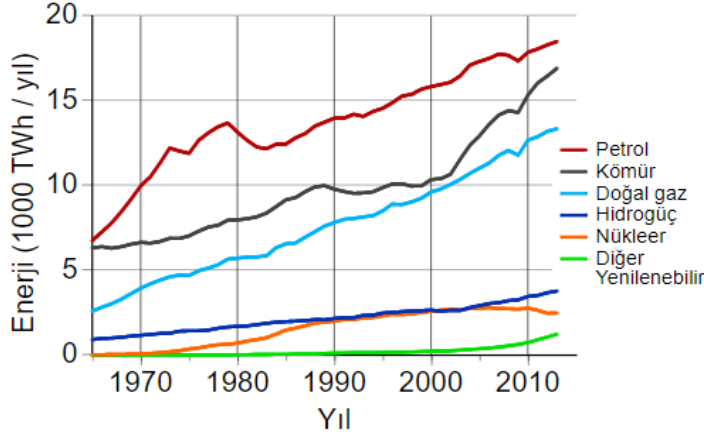
Şekil 1.1. Dünya ekonomisi ve birincil enerji tüketim arasındaki ilişki (Gazbir,2023)

Uluslararası Enerji Ajansı'nın araştırmalarına göre, dünya birincil enerji talebi şu anda 14 milyar ton eşdeğer petrol (TEP) seviyesindedir. Ancak, mevcut enerji tüketim hızı ve politikalarının devam etmesi halinde, önümüzdeki 20 yıl içinde bu talep %45 artarak 20,3 milyar TEP seviyesine yükselecektir. Çin, en fazla enerji tüketen ülke konumunda olup, Türkiye ise 2015 yılı sonu itibarıyla 129,3 milyon TEP birincil enerji tüketimi ile 19.sırada yer almaktadır. Şekil 1.2. birincil enerji tüketim değerleri ve sıralamalarını göstermektedir.

ÜLKE	2013	2014	2015	Dünya Toplamındaki Payı (%)	Sıra
Çin	2.903,9	2.970,3	3.014,0	22,9%	1
ABD	2.271,7	2.300,5	2.280,6	17,3%	2
Hindistan	626,0	666,2	700,5	5,3%	3
Rusya	688,0	689,8	666,8	5,1%	4
Japonya	465,8	453,9	448,5	3,4%	5
Kanada	335,0	335,5	329,9	2,5%	6
Almanya	325,8	311,9	320,6	2,4%	7
Brezilya	290,0	297,6	292,8	2,2%	8
Güney Kore	270,9	273,1	276,9	2,1%	9
İran	247,6	260,8	267,2	2,0%	10
Suudi Arabistan	237,4	252,4	264,0	2,0%	11
Fransa	247,4	237,5	239,0	1,8%	12
Endonezya	175,0	188,3	195,6	1,5%	13
Birleşik Krallık	201,4	188,9	191,2	1,5%	14
Meksika	188,9	190,0	185,0	1,4%	15
İtalya	155,7	146,8	151,7	1,2%	16
İspanya	134,2	132,1	134,4	1,0%	17
Avustralya	130,7	129,9	131,4	1,0%	18
Türkiye	120,3	123,9	129,3	1,0%	19
Tayland	120,3	123,4	124,9	0,9%	20
Güney Afrika	124,6	128,0	124,2	0,9%	21
Tayvan	109,9	111,4	110,7	0,8%	22
BAE	97,2	99,0	103,9	0,8%	23
Polonya	96,0	92,4	95,0	0,7%	24
Ukrayna	114,7	101,0	85,1	0,6%	25
TOPLAM	12.873,1	13.020,6	13.147,3	100,0%	

Şekil 1.2. Birincil enerji tüketim değerleri ve sıralaması (Gazbir,2023)

1990-2008 dönemi UEA verilerine göre, dünya nüfusu %27 artarken, kişi başına ortalama enerji kullanımı %10 artmıştır. Bölgesel enerji kullanımı da bu dönemde artış göstermiştir. Orta Doğu %170, Amerika Birleşik Devletleri %20, Afrika %70, Latin Amerika %66, Çin %146, Hindistan %91, EU-27 bloğu %7 artarken, Dünya geneli %39 büyüme göstermiştir.



Şekil 1.3. Dünyada enerji kullanımı

2008 yılında dünya genelinde toplam enerji tüketimi 474 exajoule (132,000 TWh) idi. Bu, ortalama bir güç kullanımı olan 15 terawatt'a eşdeğerdir ($2,0 \times 10^{10}$ beygir). Yenilenebilir enerjinin yıllık potansiyeli ise belirlenmiştir.

Güneş enerjisi, yılda 1,575 exajoule (438,000 TWh) enerji potansiyeline sahiptir. Rüzgâr enerjisi, 640 exajoule (180,000 TWh) enerji potansiyeline sahiptir. Jeotermal enerji, yılda 5,000 exajoule (1,4 milyon TWh) enerji potansiyeline sahiptir. Biyokütle, 276 exajoule (77,000 TWh) enerji potansiyeline sahiptir. Hidrojen enerjisi, 50 exajoule (14,000 TWh) enerji potansiyeline sahiptir. Okyanus enerjisi ise yılda 1 exajoule (280 TWh) enerji potansiyeline sahiptir.

G20 ülkelerinde enerji tüketimi 2009'da hafif bir düşüş yaşadıktan sonra, 2010 yılında %5'ten fazla artmıştır. 2009 yılında dünya enerji tüketimi, petrolün 130 milyon tonuna eşdeğer olan %1,1 oranında düşmüştür. Bu düşüş, %0,6 oranında azalan Dünya GSYİH'nin finansal ve ekonomik krizin bir sonucudur. Enerji tüketimi artışı, özellikle Asya'da (%4) güçlü kalmıştır ve birçok gelişmekte olan ülkede görülmüştür. OECD'de tüketim 2009'da %4,7 oranında kesilmiş ve neredeyse 2000 yılı seviyelerine inmiştir. Kuzey Amerika, Avrupa ve CIS'de tüketim, ekonomik aktivitedeki yavaşlamadan dolayı sırasıyla %4,5, %5

ve %8,5 küçülmüştür. 2008 yılında %4'ten yukarı olan tüketim artışından sonra, Çin dünyanın en büyük enerji tüketicisi olmuştur (%18). Petrol payı zamanla azalmakta olmasına rağmen, hala en büyük enerji kaynağı (%33) olarak kalmaktadır. Kömür ise dünyanın enerji tüketiminde artan bir rol oynamıştır ve 2009 yılında talep edilen toplam enerjinin %27'sini karşılamıştır.

Bölgesel enerji kullanımı (kWh/capita & TWh) ve büyüme 1990–2008 (%)									
	kWh/capita			Nüfus (milyon)			Enerji kullanımı (1,000 TWh)		
	1990	2008	artış	1990	2008	artış	1990	2008	artış
ABD	89,021	87,216	– 2%	250	305	22%	22.3	26.6	20%
EU-27	40,240	40,821	1%	473	499	5%	19.0	20.4	7%
Orta Doğu	19,422	34,774	79%	132	199	51%	2.6	6.9	170%
Çin	8,839	18,608	111%	1,141	1,333	17%	10.1	24.8	146%
Latin Amerika	11,281	14,421	28%	355	462	30%	4.0	6.7	66%
Afrika	7,094	7,792	10%	634	984	55%	4.5	7.7	70%
Hindistan	4,419	6,280	42%	850	1,140	34%	3.8	7.2	91%
Diğerleri*	25,217	23,871	nd	1,430	1,766	23%	36.1	42.2	17%
Dünya	19,422	21,283	10%	5,265	6,688	27%	102.3	142.3	39%

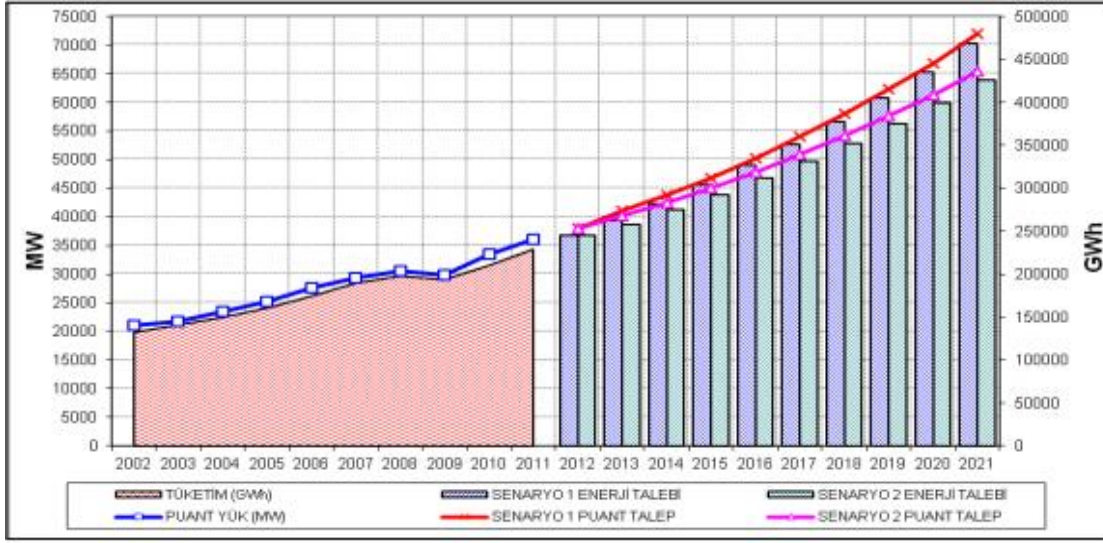
Şekil 1.4. 1990 ve 2008 Yılları arası bölgesel enerji kullanımı

Türkiye'deki enerji tüketimi yıllara göre artış göstermiştir. 2010 yılında Türkiye'nin elektrik enerjisi brüt tüketimi (Türkiye'nin brüt üretimi + dış alım- dış satım) %8,4 artarak 210,4 milyar kWh 'ye yükselmiştir. 2011 yılında ise bu rakam %9 artarak 229,3 milyar kWh 'ye çıkmıştır. Türkiye'nin net tüketimi (iç tüketim, şebeke kaybı ve kaçaklar hariç) ise 2010 yılında 172 milyar kWh, 2011 yılında ise 187,6 milyar kWh olmuştur.

Çizelge 1.1. Türkiye'nin enterkonnekte sistemi puant talebi ve enerji yıllara göre gelişimi

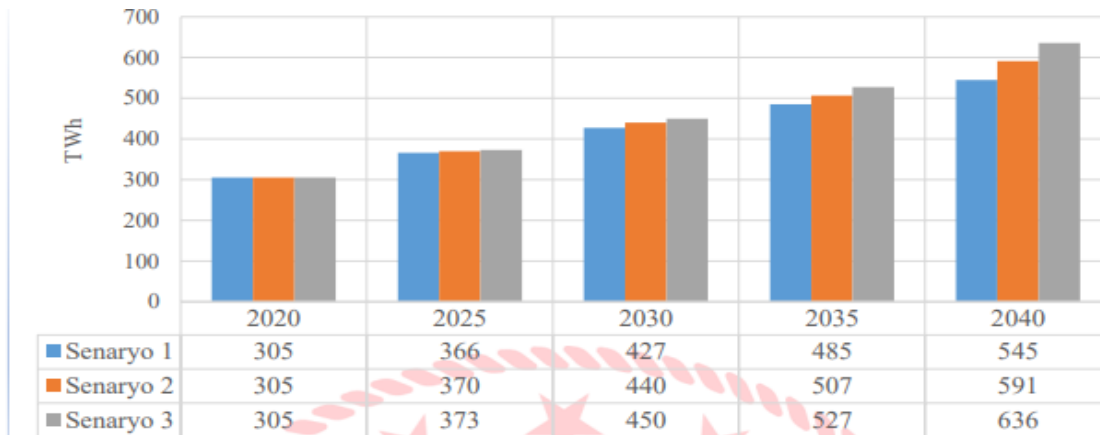
Yıl	Puant Talep (MW)	Minimum Yük/(MW)	Minimum Yük/Maksimum Yük Oranı
2010	33392	13513	%40,5
2011	36122	14822	%41

2010 yılında Türkiye'nin enterkonnekte sistemi için puant talebi 33392 MW olarak gerçekleşmiş, minimum yük ise 13513 MW olarak kaydedilmiştir. Bu dönemde minimum yükün maksimum yüke oranı %40,5'tir. 2011 yılında ise puant talebi 36122 MW'ye yükselmiş, minimum yük ise 14822 MW olarak kaydedilmiştir. Bu yılın minimum yükün maksimum yüke oranı %41'dir.

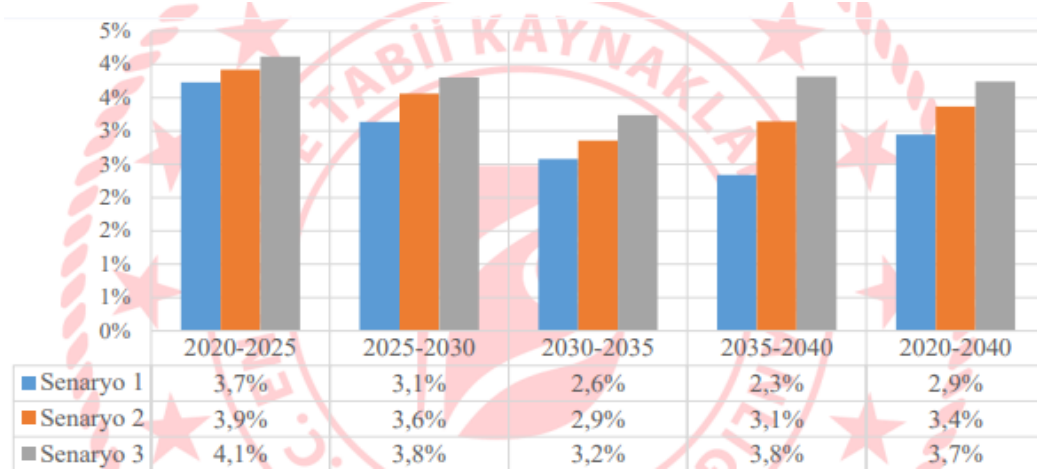


Şekil 1.5. 2002 ve 2011 Yılları Türkiye elektrik sistemi puant güç ve enerji talebi grafiği (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022)

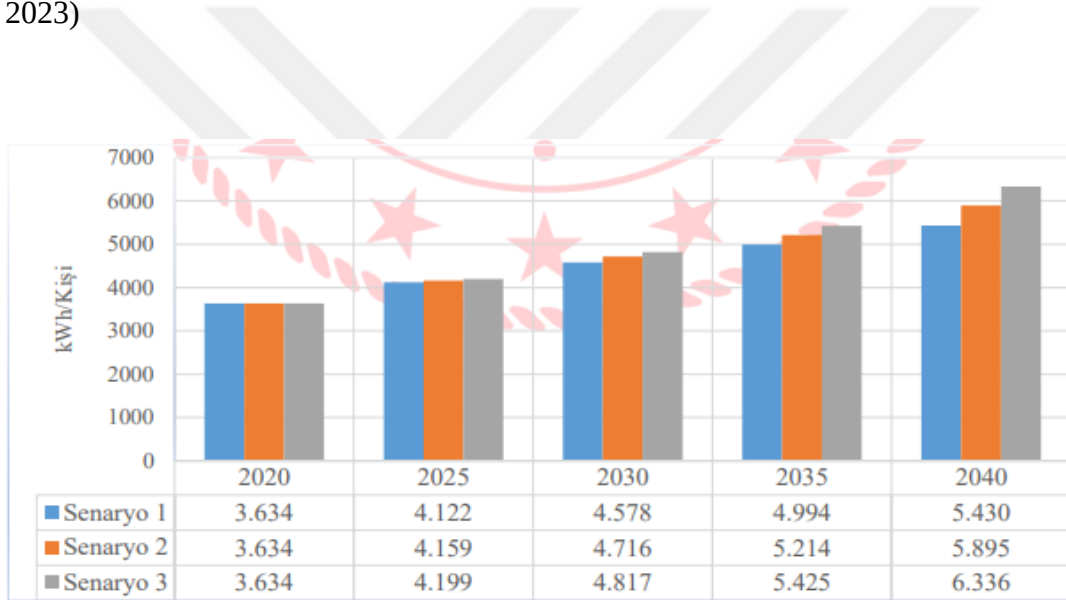
Türkiye'nin elektrik talebi önümüzdeki 20 yıl boyunca yıllık ortalama %2,9-3,7 arasında artacak ve 545-636 TWh aralığında gerçekleşecek. Referans senaryoya göre ise beklenen talep artış oranı %3,4 ve elektrik talebi 591 TWh olacak. Bu da Türkiye'nin enerji üretiminde ve enerji verimliliği çalışmalarında ciddi adımlar atması gerektiğini göstermektedir. Bu da Türkiye'de kişi başına düşen elektrik tüketiminin artacağı anlamına gelmektedir. Ancak, kişi başı elektrik tüketimi düzeyi gelişmiş ülkelerin seviyelerine henüz ulaşamayacak ve daha uzun süre düşük seviyelerde kalacaktır. Bu nedenle, enerji verimliliği çalışmalarına ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına önem verilmesi gerekmektedir.



Şekil 1.6. Yıllara göre talep edilecek enerji miktar senaryoları (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)



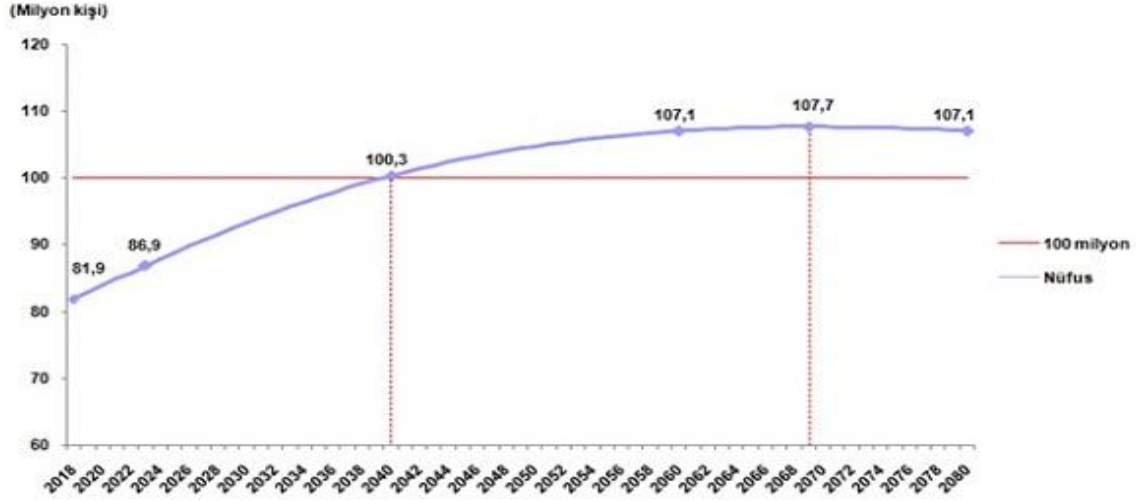
Şekil 1.7. Yıllara göre talep edilecek artış senaryoları (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)



Şekil 1.8. Yıllara göre kişi başı elektrik senaryoları (Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, 2023)

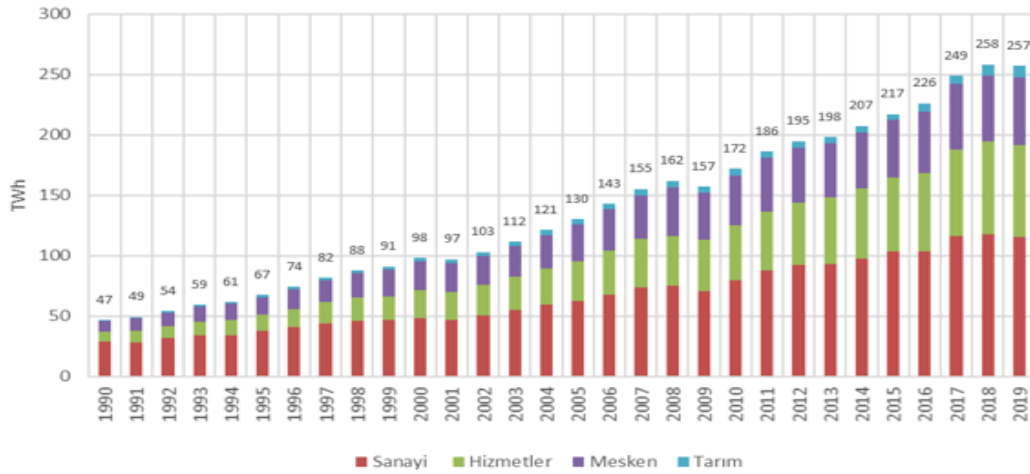
Türkiye'nin nüfusu, 2017 yılında yapılan ADNKS sonuçlarına göre 80 milyon 810 bin 525 kişiydi. Ancak demografik göstergelerdeki eğilimlerin devam etmesi halinde, 2023 yılına gelindiğinde bu rakamın 86 milyon 907 bin 367 kişiye, 2040 yılında ise 100 milyon 331 bin 233 kişiye ulaşması bekleniyor. Bu artış, ülkenin enerji ihtiyacının yerli kaynaklardan karşılanabilmesi ve enerji konusunda dışa bağımlılığın azaltılabilmesi açısından büyük önem taşıyor. Ancak nüfus artışı ile enerji talebinin de artacağı göz önüne alınarak, sadece enerji üretimini artırmak değil, aynı zamanda enerji verimliliğini de artırmak gerekiyor. Şekil 8'de Türkiye'nin mevcut ve geleceğe yönelik nüfus projeksiyonu gösteriliyor. Bu

projeksiyona göre, ülke nüfusu 2069 yılından itibaren azalmaya başlayacak ve 2080 yılında 107 milyon 100 bin 904 kişi olacak.



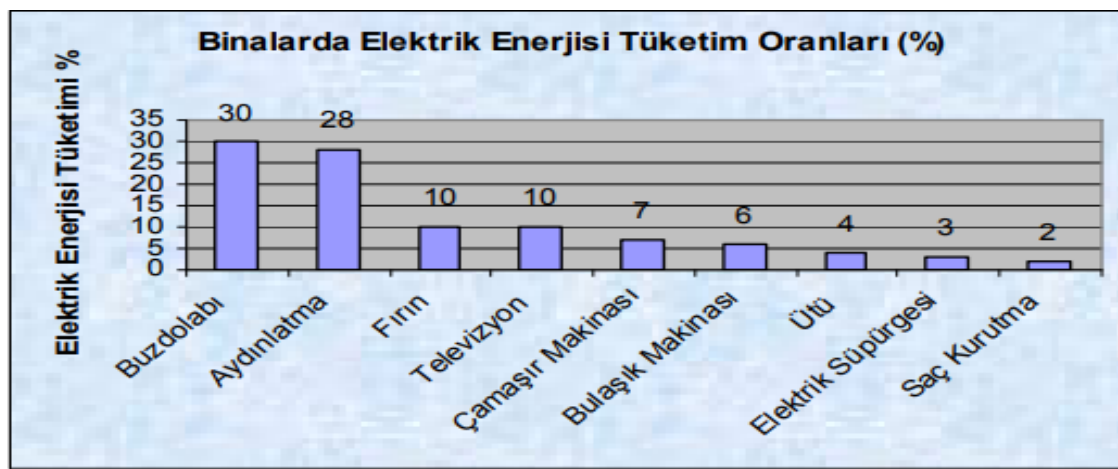
Şekil 1.9. Türkiye nüfus projeksiyonu (Türkiye İstatistik Kurumu, 2018)

2019 yılında Türkiye'de sektörlerin net elektrik enerjisi tüketimi, 1990 yılına göre %449, 2005 yılına göre ise %98 artarak 257,3 TWh (Terawatt saat) oldu. Bu değer, 2018 yılına göre %0,4 azaldı. Elektrik enerjisi tüketiminde en büyük payı sanayi sektörü (%45) ve hizmetler sektörü (%29) aldı. Mesken sektörü (%22) ve tarım/diğer sektörler (%4) ise bunları takip etti. Şekil 1.10'da görüleceği üzere, yıllara göre artan bir eğilim gösteren enerji tüketimi düşünüldüğünde, enerji verimliliği daha da önem kazanmaktadır.



Şekil 1.10. Yıllara göre elektrik enerji tüketim grafiği (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2022)

Şekil 1.11'de binalardaki elektrik tüketim oranları verilmiştir. Grafik incelendiğinde, en fazla elektrik enerjisi tüketen ilk üç ev aletinin %30'luk bir payla buzdolabı olduğu görülmektedir. Bu sıralamayı sırasıyla %28 ile aydınlatma ve %10 ile fırın takip etmektedir. Buzdolabının yüksek enerji tüketimi nedeniyle, enerji tasarruflu modelleri üretilmeye başlanmıştır. Aynı şekilde, aydınlatma ve fırın gibi diğer ev aletleri için de tasarruflu modeller kullanıma sunulmuştur. Bu sayede, evlerdeki elektrik tüketimi ve enerji tasarrufu sağlanması amaçlanmaktadır (Doğan ve Yılankırkan, 2015).



Şekil 1.11. Binalarda elektrik enerjisi tüketim oranları (Doğan ve Yılankırkan, 2015)

Türkiye'deki evlerdeki elektrik enerjisi tüketimi, ailelerin geçim seviyesi ve evlerde bulunan cihaz altyapısına bağlı olarak büyük farklılıklar göstermektedir. Ancak, evlerde kullanılan elektriğin büyük bir bölümü, elektrikli ve elektronik cihazlar tarafından tüketilmektedir. Şekil 1.12'de Türkiye'deki evlerde kullanılan elektrikli ev aletlerine olan talebin yıllara göre arttığını göstermektedir.

	2017	2018	2019	2020	2021
BUZDOLABI	2.170.836	1.810.238	1.719.567	2.019.363	2.248.051
DERİN DONDURUCU	936.489	818.218	766.617	1.057.570	1.117.984
ÇAMAŞIR MAKİNESİ	2.354.768	1.948.671	1.853.693	2.100.945	2.149.938
BULAŞIK MAKİNESİ	1.803.554	1.460.700	1.332.131	1.458.603	1.643.820
FIRIN	1.122.249	946.768	816.737	911.457	1.071.301
KURUTUCU	145.117	125.598	166.410	215.312	249.335
TOPLAM	8.533.013	7.110.193	6.655.155	7.763.250	8.480.429

Şekil 1.12. Ülkemizde yıllar göre evlerde kullanılan elektrikli ev aletleri sayısı (Türkiye Beyaz Eşya Sanayiciler Derneği, 2022)

Doğru kullanıldığında, evlerde kullanılan elektrikli ev aletleri daha az enerji harcayarak istenilen hizmet ve konfor seviyesini sağlayabilir. Verimli ev aletleri kullanarak elektrik faturalarında önemli ölçüde tasarruf edilebilir. Verimli aletlerin fiyatları diğer modellere göre daha yüksek olabilir; ancak bu fiyat farkı, daha az enerji tüketimi nedeniyle ilerleyen dönemlerde kullanıcıya geri dönecektir. Elektrikli ev aletleri tasarım ve teknolojik değişimler sayesinde zamanla enerji tüketiminde ciddi azalmalar sağlanmıştır. Bugünün en iyi buzdolabı, 1990 yılına göre %75 daha az enerji tüketirken, çamaşır makinesi 1985'teki modellere göre %44 daha az enerji harcamaktadır.

Enerji verimliliği, ülkemizin enerji arz güvenliğini sağlaması, dışa bağımlılıktan kaynaklanan riskleri azaltması, enerji maliyetlerini sürdürülebilir kılması, iklim değişikliği ile mücadeleyi etkinleştirmesi ve çevreyi koruması gibi ulusal stratejik hedeflerle uyumlu bir kavramdır. Sürdürülebilir kalkınmanın önemi gün geçtikçe daha fazla vurgulanırken, enerji verimliliği çabalarının da aynı şekilde değeri ve önemi artmaktadır.

Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye verdiği önem, sadece finansal desteklerle sınırlı kalmamaktadır. Ülkemizde, yenilenebilir enerji kaynakları için hedefler belirlenmiş ve çeşitli yasal düzenlemeler yapılmıştır. Örneğin, 2010 yılında kabul edilen Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmayı amaçlamaktadır. Bu kanunla birlikte, yenilenebilir enerjinin elektrik üretimindeki payının 2023 yılına kadar %30'a çıkarılması hedeflenmiştir. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı teşvik edilmekte ve bu kaynaklardan elektrik üretimi yapanlara özel teşvikler sağlanmaktadır. Bu sayede, Türkiye'nin yenilenebilir enerjiye olan bağımlılığı azaltılmakta ve çevreye daha duyarlı bir enerji politikası benimsenmektedir (Karagöl ve Kavas, 2017).

1.1. Beyaz Eşya Sektörü

Beyaz eşya sektörü evlerimizde sıklıkla kullandığımız cihazları kapsayan bir sektördür. Beyaz eşya sektörü eşya olarak adlandırılan ürünler, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, buzdolabı, fırın, ocak gibi evlerimizde temel olarak kullandığımız cihazları ifade eder. Beyaz eşya ürünleri, son yıllarda teknolojinin gelişmesi ile daha enerji verimli hale gelmiştir. Bu sayede hem tüketicilerin bütçelerine katkı sağlanırken hem de çevrenin korunmasına yardımcı olunmaktadır. Örneğin, çamaşır makineleri artık daha az su kullanarak daha fazla

yıkama yapabilir. Buzdolapları az enerji ile daha fazla depolama alanı sağlarken, ankastre fırınlar ise daha az enerji tüketirken birden fazla pişirme yapması üzerine çalışmalar yapmıştır.

Beyaz eşya sektörü, tüketicilere uzun ömürlü ürünler sunar. Ancak üreticiler bu ürünlerin daha dayanıklı hale getirmek için kullanılan malzemelerin fiyatları yükseltebileceği unutulmamalıdır. Ayrıca, bazı ülkelerde beyaz eşya ürünlerinin doğru şekilde geri dönüştürülmediği için çevresel sorunlar ortaya çıkabilir.

Beyaz eşya sektöründe tüketicilerin fiyat, enerji verimliliği, kullanım kolaylığı gibi birçok faktöre önem verdiği görülür. Dolayısıyla, beyaz eşya üreticileri müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli olarak ürünlerinde yenilik yapmak ve fiyatları kontrol altında tutmak zorundadır.

Sonuç olarak, beyaz eşya sektörü, evlerimizde kullandığımız temel cihazları kapsayan ve ülkelerin ekonomilerinde önemli bir yer tutan bir sektördür. Bu sektörde rekabet yüksek olsa da müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli olarak yenilikler yapılırken, enerji verimliliği ve çevre koruma da göz önünde bulundurulmaktadır.

1.2. Dünyada Beyaz Eşya Sektörü

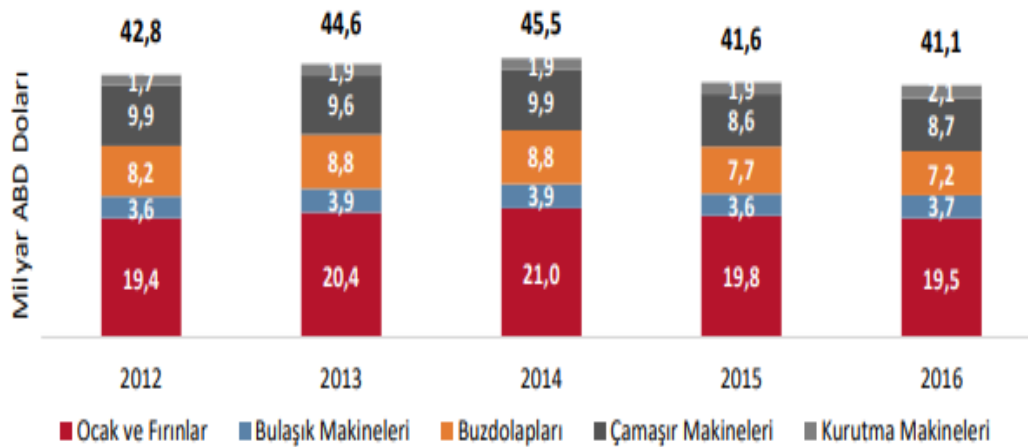
Beyaz eşya sektörü, ülkelerin ekonomilerinde önemli yer tutar. Küresel beyaz eşya pazarı sürekli olarak büyümekte olup, tüketici talebi artmaktadır. Beyaz eşya sektörü, özellikle gelişmiş ülkelerde yüksek yüksek rekabetin olduğu bir sektördür. Beyaz eşya üreticileri, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli olarak yenilikler yapmaktadır.

Beyaz Eşya sektöründe uluslararası firmalara örnek olarak;

- 1- Whirlpool-ABD Merkezli olan Whirlpool dünya çapında en büyük beyaz eşya üreticilerinden biridir ve birçok ülkede üretim tesisleri bulunmaktadır. Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın ve diğer ev aletleri gibi birçok cihazı üretmektedir. 70'ten fazla ülkede 92.000'den fazla çalışanıyla faaliyet gösteren firma, 2019 yılında 20,4 milyar dolar gelir elde etmiştir.

- 2- Samsung- Güney Kore merkezli olan Samsung, dünya genelinde beyaz eşya üretiminde lider olan firmalardan biridir. Ayrıca mobil cihazlar, TV'ler bilgisayarlar ve diğer teknolojik ürünler gibi birçok farklı ürün kategorisinde faaliyet göstermektedir. 80'den fazla ülkede 320.671'den fazla çalışanıyla faaliyet gösteren firma, 2020 yılında 221 milyar dolar gelir elde etmiştir.
- 3- Bosch- Almanya merkezli olan Bosch, dünya çapında beyaz eşya ve diğer endüstriyel ürünlerin üretiminde faaliyet gösteren büyük bir şirkettir. Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın ve diğer küçük ev aletleri gibi birçok cihaz üretmektedir. Bosch 60'tan fazla ülkede 400.000'den fazla çalışanıyla faaliyet göstermektedir. 2019 yılında 77,7 milyar euro gelir elde etmiştir.
- 4- Haier- Çin merkezli olan Haier, dünya genelinde beyaz eşya ve diğer elektronik ürünlerin üretiminde lider firmalardan biridir. Ayrıca, cihazların tasarımında ve teknolojik özellikleri nedeniyle birçok uluslararası ödül almıştır. Ülkemizde candy-Hoover adıyla faaliyet gösteren firmayı bünyesine katarak Türkiye'de de faaliyet göstermeye başlamıştır. 100'tan fazla ülkede 150.000'den fazla çalışanıyla firma, 2020 yılında 42,9 milyar dolar gelir elde etmiştir.
- 5- Miele -Alman merkezli Miele, yüksek kaliteli ve dayanıklı beyaz eşya cihazları üreten bir şirkettir. Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın ve diğer ev aletleri gibi birçok cihaz üretmektedir. Miele firması 50'den fazla ülkede 20.000'den fazla çalışanıyla faaliyet göstermektedir. 2019 yılında 4,16 milyar euro gelir elde etmiştir.
- 6- Electrolux- İsveç merkezli olan electrolux, dünya çapında birçok ülkede beyaz eşya ve diğer ev aletleri üretimi yapmaktadır. Buzdolabı, çamaşır makinesi, bulaşık makinesi, fırın ve diğer cihazlar gibi birçok kategoriye hizmet vermektedir. 150'den fazla ülkede faaliyet göstermektedir. Firma 2019 yılında 12,1 milyar dolar gelir elde etmiştir.

Küresel ticarete Beyaz eşya ihracatı yıllara göre ekonomik dalgalanmalar olsa bile 40 milyar ABD doları üzerinde satış yapmıştır (İş bankası, 2016).



Şekil 1.13. Küresel ticarete beyaz eşya ihracatı (Türk Sınai Kalkınma Bankası, 2018)

1.3. Türkiye’de Beyaz Eşya Sektörü

Türkiye’de beyaz eşya sektörü son yıllarda oldukça büyük bir gelişme kaydetmiştir. Türkiye’nin beyaz eşya sektörü, yerli ve yabancı üreticilerin bir arada faaliyet gösterdiği bir sektördür. Beyaz eşya üreticileri, kaliteli ve dayanıklı ürünleri ile tanınmaktadır. Türk beyaz eşya markaları hem iç piyasada hem de ihracat yoluyla dünya genelinde tercih edilmektedir. Türkiye’deki beyaz eşya sektörü, son yıllarda büyük bir ivme kazanmıştır. Yapılan yatırımlar sayesinde, Türk beyaz eşya üreticileri daha modern ve teknolojik olarak ileri seviyede üretim yapmaktadır. Üretilen yüksek kaliteli ürünleri uygun fiyatlara sunarak tüketicilerin ihtiyaçlarını karşılamaktadır. Türkiye’de beyaz eşya sektörü, büyük bir rekabetin olduğu bir sektördür. Yerli üreticilerin sahip olduğu teknolojik altyapı ve üretim kapasitesi sayesinde, Türkiye beyaz eşya sektöründe önemli bir yere sahiptir. Beyaz eşya üreticileri, müşterilerin ihtiyaçlarını karşılamak için sürekli olarak yenilikler yapmaktadır.

Beyaz eşya üreticileri, son yıllarda daha enerji verimli ürünler üretmeye yönelmiştir. Bu sayede tüketicilerin bütçelerine katkı sağlanırken, çevrenin korunması da sağlanmaktadır. Türkiye’de beyaz eşya sektörü, yerli ve yabancı üreticilerin bir arada faaliyet gösterdiği ve dünya genelinde önemli bir yere sahip bir sektördür. Türkiye’deki beyaz eşya sektörü, rekabetin yüksek olduğu bir sektör olsa da teknolojik altyapısı ve üretim kapasitesi sayesinde dünya genelinde önemli bir yere sahiptir (Betgü, 2017).

Türkiye'de birçok beyaz eşya firması bulunmaktadır. İşte Türkiye'deki bazı önemli beyaz eşya firmaları:

1. Arçelik: Türkiye'nin en büyük beyaz eşya üreticilerinden biridir. Arçelik, çamaşır makineleri, buzdolapları, bulaşık makineleri, fırınlar, ocaklar ve diğer birçok beyaz eşya ürünü üretmektedir. Ayrıca, Arçelik, Beko ve Grundig markaları altında ürünlerini pazarlamaktadır
2. Vestel: Türkiye'nin en büyük elektronik ve beyaz eşya üreticilerinden biridir. Vestel, televizyonlar, akıllı telefonlar, tabletler, buzdolapları, çamaşır makineleri, bulaşık makineleri, fırınlar, ocaklar ve diğer birçok beyaz eşya ürünü üretmektedir.
3. Bosch: Türkiye'de faaliyet gösteren Almanya merkezli bir beyaz eşya firmasıdır. Bosch, buzdolapları, çamaşır makineleri, bulaşık makineleri, fırınlar, ocaklar ve diğer birçok beyaz eşya ürünü üretmektedir.
4. Silverline: 1994 yılında Merzifon'da kurulmuştur. Türkiye'nin büyük beyaz eşya üreticilerinden biridir. 70'ten fazla ülkede milyonlarca mutfağa yeni nesil mutfak keyfi sunmakta olan Silverline Avrupa'nın ilk beş, dünyanın ilk on davlumbaz üreticisi olduğu gibi fırınlar, ocaklar gibi beyaz eşya ürünleri üretmektedir.



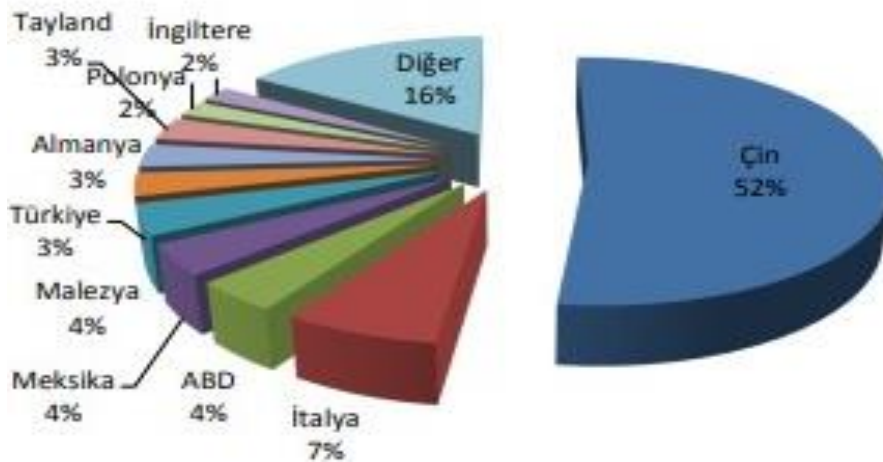
Şekil 1.14. Türkiye’de bulunan beyaz eşya üreticilerin coğrafi dağılımları (Türk Sınai Kalkınma Bankası, 2018)

1.4. Dünya’da ve Türkiye’de Ankastre Fırın Sektörü

Ankastre fırınlar, mutfaklarda sıkça kullanılan ve tezgâhın altına veya üstüne yerleştirilen özel tasarımlı fırın modelleridir. Bu fırınlar, modern ve şık bir tasarıma sahip oldukları için son yıllarda dünya genelinde popüler hale gelmiştir. Ankastre fırın sektörü, genellikle elektrik veya gaz yakıtlı modellerin üretimi ile ilgilenmektedir. Bu fırınlar, genellikle standart fırınlar kadar büyük olmayan ve kullanımı kolay olan özel tasarımlı modellerdir. Bu nedenle, ankastre fırınlar, mutfakta daha az yer kaplayarak daha fazla depolama alanı sağlamakta ve modern bir görünüm sunmaktadır.

Ankastre fırın sektöründe, enerji verimliliği ve çevre dostu modellerin geliştirilmesi de giderek daha önem kazanmaktadır. Bu nedenle, birçok üretici, daha az enerji tüketen ve sürdürülebilir ankastre fırınlar üretmek için çalışmalar yapmaktadır. Ayrıca, ankastre fırınların akıllı özelliklerle donatılması da artan bir trenddir. Bu özellikler arasında önceden programlanmış yemek tarifleri, akıllı telefonlardan kontrol edilebilme ve fırın içi aydınlatma gibi özellikler yer almaktadır.

Sonuç olarak, dünya ankastre fırın sektörü, modern tasarımları, teknolojik yenilikleri ve artan enerji verimliliği ile hızla gelişmektedir. Bu sektörde faaliyet gösteren şirketler, kullanıcıların ihtiyaçlarını karşılamak ve öncü olmak için sürekli olarak yeni modeller geliştirmekte ve tasarlamaktadırlar.



Şekil 1.15. Dünyada fırın ihracat oranları (Öztürk, 2016)

Türkiye'de ankastre fırın sektörü son yıllarda hızla büyümekte ve gelişmektedir. Mutfaklardaki yerleşim tasarımının değişmesiyle birlikte ankastre fırın kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Ankastre fırınlar, kullanıcılara daha modern ve şık bir mutfak görünümü sunmanın yanı sıra, kullanım kolaylığı, daha az yer kaplama ve enerji verimliliği gibi avantajlar sağlamaktadır. Ülkemizde ankastre fırın üretimi yapan birçok yerli ve yabancı firma bulunmaktadır. Ankastre fırın sektöründe faaliyet gösteren önde gelen yerli firmalar arasında Arçelik, Beko, Vestel, Bosch Türkiye, Silverline, Kumtel, Ferre, Profilo, Grundig, Teka Türkiye gibi markalar yer almaktadır. Bu firmalar, ankastre fırın üretiminde teknolojik yeniliklere önem vererek, tüketicilere daha fonksiyonel ve estetik ürünler sunmaktadır.

Türkiye'deki ankastre fırın sektöründe, enerji verimliliği ve çevre dostu ürünlerin önemi giderek artmaktadır. Bu nedenle, ankastre fırın üreticileri, daha az enerji tüketen ve çevreye duyarlı ürünler geliştirmektedirler. Ayrıca, ürünlerde kullanılan malzemelerin kalitesi ve dayanıklılığı da önemli bir faktördür. Ankastre fırın sektöründe, akıllı teknolojilerin kullanımı da giderek yaygınlaşmaktadır. Bu özellikler arasında Wi-Fi bağlantısı, dokunmatik ekran kontrol paneli, otomatik pişirme programları gibi özellikler yer almaktadır. Bu özellikler sayesinde kullanıcılar, fırınlarını akıllı telefonlarından kontrol edebilmekte ve pişirme süreçlerini daha da kolaylaştırmaktadır. Bu sektörde faaliyet gösteren yerli ve yabancı firmalar, tüketicilerin beklentilerine ve ihtiyaçlarına cevap vermek amacıyla sürekli olarak yeni ve fonksiyonel ürünler geliştirmekte ve üretmektedirler.

ÜRETİM					
	2018	2019	2020	2021	2022
BUZDOLABI	7.213.153	6.446.600	6.313.091	7.922.395	8.283.338
DERİN DONDURUCU	1.393.087	1.181.873	1.803.013	1.756.646	1.313.067
ÇAMAŞIR MAKİNESİ	8.030.335	7.495.900	7.062.068	7.667.387	7.660.674
BULAŞIK MAKİNESİ	4.707.608	5.285.303	5.725.562	6.867.756	6.858.117
FIRIN	5.171.564	5.275.521	5.347.048	6.588.204	5.912.139
KURUTUCU	2.023.011	2.512.367	2.945.585	3.278.021	2.820.035
TOPLAM	28.538.758	28.197.564	29.196.367	34.080.409	32.847.370

Şekil 1.16. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri üretimi (Türkiye Beyaz Eşya Sanayiciler Derneği, 2022)

İÇ SATIŞ

	2018	2019	2020	2021	2022
BUZDOLABI	1.810.238	1.719.567	2.019.363	2.248.051	2.234.401
DERİN DONDURUCU	818.218	766.617	1.057.570	1.117.984	615.426
ÇAMAŞIR MAKİNESİ	1.948.671	1.853.693	2.100.945	2.149.938	2.141.871
BULAŞIK MAKİNESİ	1.460.700	1.332.131	1.458.603	1.643.820	1.868.249
FIRIN	946.768	816.737	911.457	1.071.301	1.085.484
KURUTUCU	125.598	166.410	215.312	249.335	392.708
TOPLAM	7.110.193	6.655.155	7.763.250	8.480.429	8.338.139

Şekil 1.17. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri iç satışları (Türkiye Beyaz Eşya Sanayiciler Derneği, 2022)

İHRACAT

	2018	2019	2020	2021	2022
BUZDOLABI	5.378.140	4.777.024	4.456.233	5.516.079	6.266.514
DERİN DONDURUCU	886.650	717.872	1.052.990	1.125.323	1.069.462
ÇAMAŞIR MAKİNESİ	6.248.615	5.673.874	5.096.142	5.616.440	5.805.431
BULAŞIK MAKİNESİ	3.335.317	3.931.054	4.266.697	5.138.980	5.136.404
FIRIN	4.319.221	4.411.664	4.406.723	5.480.742	4.858.821
KURUTUCU	1.924.620	2.363.550	2.706.104	3.049.778	2.635.988
TOPLAM	22.092.563	21.875.038	21.984.889	25.927.342	25.772.620

Şekil 1.18. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri ihracatı (Türkiye Beyaz Eşya Sanayiciler Derneği, 2022)

İTHALAT

	2018	2019	2020	2021	2022
BUZDOLABI	102.958	89.953	40.795	136.572	25.298
DERİN DONDURUCU	237.175	204.751	264.511	322.573	82.293
ÇAMAŞIR MAKİNESİ	119.474	37.799	58.302	100.231	55.399
BULAŞIK MAKİNESİ	81.944	6.508	14.070	14.349	18.658
FIRIN	31.334	8.555	10.616	10.942	12.560
KURUTUCU	53.200	42.775	41.003	48.357	83.069
TOPLAM	626.085	390.341	429.297	633.024	277.277

Şekil 1.19. Türkiye’de yıllara göre ankastre fırın ve diğer ev aletleri ithalatı (Türkiye Beyaz Eşya Sanayiciler Derneği, 2022)

Ankastre fırınlar son zamanlarda popüler beyaz eşyalar arasında yer almaktadır ve talepleri her geçen gün artmaktadır. Literatürde enerji tüketiminin azaltılması hedefiyle yapılan deneysel ve sayısal çalışmaların yanı sıra, beyaz eşya üreticisi firmalar da enerji verimli ve çevre dostu ürünler üretmek amacıyla enerji tüketimini azaltma yönünde çalışmalar yapmaktadır. Geçmişte fırınlardaki enerji verimliliği %12-13 seviyelerindeyken günümüzde bu oran yaklaşık %25'e yükselmiştir. Fırınların tasarımında yapılacak değişikliklerle enerji verimliliği daha da artırılabilir. Ankastre fırınların enerji verimliliğinin artırılması için tasarımsal değişiklikler yanı sıra kullanım alışkanlıklarının da değiştirilmesi gerekmektedir. Fırınların doğru sıcaklık ayarları ve kullanım sürelerine dikkat edilmesi, enerji tasarrufu sağlayacaktır. Ayrıca, fırınların düzenli olarak bakımı yapılmalı ve kapı contaları, fan ve sıcaklık sensörleri gibi parçaların düzgün çalışmasına özen gösterilmelidir. Bu sayede enerji tüketimi azaltılacak ve aynı zamanda fırın ömrü de uzatılmış olacaktır. Tüketiciler de fırın seçiminde enerji verimliliği ve çevre dostu özelliklere önem vererek, daha az enerji tüketen fırınları tercih edebilirler.

Bu çalışma, Merzifon Organize Sanayi Bölgesi'nde bulunan "Silverline Endüstri Ar-Ge pişirici laboratuvarında" yürütülmüştür. Silverline Endüstri beyaz eşya tasarımı, geliştirilmesi ve üretiminde faaliyet göstermektedir. Türkiye'de üretim tesisi, İtalya ve Almanya'da bulunan temsilcilikleri ile düşük enerji tüketimi sağlayan ve kaliteli ürünleri üretmektedir.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Karataş (2007) yapmış olduğu çalışmada; ev tipi bir elektrikli fırında pişirme hacmi içerisindeki hava akışı modellemesi yoluyla pişirme hacmi içerisindeki ısı transfer katsayılarını belirlemeye çalışmıştır. Modellemeler iki ve üç boyutlu fırın pişirme geometrileri ile fırın hacmi tanımlayarak yapmıştır. Hava akışı etkisinin daha baskın olacağında zorlanmış taşınımlı “turbo” çalışma fonksiyonu ile modelleme yapmıştır. Çalışmada enerji tüketimi deneylerinin modellemesi hedeflendiğinden dolayı pişirme hacmi merkezine enerji test tuğlası yerleştirilmiş halde geometri modellemesi yapmıştır. Modellemeyi iki ve üç boyutlu kütle, moment ve enerji korunum denklemleri sıkıştırılamaz akışkan için düzenleyip, elde edilen denklemler sonlu elemanlar hacimler yöntemi ile ayrıklaştırılarak çözümleme yapmıştır. Sayısal çözümleri ticari bir kod olan “FLUENT” yazılımını kullanarak yapmıştır. Çözümler fırının dört farklı alternatif birleşenin temsil eden dört farklı konfigürasyon ile yapılmıştır. Çözümler sonucunda modellenen hacim içerisinde, tuğla çevresi, pişirme hacmi iç duvar çevresi ve akış alanı hız değerlerine ulaşılmıştır. Çözümler ile akış ölçümlerinin deneysel doğrulması yapmıştır. Fırın fan koruma sacı deliklerinden çıkan ortalama hava hızı ve debisini pitot tüpü yardımıyla ölçmüştür. Tuğla yüzeylerindeki ve pişirme hacmi duvarı çevresindeki akışı ise PIV (Particle Image Velocimetry) cihazı ile ölçmüştür. Pişirme hacmi duvarları ve tuğla yüzeylerindeki ısı taşınım katsayılarını deneysel Nusselt bağıntıları kullanarak analitik hesaplamalar yapmıştır. Literatürde tuğla geometrisine benzer yapılarda kullanılabilecek üç adet Nu bağıntısı ile hesaplamaları tekrarlamıştır. Isı taşınım katsayısı bir yüzey için HAD (hesaplamalı Akışkanlar Dinamiği) yazılımı ile hesaplanmış ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. HAD yazılımı ile bulunan ısı taşınım katsayısı değerleri Nu bağıntı ile tutarlı olduğu görülmüş, tüm yüzeyler için tüm çalışma koşullarında ısı taşınım katsayısı hesaplanmıştır. Çalışma sonucunda zorlanmış taşınımlı ev tipi elektrikli bir fırının dört farklı çalışma koşulu için tuğla yüzeyleri ve fırın iç hacmi duvarlarındaki ısı taşınım değerleri bulunmuştur. Bu veriler sayesinde fırın enerji tüketimi deneyinin ısıl modelleme çalışmalarında kullanılarak fırın enerji tüketiminin farklı akış şartlarında tüketimini öngörülebilmesini sağlamayı amaçlamıştır (Karataş, 2007).

Kadal (2011) yapmış olduğu çalışmada; Ürün ve deney şartları açısından ısıtılan hacimlerdeki enerji tüketiminin sebeplerinin incelenmesi ve enerji tüketimini azaltacak önlemlerin ortaya konması incelenmiştir. Çalışma yapılan fırın iç hacmi fan ve ısıtıcının aynı anda çalıştığı zorlanmış taşınım modunda yapılmıştır. Fırın enerji performansını iyileştirilmesi için yapılan çalışmada daha önce yapılan patent ve literatür araştırması gerçekleştirmiştir. Çalışmada enerji tüketimi farklılığına neden olacak yapısal ve deneysel parametreler incelenmiştir. Komponent kabul kriterleri ele alındığında fırında yapısal olarak turbo ısıtıcı gücü, turbo motor devri, havalandırma motor devri, yalıtım ve menteşelerin enerji tüketimi üzerindeki dağılımı belirlenmiştir. Deneysel parametrelerde ise ev tipi elektrikle ısıtılan hacimlerin enerji tüketim deneylerinin gerçekleştirildiği EN 50304 standardındaki toleransları göz önünde buldurmuş, deneysel parametrelerde enerji tüketimi açısından en kötü ve en iyi değerler kullanılarak iki durum arasındaki enerji tüketim farkını belirlemeye çalışmıştır. Yapısal parametrelerin enerji tüketimi üzerindeki dağılımı belirlenmesi sırasında turbo ısıtıcı gücü, turbo motor devri ve havalandırma motoru devri için enerji tüketimi açısından en iyi değerlerin elde edildiği aralıklar dikkate alınarak enerji tüketimi azaltma çalışmaları gerçekleştirmiştir. Enerji tüketimi etkisi incelenen deneysel parametreler, istatistiksel olarak değerlendirmiştir. Çalışmada enerji tüketimi üzerinde tekil etkisinin %50'den fazla sahip olan turbo ısıtıcı, turbo motor ve havalandırma motorunda yapılacak iyileştirmeler ile enerji tüketimi %51 azaltılabileceği belirtilmiştir (Kadal, 2011).

Altun ve arkadaşları yaptığı araştırma makalesinde; ankastre ev tipi fırınlarda fırın kapağının enerji tüketimi seviyesinde etkisinin deneysel olarak incelemesini yapmıştır. Çalışmada fırın ön camının iç yüzeyine alüminyum tabaka uygulaması yapılmış, ev tipi ankastre fırınlarda enerji seviyelerinin yükseltilmesi amaçlamışlardır. Çalışma sırasında fırın ön camı alüminyum tabaka ile kaplatılmıştır. Oda sıcaklığında gerçekleştirilen testlerin sonrasında, elde edilen fırın merkez sıcaklığı, istenilen sıcaklığa ulaşma zamanı, test sırasında çalışan fonksiyonu, deneylerde kullanılan hipor tuğlanın deney sürecinde ağırlığındaki azalma değerleri kullanılarak yapılan analizler sonucunda alüminyum tabakanın kullanıldığı fırında enerji seviyesinin A seviyesine ulaştığı ve bir üst seviye olan A+ seviyesine yaklaştığını gözlemlemişlerdir. Yapılan çalışmada ısı kaybının fazla olduğu fırın kapağı için enerji tüketimini azaltmak amacıyla üzerine gelen ışınlam şiddetinin azaltılması gerektiği belirlemişlerdir. Çalışmada alüminyum tabaka etkisi ile enerji tüketiminin azaldığının ancak enerji sınıfında değişiklik olmadığı görülmüştür. Bu nedenle fırın kapak kısmında daha düşük yutma katsayısına sahip malzemeleri kullanılması tavsiye edilmiştir. Ön kapakta

uygulanacak daha düşük yutma katsayısı kaplamalar ile enerji tüketim değerinin %12 oranında azaltılabileceği görülmüştür. Fırın ön kapağında daha düşük yayma katsayılı malzeme kullanılarak yapılan kaplama ile ısıнын tekrar fırın içerisine yansıtılması sonucu pişirme süresinde yaklaşık %4 azalma olduğu tespit edilmiştir (Altun ve diğerleri 2018).

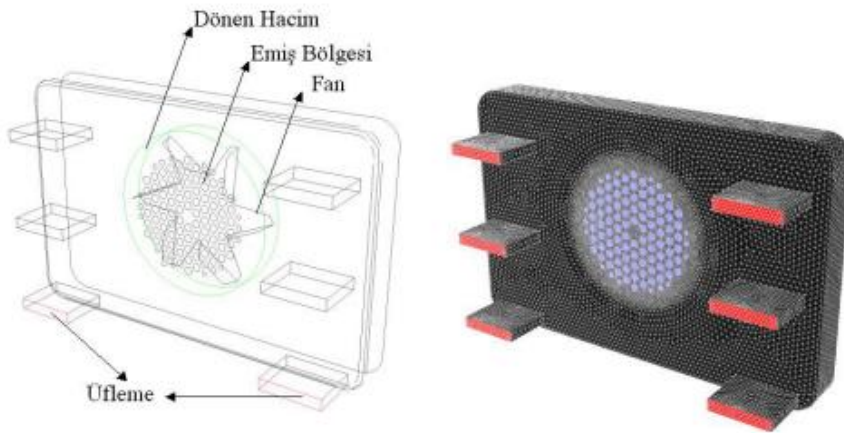
Işık (2013) kapalı hacimlerde ışıınınla ısı geçişi ile enerji etkinliğinin artırılması konusu üzerine yaptığı çalışmada; ilk olarak ışıınınla ısı geçişini oluşturan temel kavramları tanıtmıştır. İkinci bölümde ev tipi ankastre fırınlarda standart hale getirilmiş olan enerji verimliliği deney tesisatını tanıtmıştır. Çalışma sonucunda fırın içerisindeki yüzey ışıınımı ön ısıtma evresinde baskın bir işlev olduğu görülmüştür. Fırın kavitesinin yükseltildiği başka bir senaryoda ise enerji tüketiminin arttığı görülmüştür. Tuğla yüzeyleri ve ısıtıcı şekil faktörü etkileşimini arttırmak amacıyla yüksekliğin azaltıldığı bir tasarımın daha etkin olacağını düşünülmektedir. Enerji testlerinde kullanılan tuğlanın konumunda yaşanan değişiklikler tuğla yüzeylerine düşen ışıınım akılarında artışa neden olarak pişirmenin daha hızlı olmasını sağlayarak enerji tüketimini azaltmaktadır. Gerçek yiyeceklerin yüzeylerine düşen ışıınım şiddeti arasında farklılıklar olması yiyeceklerde homojen pişirme sağlanamayabilir. Fırın iç hacminde yüzeylerde düşük yayma katsayısının düşürülmesi yüzey sıcaklıklarının ve dolayısıyla sıcaklık gradyanlarının düşmesini sağlayarak ısı kayıplarının azalmasına yol açtığı ve bu sayede enerji tüketimi ile pişirme süresinde azalma sağlandığı bulunulmuştur ancak düşük yayma katsayısına sahip fırınlarda ışıınım yayan yüzeyler ısıyı kavite merkezine yönlendirmede güçlük çekildiği tez çalışmasında ısıtıcı yüzeylerine yüksek yayma katsayısına, ışıınım alan yüzeylerin ise düşük yayma katsayısına sahip hibrit tasarımlar önerilmiştir. Yüzey ışıınım incelemelerinde iletimle ısı transferinde levha kalınlığının da dikkate alınması önerilmiştir (Işık, 2013).

Yalçınkaya (2009) yaptığı çalışmada Cebri ısıtılan bir hacimdeki cismin ısınma performansını deneysel ve nümerik olarak incelemiştir. Yalçınkaya çalışmasında cebri ısıtılan bir hacimde farklı fanların kullanılmasına bağlı olarak ısınma performansını CFD analizleri ve deneylerle incelemeler yapmıştır. Analizlerde ve deneylerde hacmin ortasında bulunan cismin ısınma performansını incelemiştir. Analizler ve deneylerde test düzenekleri için oluşturulan model pişirici cihazlardan esinlenilmiştir. Oluşturulan pişirici cihazda fan ve ısıtıcıdan oluşturulan konveksiyon ünitesi mevcuttur. Oluşturulan hacimde ve bu hacmin ortasındaki cisim bu konvansiyonel sistem ile ısıtılmıştır. Oluşturulan model pişirici cihazdan esinlendiğinden dolayı pişirici cihazlarla ilgili patent ve makale araştırılması

yapılmıştır. Pişirici cihazlarda kullanılan fanlarla ilgili birçok patente ulaşılrken, makale sayısının daha sınırlı olduğu görölmüştür. Patent araştırmasında bulunan patentler incelenmiş, incelenen bu fanlar analiz için seçilmiştir. Fanlar oluşturulan model de analiz edilerek performans karşılaştırılması yapılmıştır. Yapılan çalışma benzer sistemlerin ısıtılması ile ilgili yapılacak çalışmalara kaynaklık edecek özelliklere sahiptir (Yalçınkaya, 2009).

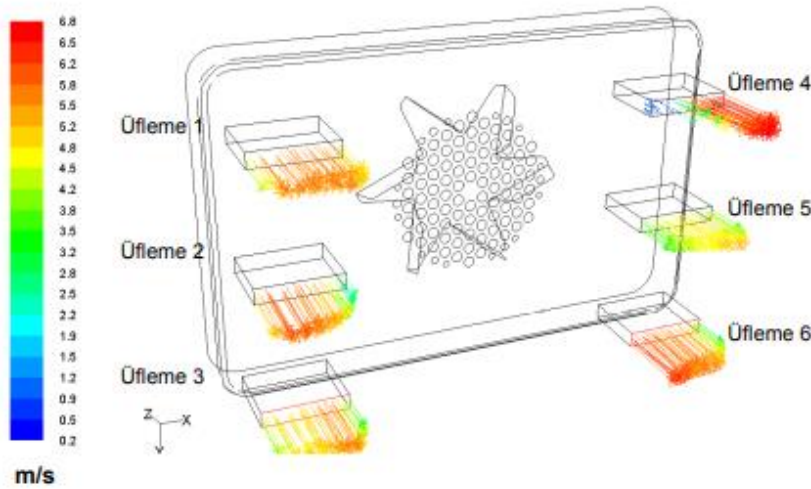
Kantaş (2007) Yapmış olduğu çalışmada: Ev tipi fırınların performansının sayısal ve deneysel incelenmesi üzerine yaptığı çalışmada elektrikli fırınların performansının artırılması için hava dağıtım kanallarının tasarlanma aşamalarının belirlenmesi amacıyla literatür araştırması yapmıştır. Çalışmada fırın üreticilerinin hava dağıtım tasarımı yaparken uyguladığı yöntemler ve tasarlanan hava dağıtım kanallarının geometrilerinin belirlenmesi amacıyla patent araştırmalar yapmıştır. Tasarım öncesi ve sonrası deneysel çalışmalar yapılmıştır. Ön deneysel çalışmada fırının alt ve üst ısıtıcının çalıştığı çalıştırıldığı durumda fırın iç sıcaklık dağılımı belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma da pişirme deneyleri ve sayısal modelde kullanılmak amacıyla sınır koşulları belirlenmiştir (Kantaş, 2007).

Hava dağıtım kanalı tasarımı bilgisayar destekli tasarım programı ile yapılmıştır. Sayısal çözümleme için hesaplamalı akışkanlar dinamiği yazılım kullanılmıştır. Nihai tasarım sonuçlarına, sayısal çözüm sonuçları irdelenerek tasarımda yapılan değışiklikler vasıtasıyla ulaşılmıştır.



Şekil 2.1. Kantaş tarafından tasarlanan hava dağıtım kanalı

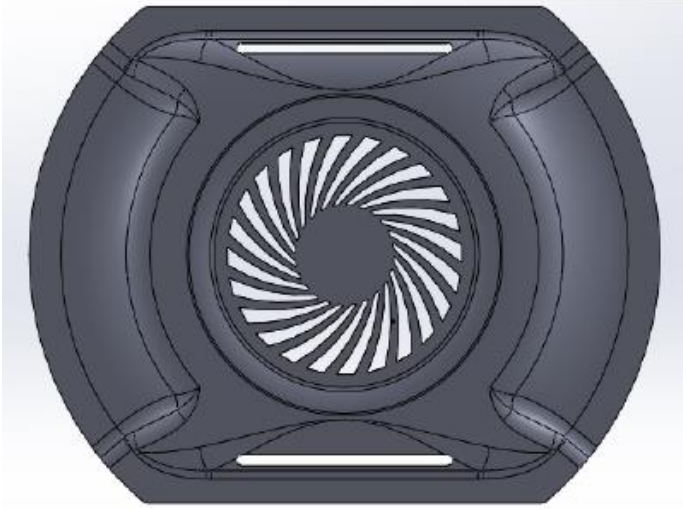
Nihai tasarım sonucunda hava dağıtım kanalının ikinci aşamada prototipi hazırlanılmıştır. Bu prototip ile debi ölçümü ve fırın içi sıcaklık ölçümleri yapılmış ve sayısal çözümlemelerde elde edilen veriler ile karşılaştırılmıştır. Hava dağıtım kanalları kullanılarak pişirme deneyleri ile pişirme süresi, sıcaklık dağılımları karşılaştırılmıştır.



Şekil 2.2. Kantaş tarafından yapılan nümerik çalışma

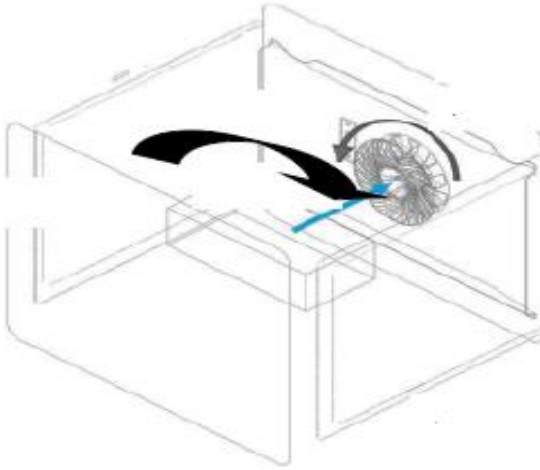
Bilen (2021) yapmış olduğu çalışmada; Ankastre fırınlarda farklı delik opsiyonlarına sahip U bükümlü yeni tip fan kapakları ile homojen pişirme ve enerji verimliliği optimizasyonu ile ürün performansını iyileştirmeyi hedeflemiştir. Çalışmada U profil formunda, yan saclarda 5 mm ile 10 mm opsiyonlara sahip üzerinde farklı adette deliklerin mevcut olduğu fan kapakları tasarlamıştır. Tasarlanan bu fan kapakları nümerik analiz programı olan simcenter FloEFD programı ile CFD analizleri ile simülasyon çalışmalar yapılmıştır. Analiz verilerinin onaylanması adına simülasyon testleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ışığında en uygun kapak tasarımları ile IEC 60350-1 standardında yer alan enerji ve pişirme performansı testleri yapılmıştır. Yapılan enerji verimliliği ve pişirme testleri ankastre fırında bulunan orijinal fan kapağı versiyonu ile karşılaştırılmıştır. Yapılan enerji ve pişirme testleri sonucunda çalışılan 14 adet fan kapağı modeli arasında istenilen sonuca uygun en ideal fan kapağı “tip 6” fan kapağı olmuştur.

Çalışmada Haier firması tarafında üretilen ankastre fırınlarda mevcutta kullanılan fan kapağı ile tasarlanan diğer tiplerdeki kapaklar karşılaştırılmıştır. Mevcut fan kapağı şekil 2.3’te gösterildiği gibidir.



Şekil 2.3. Mevcut ürünlerde kullanılan fan kapağı

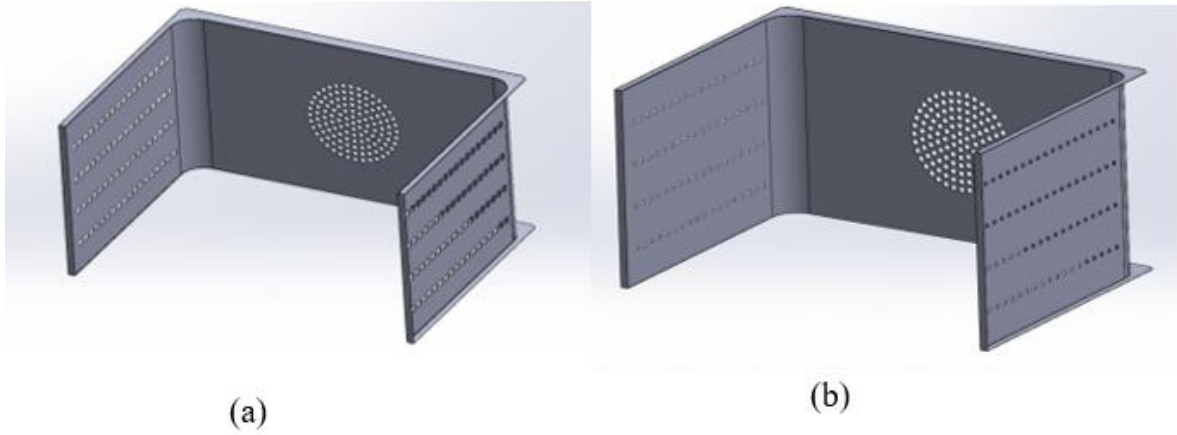
Mevcutta kullanılan fırınlarda basış yönü ve turbo fanın emiş aşağıdaki Şekil 2.4'te gösterilmiştir. Fan kapağı pişirici hacme sağ ve sol yandan sıcak hava basarken emişi ise ortadan sağlamaktadır. Mevcut yapı düşünüldüğünde pişirme performansının artırılması adına pişirme hacminin yan saclarında farklı boyut ve adetlerde delikleri bulunan U formunda fan kapağı tasarlanmıştır.



Şekil 2.4. Mevcutta kullanılan fırınlarda turbo fanın emiş ve basış yönü

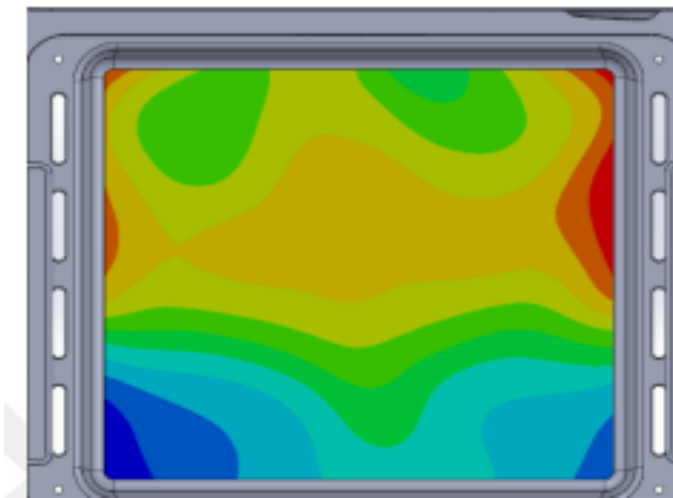
Pişirme haznesindeki yan sacların deliklerinin kullanma kılavuzundaki raf seviyelerine göre ayarlanarak homojen bir pişirme sağlanması hedeflenmiştir. Ayrıca, yeni tasarlanan fan kapaklarının arkasındaki deliklerin firma tarafında kullanılan geometri ve çaplarda tasarlandığı ve yapılan analiz ve testlerde delik adetlerinin farklı opsiyonlar yaratmak için

kapatıldığı ve açık tutulmuştur. Şekil 2.5'te, tip 6 ve tip 13 olarak adlandırılan örnek fan kapağı modelleri gösterilmektedir.



Şekil 2.5. Tip 6 (a) ve Tip 13 (b) fan kapağı modelleri

Yapılan çalışmada konutlarda yoğun kullanımı oranı olan ankastre fırınlarda enerji tüketim miktarının azaltılması ve homojen pişirme performansının artırılması amacıyla tasarlanan farklı fan kapakları üzerinde yapılan CFD çalışmaları, enerji verimliliği ve pişirme performansı testleri uygulanmıştır. 14 farklı tipde fan kapağı üzerinde yapılan çalışmada enerji tüketimi ile homojen pişirmenin ters orantılı bir bağlantı ile var olduğu belirlenmiştir. Çalışma sonucunda elde edilen veriler sonucun mevcut fan kapağından daha iyi performansla “Tip 6” ile ulaşılmıştır (Bilen, 2021).

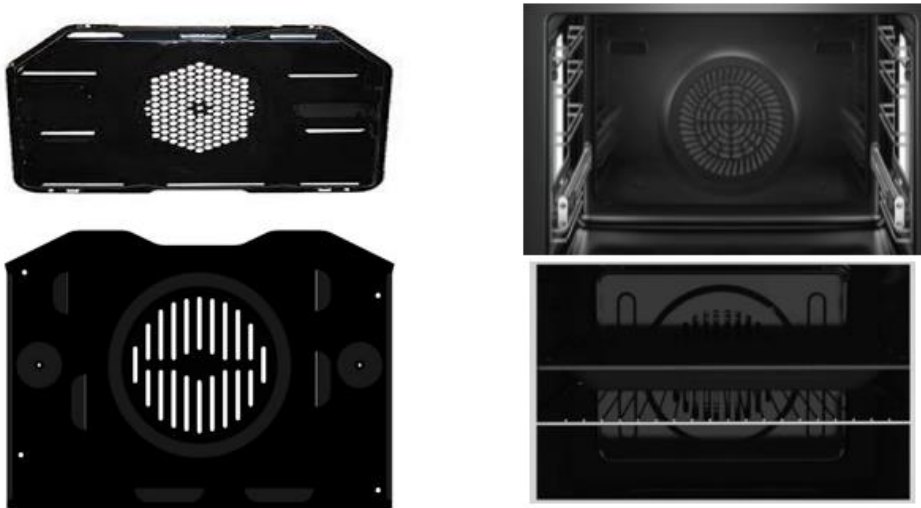


Şekil 2.6. Bilen tip 6 fan kapağının tepsi tabanındaki sıcaklık dağılımı analiz sonucu

3. ANKASTRE FIRINLARDA PİŞİRME HACMİ İÇİN UYGUN FAN KORUMA SACI MODELLENMESİ VE HAD ANALİZLERİ İLE BELİRLENMESİ

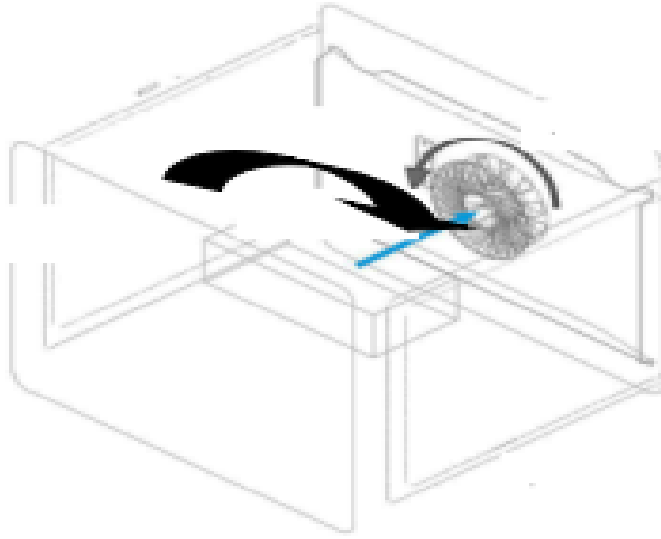
3.1. Yeni Fan Kapaklarının Tasarımı ve Prototip Süreci

Belli firmalarda üretilen ankastre fırınlar iki temel gruba ayrılmaktadır. Fanlı ve Fansız olarak ayrılan bu fırınlar fan koruma kapakları tasarımı genel itibari ile görsel olarak değerlendirip, müşterinin gözüne hitap etmektedir. Mevcut durumda fanlı fonksiyonda fan koruma sacını etkisi ile daha az enerji tüketimi, homojen pişirim ve birden fazla pişirim gibi konular dikkate alınmaksızın tüketiciye satılmaktadır. Şekil 3.1’de görülen fan koruma sacları incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucu da genel itibari ile firmaların sadece fan ve rezistans ortasında oluşturulan hava kanalları değil fan koruma sacının belli bölgelerine hava kanalları açarak fırın içerisinde homojen pişirmeyi amaçlamıştır. Ancak fan dönüş yönü, hızı, hava kanalları geometrik şekilleri ve rezistans gücü ne kadar homojen bir pişirme için yeterli olmamaktadır. Hacim içerisindeki ısı fenomeninin iyi derecede incelenmesi sonucu uygun hava kanalları belirlenmelidir.



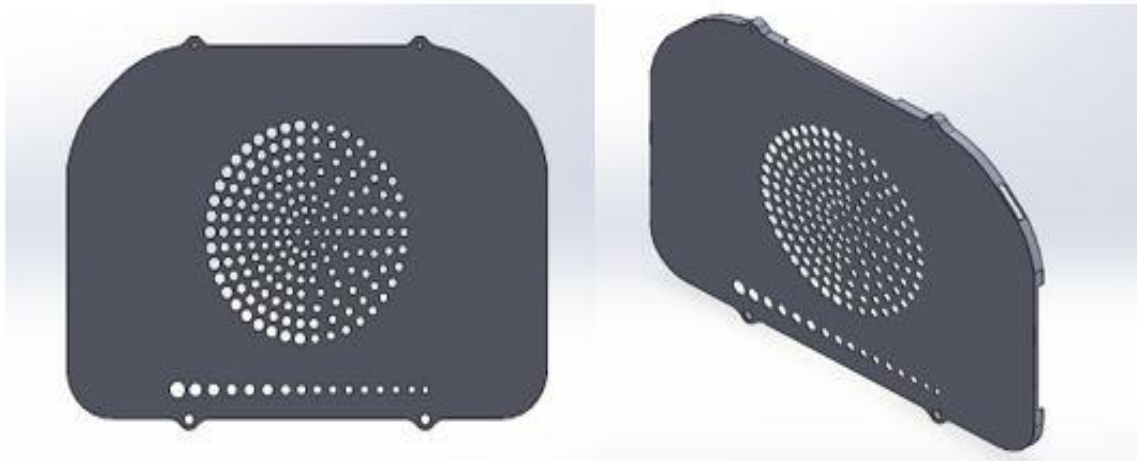
Şekil 3.1. Farklı fan koruma sac tasarımları

Şekil 3.2’ de yer alan Fırınlarda kullanılan turbo fan hava emiş ve basış yönü incelenmesi sonucu 2 adet fan koruma sacı tasarlanmıştır. Tasarlanan fan koruma sacları tekli ve birden fazla tepsi ile pişirim yapabilmesi öngörülmüştür.

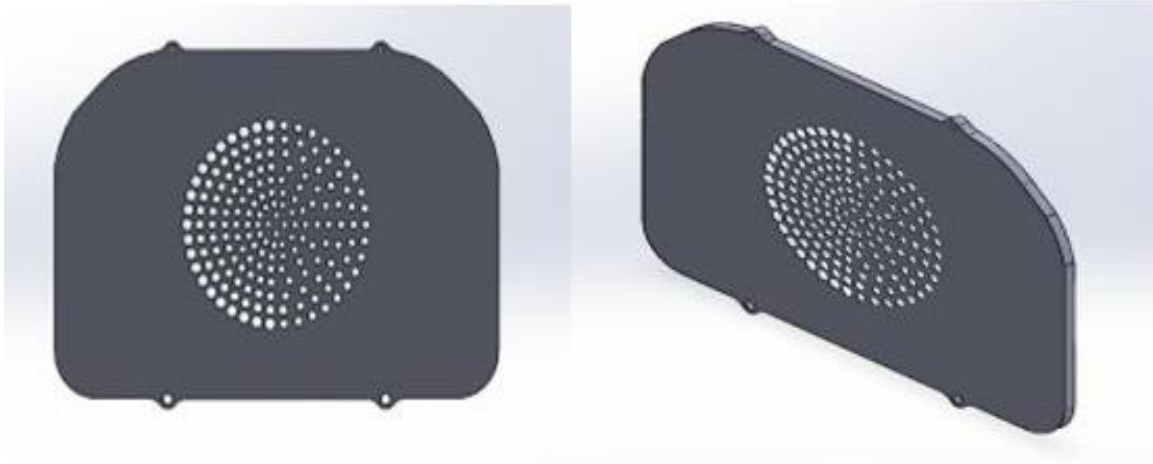


Şekil 3.2. Fırın turbo fan hava emiş ve basış yönü

Tasarlanan fan koruma saclarındaki hava kanalları, kullanma kılavuzunda belirtilen raf seviyelerine uygun şekilde tasarlanmıştır. Tasarlanan fan koruma sacı ile tepsi içerisindeki yiyeceklerin alt ve üst kısımları homojen pişirilmesi hedeflenmiştir. Fan koruma kapağı yapılan analizler boyunca farklı delik opsiyonu ile son halini almıştır. Çalışma sonucunda durum 1 ve durum 2 fan koruma sacı modeli ortaya çıkmıştır. Tasarlana fan koruma kapağı modelleri Şekil 3.3 ve Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.3. Durum 1 fan koruma sacı modeli (alt hava yönlendirme ve yan hava yönlendirme kanalları bulunmaktadır.)



Şekil 3.4. Durum 2 fan koruma sacı modeli (alt hava yönlendirme ve yan havalandırma kanalları bulunmamaktadır.)

Prototip hazırlama sürecinde Silverline Endüstri pişirici cihazlar üretim biriminde üretilmiştir. Verilen teknik resim ölçülerine uygun olarak 0.5 mm dkp sac ile kesilen fan koruma sacı yan kanatları daha sonra lazer kaynak ile hazırlanmıştır. Resim 3.1’de yan kanat kaynak prosesi gösterilmiştir.



Resim 3.1. Punta kaynak prosesi görseli

3.2. Hesaplamalı Akışlar Dinamiği

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, akışkanların hareketinin matematiksel modeller ve sayısal yöntemler kullanarak analiz edilmesi sürecidir. Bu yöntemler, akışkanların hareketini, sıcaklık, basınç, yoğunluk ve diğer önemli özelliklerini belirlemek için kullanılır. Akışkanlar genellikle sıvılar, gazlar veya plazmalar olarak tanımlanırlar. Bu malzemeler, birçok endüstriyel uygulama için önemlidir. Örneğin, uçak tasarımı, araba tasarımı, gemi tasarımı, inşaat mühendisliği, nükleer santraller, ilaç ve gıda endüstrileri, havalandırma ve iklimlendirme sistemleri ve daha birçok alanda kullanılırlar.

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, analiz edilen akışkanın geometrisini tanımlamakla başlar. Bu adımda, akışkanın içinden geçtiği borular, kanallar, gövdeler veya diğer yapıların boyutları, şekilleri ve konumları belirlenir. Bu bilgiler, akışkanın hareketi için gerekli olan sınır koşullarını tanımlamak için kullanılır.

Akışkanın fiziksel özellikleri, yoğunluğu, viskozitesi, ısı kapasitesi, sıcaklık, basınç gibi özellikler, analiz için tanımlanır. Bu özellikler, akışkanın hareketini ve davranışını etkiler. Örneğin, sıcaklık arttıkça akışkanın viskozitesi azalır ve akışkanın hızı artar. Sınır koşulları, analiz edilen akışkanın etkileşim içinde olduğu tüm sınır koşullarını tanımlar. Bu koşullar, akışkanın akış yönü, hızı, basıncı, sıcaklığı, viskozitesi ve diğer özellikleri gibi parametreleri içerir. Bu koşullar, analiz için gerekli olan matematiksel modelleri belirlemek için kullanılır.

Analiz için seçilen sayısal yöntemler, genellikle diferansiyel denklemler veya benzeri matematiksel ifadeler kullanarak, akışkanın hareketinin sayısal olarak simüle edilmesi için belirlenir. Bu yöntemler, akışkanın hareketi hakkında ayrıntılı bilgi sağlar ve akışkanın davranışı, etkileri, enerji kayıpları, basınç kayıpları ve diğer parametreler hakkında bilgi sağlar. Bulunan sonuçlar analiz edilir ve yorumlanır. Bu adımda, akışkanın davranışı, etkileri, enerji kayıpları, basınç kayıpları ve diğer parametreler hakkında bilgi elde edilir. Elde edilen sonuçlar, tasarım değişiklikleri yapmak, performansı arttırmak veya akışkanın hareketinin optimize edilmesi gibi amaçlar için kullanılabilir.

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, birçok farklı sayısal yöntem kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bazı yaygın yöntemler arasında sonlu elemanlar yöntemi, sonlu hacim yöntemi, doğrusal olmayan çözümleme yöntemi, hata ayıklama yöntemi ve Monte Carlo

yöntemi yer alır. Bu yöntemlerin seçimi, analiz edilen akışkanın özelliklerine, geometrisine ve analiz yapılacak uygulamaya bağlıdır.

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, son derece önemli bir teknolojidir ve birçok endüstride kullanılır. Örneğin, havacılık endüstrisinde, uçakların tasarımı ve test edilmesi için kullanılır. Araba endüstrisinde, araçların aerodinamik tasarımı ve yakıt verimliliği analizi için kullanılır. Nükleer enerji endüstrisinde, reaktörlerin tasarımı ve güvenlik analizi için kullanılır.

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, birçok mühendislik ve bilimsel disiplinde kullanılan çok yönlü bir araçtır. Bu teknoloji sayesinde, akışkanların hareketi ve davranışı hakkında daha fazla bilgi edinmek mümkündür. Bu da daha verimli, daha güvenli ve daha uygun maliyetli uygulamaların geliştirilmesine olanak sağlar.

Hesaplamalı akışkanlar dinamiği (HAD) ile ilgili bazı temel teoremler şunlardır:

1. Sürekli Madde Denklemleri: Sürekli madde denklemleri, kütle korunumu prensibine dayanan temel bir teoremdir. HAD için en önemli sürekli madde denklemi, kütle korunumunun denklemidir. Bu denklem, bir sisteme giren kütle akışının, sistemden çıkan kütle akışına eşit olduğunu ifade eder.
2. Momentum Denklemi: Momentum denklemi, Newton'un ikinci hareket yasasına dayanan bir teoremdir. HAD için, momentum denklemi, akışkanın hareketini tanımlamak için kullanılır. Bu denklem, akışkanın kütlesi, hızı, basıncı ve etkileyen kuvvetler arasındaki ilişkiyi ifade eder.
3. Enerji Denklemi: Enerji denklemi, enerjinin korunumu prensibine dayanan bir teoremdir. HAD için, enerji denklemi, akışkanın enerjisinin kaynağı, kaybı ve taşınması hakkında bilgi sağlar. Bu denklem, akışkanın hızı, sıcaklığı, basıncı, yoğunluğu ve diğer parametreler arasındaki enerji değişimlerini ifade eder.
4. Bernoulli Teoremi: Bernoulli teoremi, sürekli bir akışkanın hareketinin basit bir şekilde hesaplanmasına izin veren bir teoremdir. Bu teorem, bir akışkanın hızı, basıncı ve yüksekliği arasındaki ilişkiyi ifade eder. Bernoulli teoremi, statik basınç, dinamik basınç ve yükseklikten kaynaklanan basınçtan oluşan toplam basınç farkını gösterir.

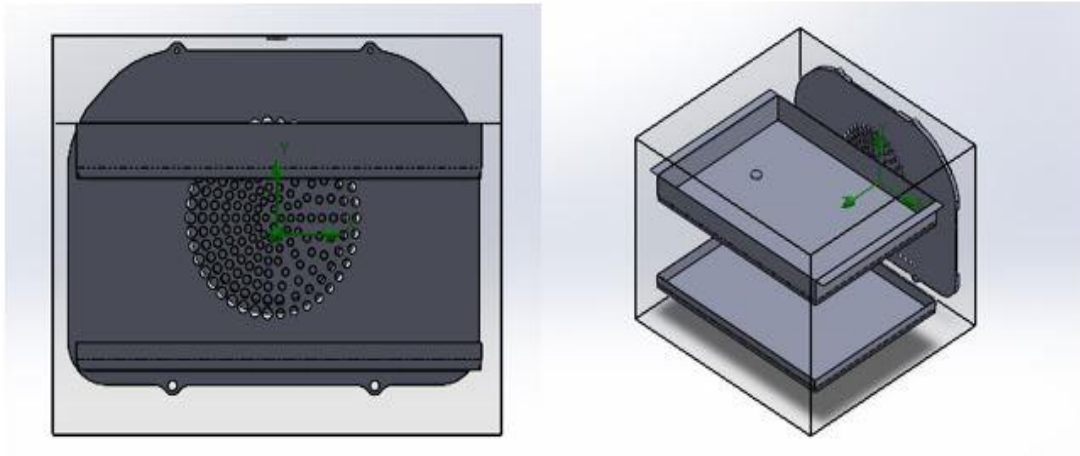
5. Navier-Stokes denklemleri: Bu denklemler, akışkanların hareketini tanımlamak için kullanılan en temel denklemlerdir. Bu denklemler, süreklilik, momentum ve enerji denklemlerini içerir ve akışkanın hareketinin matematiksel olarak tam bir tanımını sağlar. Bu temel teoremler, HAD'nin matematiksel temelini oluşturur. Bu teoremlerin yanı sıra, HAD'de kullanılan diğer matematiksel yöntemler arasında sonlu elemanlar yöntemi, sonlu hacim yöntemi, hata ayıklama yöntemi ve Monte Carlo yöntemi gibi yöntemler yer alır Hesaplamalı akışkanlar dinamiği, bu temel teoremleri kullanarak akışkanların davranışını ve hareketini tanımlamaya çalışır. Bu sayede, akışkanların hareketi hakkında daha fazla bilgi edinmek mümkündür ve uygulamalarda daha doğru ve verimli sonuçlar elde edilebilir.

3.2.1. Flow simulation

Flow simulation, bir sistem veya süreçteki akışkanların davranışlarını analiz etmek için kullanılan bir bilgisayar simülasyonudur. Akışkanlar mekanik, kimyasal veya termal olarak hareket edebilirler ve flow simulation, bu hareketlerin nasıl gerçekleştiğini ve sistemin nasıl etkilendiğini anlamak için kullanılır. Bu tür simülasyonlar, birçok endüstriyel uygulama için çok önemlidir, örneğin havacılık, otomotiv, enerji, tıp, gıda işleme ve daha birçok alanda. Flow simulation, matematiksel modeller, sayısal yöntemler ve bilgisayar algoritmaları kullanarak gerçekleştirilir. Akışkanların davranışını analiz etmek için, simülasyon parametreleri belirlenir, örneğin sıcaklık, basınç, hız, yoğunluk, viskozite ve diğer özellikler. Bu parametreler, akışkanların hareketini ve etkileşimlerini belirlemek için kullanılır. Simülasyon sonuçları, akışkanın davranışını ve performansını analiz etmek ve optimize etmek için kullanılır. Flow simulation, CFD (Computational Fluid Dynamics) olarak da bilinir ve birçok farklı alanda kullanılır. Örneğin, havacılık endüstrisi, uçak tasarımı ve performansını optimize etmek için CFD kullanır. Otomotiv endüstrisi, araçların aerodinamik performansını artırmak ve yakıt tüketimini azaltmak için CFD'yi kullanır. Enerji sektörü, hidrolik ve termal tesislerin performansını optimize etmek için CFD kullanır. Tıp alanında, kan akışı ve solunum sistemi gibi biyolojik akışkanların davranışlarını analiz etmek için CFD kullanılır. Gıda işleme endüstrisi de gıda üretim süreçlerinin akışkan dinamiği ve termal özellikleri hakkında bilgi edinmek için CFD kullanır. Flow simulation, gelecekte de giderek daha önemli hale gelecek ve endüstriyel uygulamalar için daha da yaygın hale gelecektir.

3.3. Flow Simulation Analiz Sonuçları

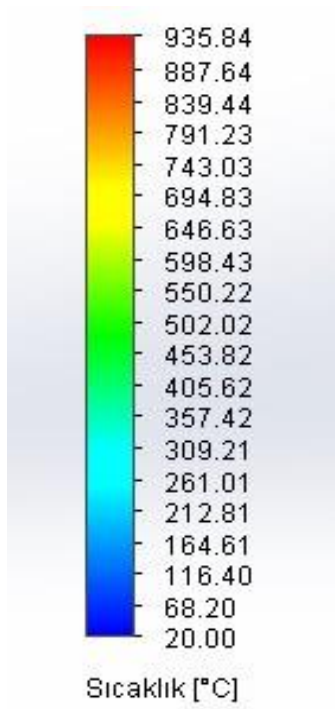
Flow Simulation analiz programı ile alternatif fan koruma sacı ile yeni tasarlanan fan koruma sacının montajlı hali ile sıcaklık dağılımlarını belirlemek amacıyla nümerik analiz çalışması yapılmıştır. Akış hacmi belirlenirken fırın içerisinde raflar arasında akış hızını ve sıcaklığını etkileyecek her türlü komponent belirlenmiştir. Analiz üzerinde etkilerinin ihmal edilecek komponentler eklenmemiştir. Bu kapsamda Şekil 3.5'te HAD analizi için oluşturulan katı modelin ön ve izometrik görünüşleri verilmiştir.



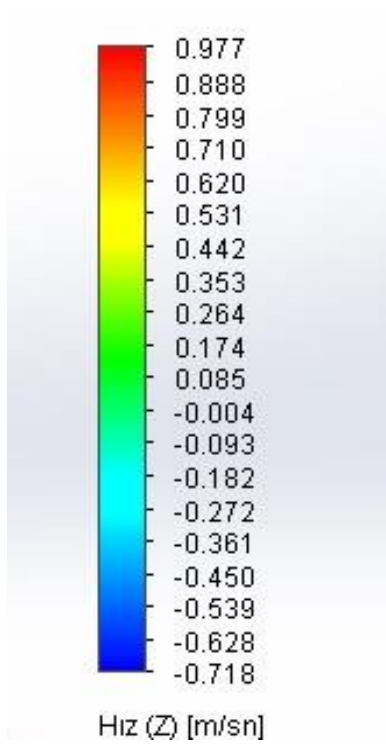
Şekil 3.5. Oluşturulan akış hacmi görselleri

Analiz senaryosunda sadece turbo fan fonksiyonu için düşünülerek analizler bu fonksiyon özelinde yapılmıştır. Isıtıcı değeri test kullanılacak ısıtıcının değeri olan 1600 Watt değeri girilmiştir bu değer ile fırın merkez sıcaklığı 160 °C Sıcaklığı ile istenilen analiz koşullarını sağlama yeterliliğine sahip olduğu belirlenmiştir. Fan devri ise 800 dev/dk olarak girilmiştir. Çoklu pişirmeye örnek olacak şekilde analiz çıktılarının da belirlenmesi amacıyla iki tepsi ile analizler yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda derin tepsinin üstte sığ tepsinin alt raflarda olduğu kombinasyonlarda daha tutarlı değerleri ulaşıldığı görülmüştür. Yapılan tüm analizler zamandan bağımsız olarak yani kararlı çıkış şartı ile yapılmış olup, analiz sürecinde fırın hacim merkez sıcaklığı 160 °C olacak durum göz önüne alınmıştır. Fırın içerisinde akış hızı ve sıcaklık değerleri karşılaştırılıp homojen pişirme şartlarını sağlayacak analiz yapısı belirlenmiştir. Akış hızı analiz sürecinde 0,004 ile 0,977 m/s aralığında görülmüştür. Analiz sonuçlarının değerlendirme sürecinde önemli olan nokta homojen pişirme şartlarını sağlayacak ısı dağılımları ve hız akış skalalarının tutarlılığına dikkat edilmesi gereklidir.

Şekil 3.6 ve Şekil 3.7’de sıcaklık ve hız değerlendirme skalası verilmiştir.



Şekil 3.6.Sıcaklık değerlendirme skalası



Şekil 3.7. Hız değerlendirme skalası

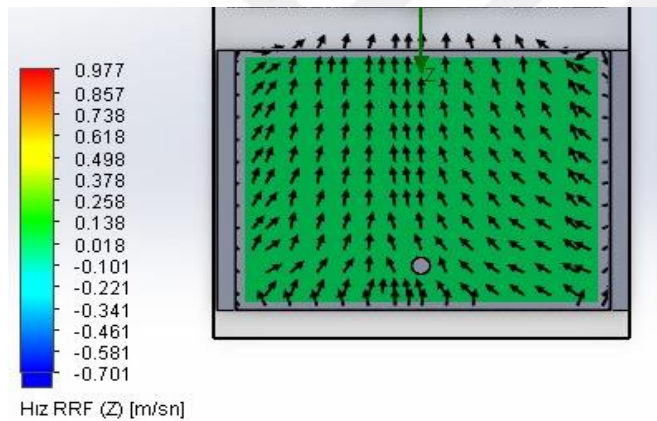
3.3.1. Durum 1 analiz sonuçları

Yapılan tün analizlerde fırın merkez sıcaklığı 160 °C olacak şekilde yapılmıştır. Durum de analiz sonucunda önce 2.0288.808 adet mesh atılmış olup 461 iterasyonda analizin kararlı hale geldiği görülmüştür. Analizlerde üst rafta derin tepsi, alt rafta sıg tepsi yerleştirilerek analiz yapmıştır.

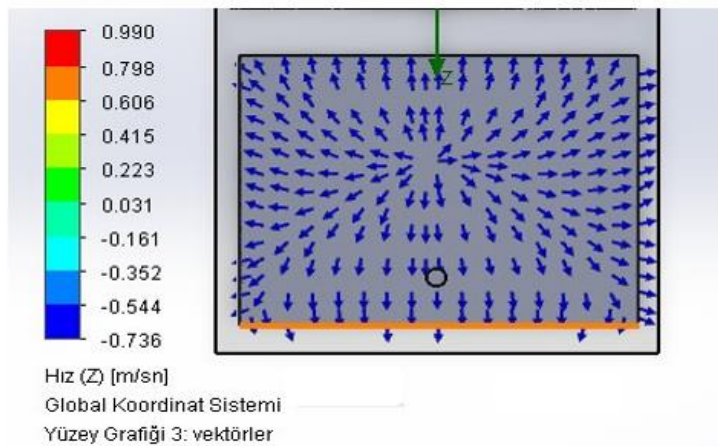
Çizelge 3.1. Durum 1 fks için HAD analizi sonuçları

Parametre	Analiz Sonucu
Fırın Merkez sıcaklığı °C	164
Akışkan Sıcaklığı °C	169
Hız (m/s)	0,258

Şekil 3.8 ve Şekil 3.9’da hız analiz sonuçları verilmiştir.

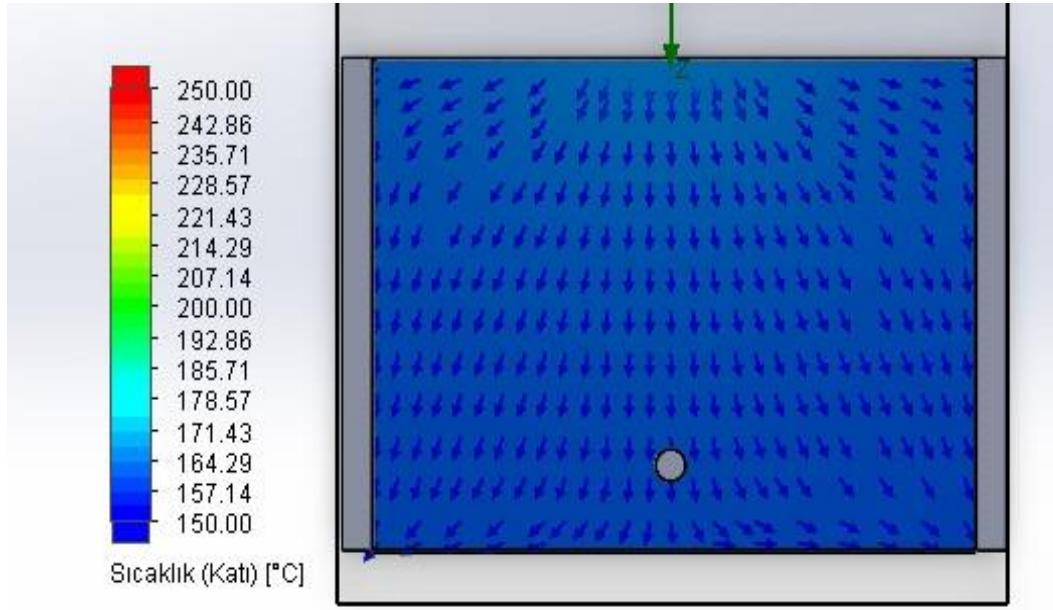


Şekil 3.8. Durum 1 fks için üst raf hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu

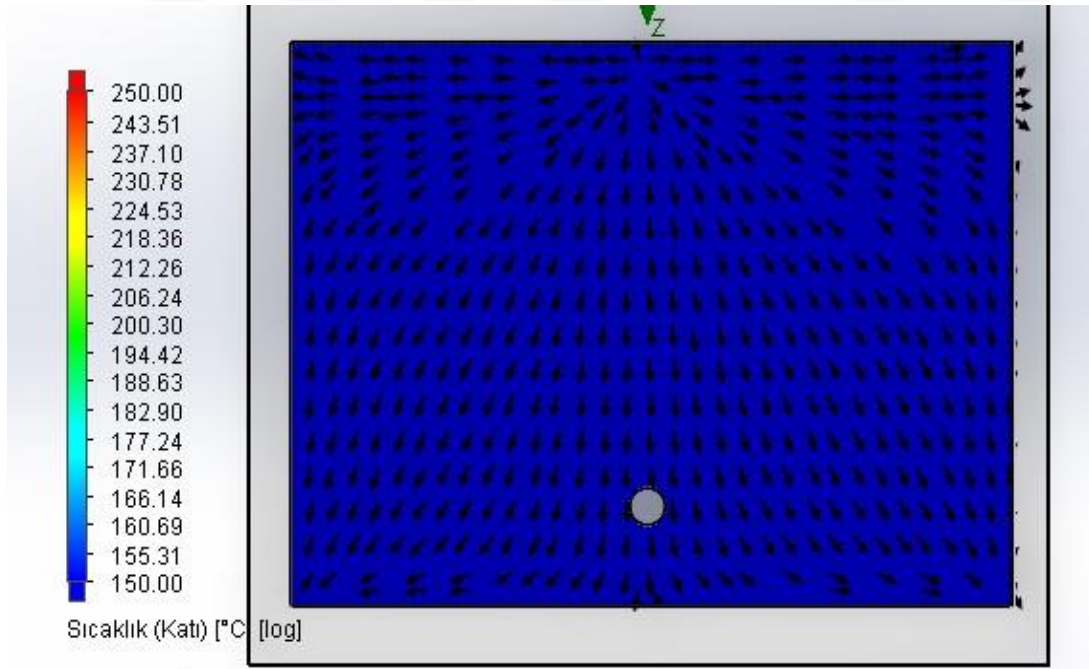


Şekil 3.9. Durum 1 fks için alt raf hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu

Şekil 3.10 ve Şekil 3.11’de analiz sıcaklık sonuçları verilmiştir.

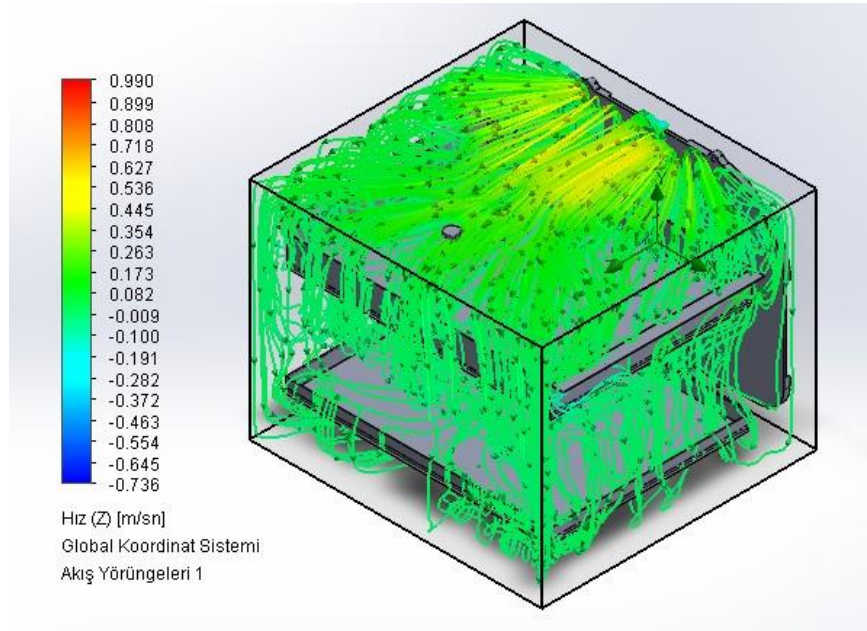


Şekil 3.10. Durum 1 fks için üst raf sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu

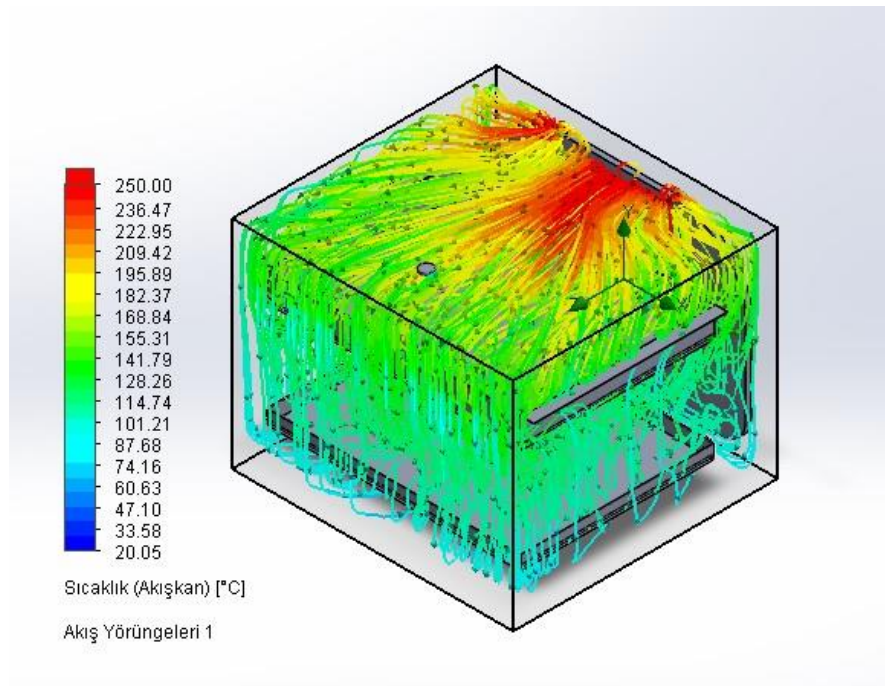


Şekil 3.11. Durum 1 fks için alt raf sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu

Şekil 3.12 ve Şekil 3.13'te durum 1 fks için sıcaklık ve hız analiz animasyon sonuçları verilmiştir.



Şekil 3.12. Durum 1 fks için hız dağılım (m/s) HAD analiz animasyon sonucu



Şekil 3.13. Durum 1 fks için sıcaklık dağılım (m/s) HAD analiz animasyon sonucu

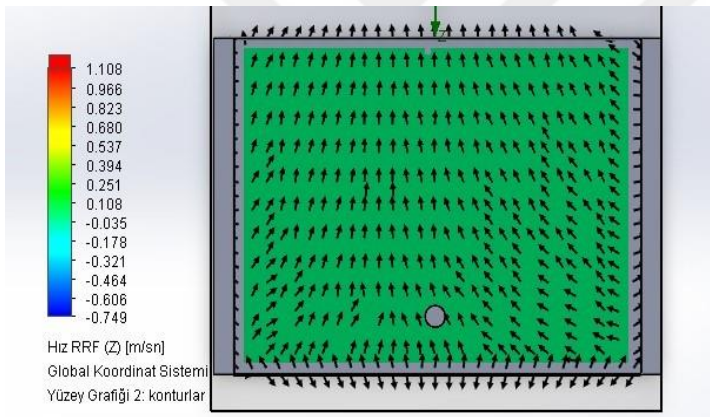
3.3.2. Durum 2 analiz sonuçları

Yapılan tün analizlerde fırın merkez sıcaklığı 160 °C olacak şekilde yapılmıştır. Durum de analiz sonucunda önce 2.170.442 adet mesh atılmış olup 297 iterasyonda analizin kararlı hale geldiği görülmüştür. Analizlerde üst rafta derin tepsi, alt rafta sıg tepsi yerleştirilerek analiz yapmıştır.

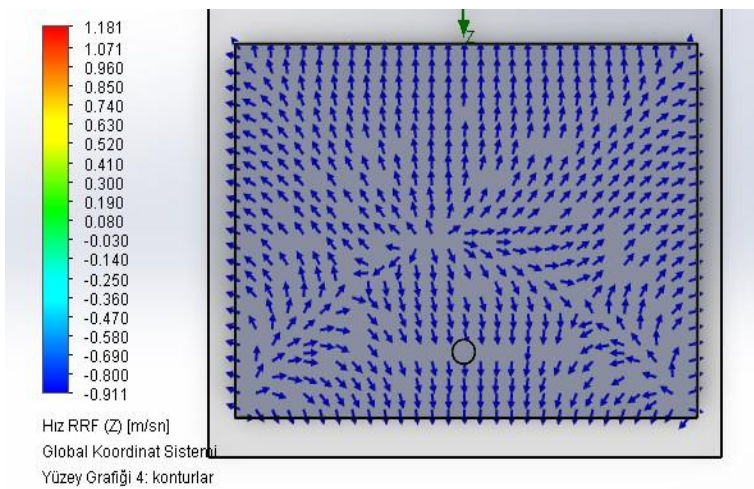
Çizelge 3.2. Durum 2 fks için HAD analizi sonuçları

Parametre	Analiz Sonucu
Fırın Merkez sıcaklığı °C	160
Akışkan Sıcaklığı °C	147
Hız (m/s)	0,181

Şekil 3.14 ve Şekil 3.15'te hız analiz sonuçları verilmiştir.

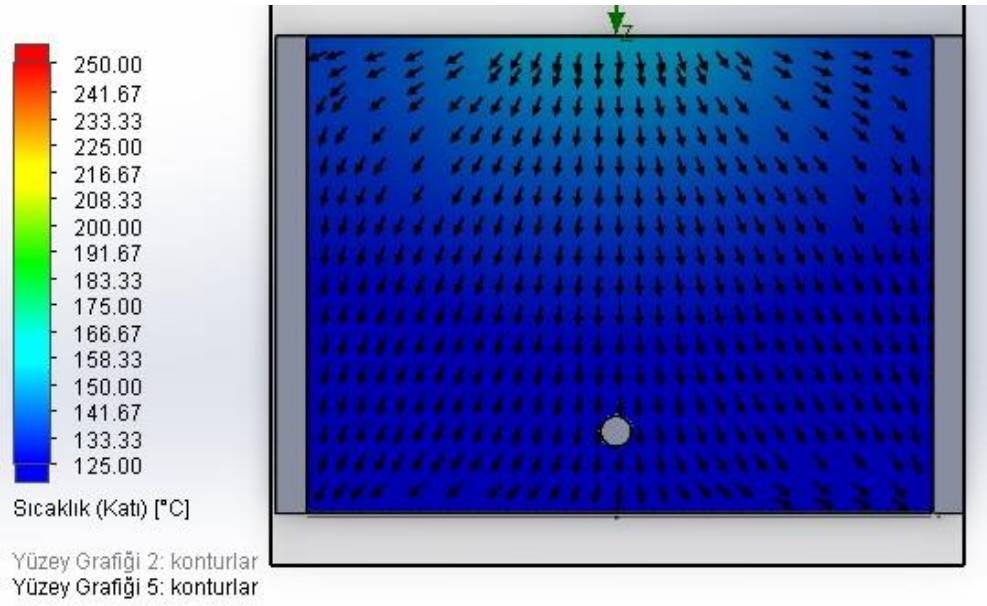


Şekil 3.14. Durum 2 fks için üst raf hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu

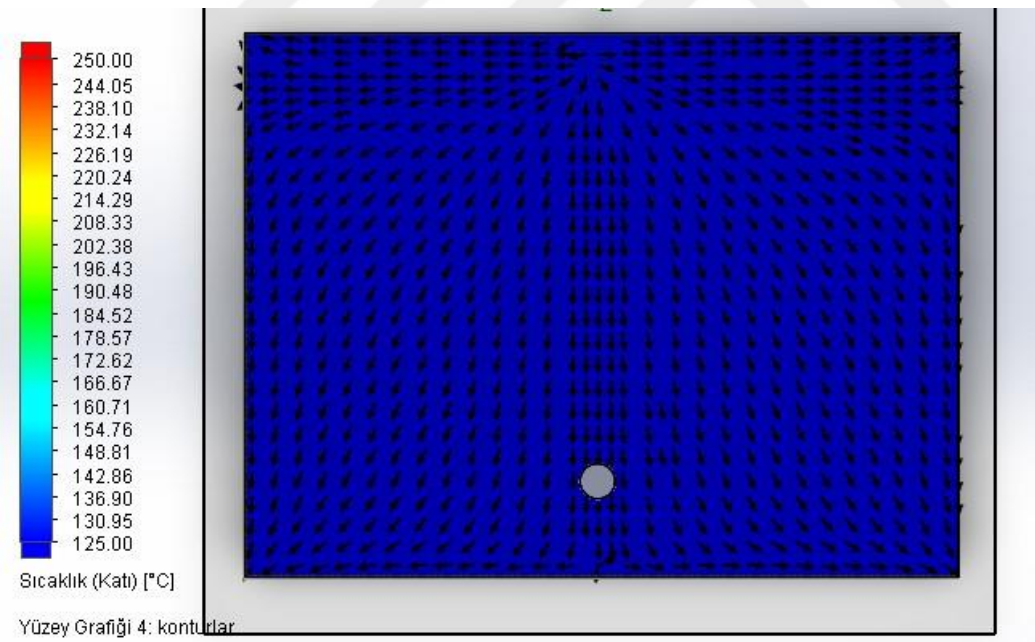


Şekil 3.15. Durum 2 fks için alt raf için hız dağılım (m/s) HAD analiz sonucu

Şekil 3.16 ve Şekil 3.17’de analiz sıcaklık sonuçları verilmiştir.

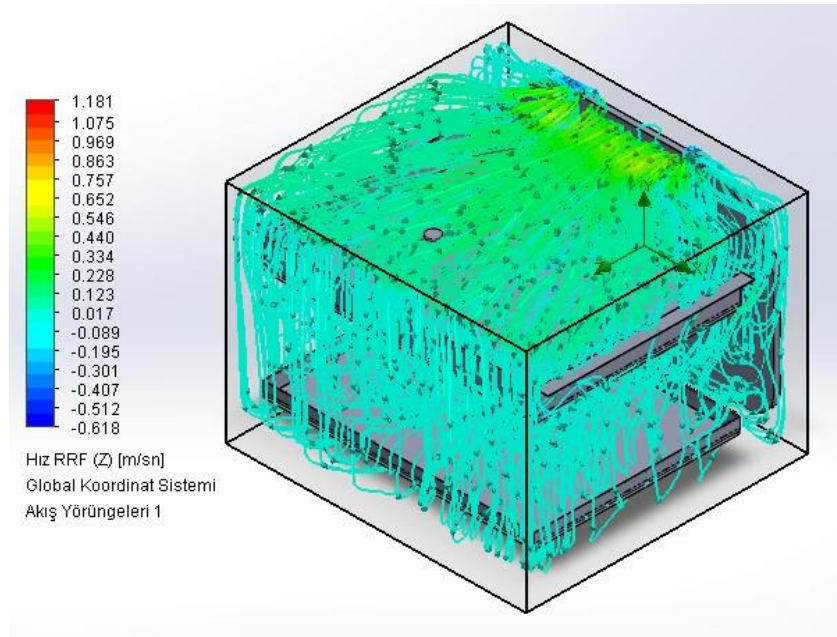


Şekil 3.16. Durum 2 fks üst raf için sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu

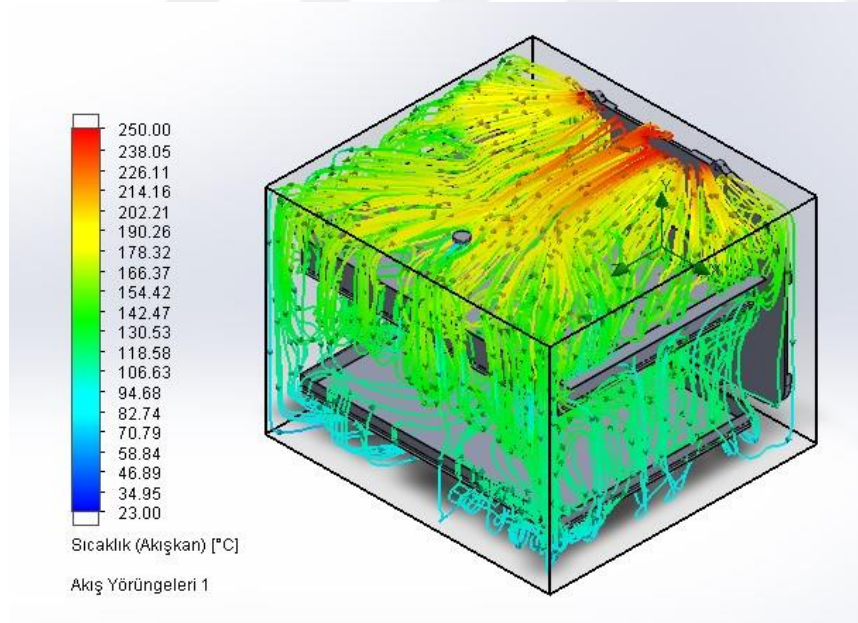


Şekil 3.17. Durum 1 fks için sığ tepsi (alt raf) için sıcaklık dağılımı HAD analiz sonucu

Şekil 3.18 ve Şekil 3.19’da durum 2 fks için sıcaklık ve hız analiz animasyon sonuçları verilmiştir.



Şekil 3.18. Durum 2 fks için hız dağılım (m/s) HAD analiz animasyon sonucu



Şekil 3.19. Durum 2 fks için sıcaklık dağılımı (m/s) HAD analiz animasyon sonucu

Yapılan analiz çalışmalarının doğrulanması adına IEC EN 60350-1 standart testlerine uygun olarak doğrulama testleri yapılmıştır.

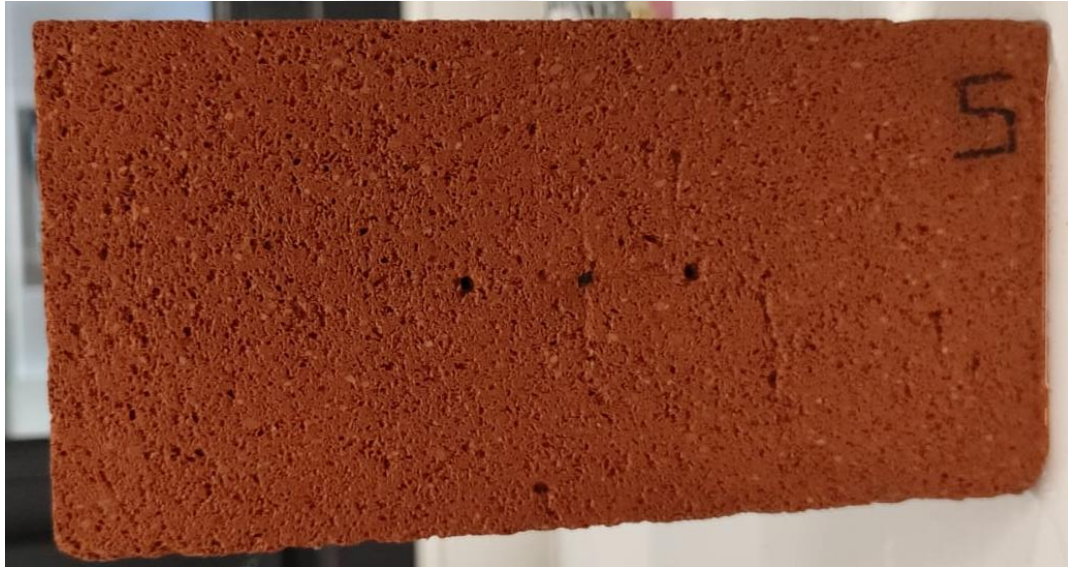
4. BÖLÜM DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Test Ölçüm Ekipmanları

Tasarlanan fan koruma saclarının analiz sonuçlarının doğrulanması adına yapılan deneysel testlerde kullanılan ölçüm aletleri ve cihazları aşağıda verilmiştir.

4.1.1 Enerji test tuğlası

Enerji verimliliği testleri yapılırken, kullanıcı tarafından en zor pişen yiyecek olarak et yerine standartta 230x114x64 mm boyutlarda verilen Resim 4.1’de gösterilen hipor tuğla kullanılmaktadır. Hipor tuğlanın gözenek yapısının ve emiciliğinin yüksek olmasından dolayı eti çok rahat simüle ettiği görülmüştür. Hipor tuğla fiziksel özellikleri Çizelge 4.1’de belirtilmiştir.



Resim 4.1. Hipor tuğla

Çizelge 4.1. Enerji verimlilik testlerinde kullanılan hipor tuğlanın fiziksel özellikleri

Özellikler	Birim	Değerler
Gözenekliliği		%77
Su Emiciliği	G	1050±50
Kuru Yoğunluk	Kg/m ³	550±40
Kuru Yoğunluk	G	920± 75

4.1.2. K tipi termokupl

K tipi termokupl kablolar, endüstriyel sıcaklık ölçümlerinde kullanılan kablolardan biridir. Bu kablolarda kullanılan alaşımlı metaller, birbirine kaynatılarak oluşturulur. K tipi termokupl kablolarında, kromal olarak adlandırılan ve içeriğinde %90'a oranla nikel bulunan, %10 oranında da krom bulunan alaşımlı metal kullanılır. Bu alaşımın alümin değerleri %95 ile %2 mangan, %2 alüminyum ve %1 silikon olacak şekildedir. K tipi termokupl kablolar, genel amaçlı sıcaklık ölçümleri için en yaygın olarak tercih edilen kablo türüdür. Bu kablolarda kullanılan malzemelerin maliyetleri diğer türlerine göre daha düşüktür. Ayrıca, algılama değerleri yaklaşık olarak $41 \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 'dir. K tipi termokupl kabloları, ortalama -200°C ile 1250°C arasındaki sıcaklıkları ölçmek için kullanılır. Bu kablolarda kullanılan alaşımın özellikleri, sıcaklık değerlerinin 0 ile 1100 santigrat derece arasında olduğunu ve ani sıcaklık değerlerinin aralığının -180 ile $+1300$ santigrat derece arasında olduğunu göstermektedir. K tipi termokupl kablolarda hata payı sınıfı 375°C ile 1000°C arasında $\pm 0,004 \times T$ santigrat derecesi olarak bilinir. Bu değerler arasında sıcaklık iletmesi ve hem sürekli hem de ani sıcaklık değişimlerini ölçebilirler. K tipi termokupl kablolarının üretimi, alaşımlı metal ve alaşımlı teller gibi malzemelerin özel koruyucu kılıflarla kaplanarak kablo haline getirilmesiyle gerçekleştirilir. Bu koruyucu kılıflar, kabloyu mekanik darbelere ve diğer fiziksel hasarlara karşı korur. Ayrıca, çıplak tel olarak kullanımı pek yaygın değildir ve tercih edilmez. Sonuç olarak, K tipi termokupl kablolar, endüstriyel sıcaklık ölçümleri için güvenilir ve ekonomik bir seçenektir. Yüksek sıcaklık ölçümlerinde kullanılabilecekleri için pek çok sektörde yaygın olarak kullanılırlar.

4.1.3 Güç kaynağı-voltaj regülatörü

Voltaj regülatörü alternatif veya doğru akım kullanılan şebekelerde voltajın düzensiz olduğu veya istenen voltaj değerinin sağlanmadığı yerlerde kullanılır. Voltaj regülatörü voltajı sabitleyerek voltajda oluşabilecek dalgalanmaları önüne geçmektedir. Voltaj regülatörü kullanılarak uygun test şartları sağlanmış olup testlerde Resim 4.2'de belirtilen PMI marka voltaj regülatörü kullanılmıştır.



Resim 4.2. Kullanılan güç kaynağı görseli

4.1.4. Güç analizörü

Güç kaynağından belirlenen voltaj değeri ve frekans değerlerinin testler esnasında ürünün ne kadar güç çektiği ve güç tüketim değerleri, çekilen amper ve test süresinin belirlenmesi adına kullanılan güç analizörü ile özellikle tüketilen güç değerlerini yüksek doğruluk ve hassasiyet ile vermektedir. Testlerde Resim 4.3'te belirtilen Ainuo marka güç analizörü kullanılmıştır.



Resim 4.3. Güç analizörü

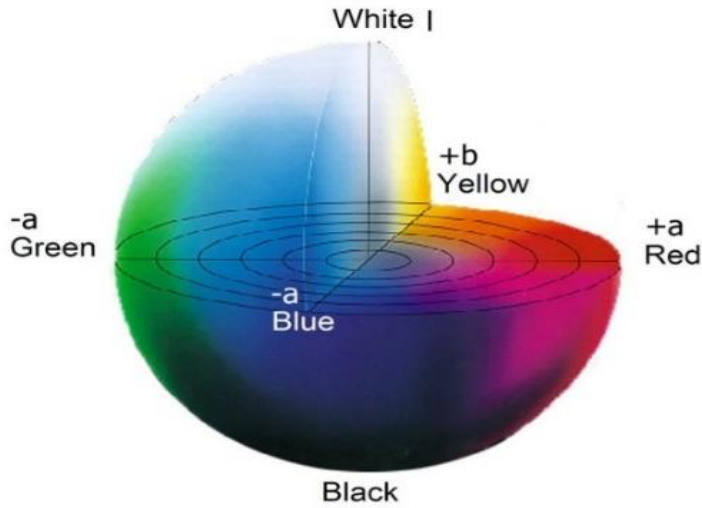
4.1.5. Renk ölçüm cihazı

Taşınabilir veya sabit olan bu cihazlar 8° ve 45° geometrilili bir spektrofotometredir. $L^*a^*b^*$ renk uzayında hedef verilen değere uzak veya yakın olduğu değeri veri olarak verir.

$L^*a^*b^*$ renk uzayı nedir?

$L^*a^*b^*$ renk uzayı, insan gözünün renkleri algılama şekline dayanan bir renk sistemi olarak kullanılır. Renkleri tanımlamak için üç bileşen kullanılır: L (lightness), a (red-green axis) ve b (yellow-blue axis). L bileşeni, renkli nesnenin siyah-beyaz tonunun yoğunluğunu belirlerken, a ve b bileşenleri renkteki kırmızı-yeşil ve sarı-mavi tonlarını belirler. $L^*a^*b^*$ renk uzayı, renk farklılıklarını belirlemek için sıklıkla kullanılır. Örneğin, renk eşleştirmesi yapan bir cihazın ayarlarını yaparken, iki renk arasındaki farkı belirlemek için $L^*a^*b^*$ renk değerleri kullanılır. $L^*a^*b^*$ renk uzayı, ilk olarak 1940'larda Richard Hunter tarafından geliştirilmiştir. Hunter, insan gözünün renkleri nasıl algıladığını matematiksel olarak simüle edebilmek amacıyla bu renk uzayını oluşturmuştur. Ancak, Lab^* değerleri hiçbir zaman resmi bir uluslararası standart olarak kabul edilmedi. IE (Commission Internationale de l'Eclairage), $L^*a^*b^*$ renk uzayının güncellenmiş bir versiyonu olan CIELab*'ı yayınladı. CIELab* renk uzayı, renk farklılıklarını belirlemek için sıklıkla kullanılır ve Lab^* renk uzayından daha doğru sonuçlar verir. CIE $L^*a^*b^*$ renk uzayı, renkleri tanımlamak için aynı üç bileşeni kullanır: L (lightness), a (red-green axis) ve b (yellow-blue axis). Bunu telaffuz etmenin doğru yolu “see-lab” ya da “L-yıldız, a-yıldız, b-yıldız” dır, ancak bazı uygulamalar ve araçlar buna kolayca L, a, b veya Lab adını verir.

- L^* – Açıklık (lightness) koordinatı ($L^*=0$ siyahı gösterir ve $L^*=100$ beyazdır)
- a^* – kırmızı/yeşil koordinatıdır, $+a^*$ kırmızıyı, $-a^*$ ise yeşili belirtir.
- b^* – sarı/mavi koordinatıdır ve $+b^*$ sarıyı, $-b^*$ ise maviyi belirtir.



Şekil 4.1. Hurterlab renk uzayı

4.1.6. Dijital kumpas

Piştirme testlerinde piştirilen küçük kek boyları, yağsız kek, elmalı turta kabuk kalınlıkları gibi milimetrik hassas değerler Resim 4.4'te belirtilen Mitutoyo marka dijital kumpas ile ölçülmüştür.



Resim 4.4. Mitutoyo marka kumpas

4.1.7.Yüzey ısı probu

60335-2-6 madde 11.101'e göre yapılan yüzey ısı testlerinde kapı camı, panel, düğme ve kulp gibi müşterinin temas etmesi muhtemel yerlerin sıcaklık değerleri Resim 4.5'te termometre bağlantılı hassas prob ile ölçülmüştür.



Resim 4.5. Hassas yüzey ısı probu

4.2 Ankastre Fırında Güvenlik ve Performans Testleri

Ankastre Fırınlarda 60335-1 ve 60335-2-5 standardına göre güvenlik testleri; Ankastre Fırınlarda performans ve güvenlik testleri birçok ülkede geçerli olan TS EN 60335-1; Güvenlik kuralları- Ev ve Benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için bölüm 1: Genel Kurallar ve TS EN 60335-2-6 Güvenlik Kuralları- ev ve benzeri yerlerde kullanılan elektrikli cihazlar için- bölüm 2.6: Sabit ocaklı fırınlar, ocaklar, fırınlar ve benzeri cihazlar için özel kurallar standart gereğince ankastre fırında kullanıcı güvenliği sağlamak adına testler yapılmaktadır.

4.2.1. Madde 8 canlı uçlara erişim testi

Güvenlik standartı gereğince Cihazlar, gerilimli bölümlere rastgele temasa karşı yeterli koruma bulunacak biçimde imal edilmeli ve mahfaza içine alınmalıdır. EN 61032'deki şekil 4.2'de gösterilen B deney sondası ve resim 4.6 'de gösterilen sonda 18, cihaz mümkün olan bütün konumlarda tutularak 1 N'yi aşmayan bir kuvvet ile Resim 4.7'de gösterilen şekilde test yapılır. Açıklıklar boyunca, deney sondası sondanın izin verdiği derinliğe kadar uygulanır ve herhangi bir konuma sokma sırasında ve sonrasında döndürülür ve açılır. Açıklık sondanın girmesine izin vermezse, düz konumunda bulunan sondaya uygulanan kuvvet B sondası kullanıldığında 20 N'a veya sonda 18 kullanıldığında ise 10 N'a çıkarılır.

Bundan sonra sonda açıklığa girerse, deney açılı konumdaki sonda ile tekrarlanır. Bununla birlikte deney sondası 18 kullanıldığında cihaz herhangi bir bölümü çıkarılmaksızın normal kullanmada olduğu gibi tamamen monte edilmeli, kullanıcı bakımı için çıkarılması amaçlanan bölümler çıkarılmamalıdır (IEC 60335-1).



Şekil 4.2. Deney Sondası B



Resim 4.6. Deney Sondası 18



Resim 4.7. Hareketli bölümlere erişim test görseli

Her iki mafsalsal, aynı düzlem içerisinde ve aynı yönde 0 ile +10°'lık bir tolerans 90°'lik açı boyunca harekete izin vermelidir. Bu sonda tehlikeli bölümlere erişime karşı temel korumanın doğrulanması amaçlanır. Ayrıca parmak ile erişime karşı korumanın doğrulanması için de kullanılır. 60335-2-6'da bulunan madde 8.1.2 IEC 61032 Şekil 4.3'te gösterilen test probu 12, çatal veya benzer sivri bir nesne tarafından normal kullanımda yanlışlıkla dokunulabilecek parçalara kayda değer bir güç uygulanmadan uygulanır. Canlı parçalara dokunmak mümkün değildir.



Şekil 4.3. Test Probu 12



Resim 4.8. Test görseli

Çizelge 4.2. 13'nolu Test probu ölçü parametreleri

Parametreler	MT-I09E 13No'lu Deney Sondası
Çubuk Ucu Çapı	$\text{Ø}3\pm0.05 \text{ mm}$
Çubuk Çapı	$\text{Ø}4\pm0.05 \text{ mm}$
Çubuk Uzunluğu	$15\pm0.10 \text{ mm}$
Stoper kalınlığı	4mm
Stoper Çapı	$\text{Ø}25\pm0.2 \text{ mm}$
Tutamak Çapı	$\text{Ø}10 \text{ mm}$
Tutamak Uzunluğu	20 mm

8.1.3 maddesinde ise IEC 61032 test probu 41, yalnızca fırının veya ızgara bölmesinin üst kısmında bulunan göz alıcı şekilde parlayan ısıtma elemanlarına uygulanır. Kızaran sıcak elemanlara erişime karşı korumanın doğrulanması amacıyla tasarlanmıştır.

Çizelge 4.3. 41'nolu Test Probu Ölçü Parametreleri

Parametreler	MLT-I16-41 No'lu Deney Sondası
Çubuk Çapı	$\text{Ø}30\pm0.05 \text{ mm}$
Koni Uzunluğu	21.050-0,05
Toplam Çubuk Uzunluğu	$80\pm0.2 \text{ mm}$
Tutamak Çapı	$\text{Ø}50\pm0.2 \text{ mm}$
Tutamak Uzunluğu	80 ± 1

Tasarlanan FKS 'ye yapılan Resim 4.10'da gösterilen güvenlik testinde standartlar gereğince herhangi bir sorun görülmemiştir, testten başarı bir şekilde geçtiği görülmüştür.



Resim 4.9. Test Probu 41



Resim 4.10. Test görseli

4.2.2. Madde 11 ısınma testi

11.1 Normal kullanmada cihazlar ve çevreleri, aşırı sıcaklıklara erişmemelidir. Ankastre fırında kullanım sırasında kullanıcı temas edeceği muhtemel bölgelerde kapı, ön panel ve tutamak gibi parçalar standartların belirlediği limit değerlerin altında olmalı. Kullanıcının temas ettiği yüzeylerde oluşan yüksek sıcaklıktan dolayı elleri yanmamalı. Bu kurala uygunluk açısından 60335-2-6 da madde 11.101'deki deney şartları yerine getirilerek fırın cam, panel ve tutamak değerleri ölçülür (IEC 60 335-2-6).

4.2.3. Madde 11.101 yüzey ısı testi

Kullanıcının ankastre fırın çalışırken kazaen ya da bilinçli olarak temas edebileceği belli noktalarda cam, panel ve tutamakların belirli sıcaklıkları geçmemesi gereklidir. Bundan dolayı madde 11.101'de belirtilen şartlarda yüzey ısı testi yapılarak kullanıcı güvenliğini tehlikeye atacak durumlar gözlenmeye çalışılır.

Piştirme aralıkları standartta belirtilen şekilde yerleştirilir. Ancak yerde duracak cihazlar, arkaları test köşesinin duvarlarından birine karşı olacak ve diğer duvardan uzakta olacak şekilde yerleştirilmelidir. Standartta belirtildiği gibi, cihazın yanlarından birine dikdörtgen bir kutu yerleştirilir. Cihaz nominal gerilimde beslenir ve normal çalışma sırasında çalışır. Normal kullanım sırasında aynı anda şebeke elektriğine bağlanabilen ızgaralar dışındaki tüm ısıtma üniteleri açılır. Basınçlı buharlı fırınlar ve atmosferik buharlı fırınlar, en yüksek ayara ayarlanmış kontroller ile her bir buhar modun da çalışır. Diğer fırınlar ise fırının dikey merkezine en yakın raf desteklerinde bulunan ızgara rafından farklı aksesuarlar olmadan çalışır. Fırının ortasındaki ortalama sıcaklık $200^{\circ}\text{C} \pm 4^{\circ}\text{C}$ 'de tutulur.

Isıtma çekmeceleri ve benzer bölmeler, kontroller en yüksek ayara ayarlanmış şekilde çalıştırılır. Basınçlı buhar fırınları ve atmosferik buhar fırınları 30 dakika diğer cihazlar 60 dakika boyunca veya sabit koşullar sağlanana kadar (hangisi daha kısaysa) çalıştırılır. Sıcaklık artışı ölçülmez (IEC 60 335-2-6).

- Çıkarılabilir bir muhafaza ile korunmadığı sürece, yarım küre uçlu 75 mm çaplı bir probun erişemediği yüzeyler;
- Ocak yüzeyi seviyesinin 25 mm altında veya ocak yüzeyi üzerinde olan piştirme aralığı yüzeyleri;
- Fırın delikleri, menteşeler ve ince şerit metal gibi erişilebilir yüzeyin genişliğinin 10 mm'den az olduğu küçük parçalar;
- Fırın kapağının kenarından 10 mm uzaklıkta olan yüzeyler.
- Test sırasında, yüzeylerin sıcaklık artışı çizelge 4.4, çizelge 4.5 veya çizelge 4.6' da belirtilen değerleri uygun şekilde aşmamalıdır.

Çizelge 4. 4. Erişilebilir yüzeyler için sıcaklık artış sınır seçenekleri

Yüzey	Sıcaklık Artışı ° K			
	Montaj sonrasında zeminden en fazla 850 mm yukarıda yer alan parçalar.		Montaj sonrasında zeminin 850 mm üzerinde yer alan parçalar	
	Fırın kapaklarının ön yüzeyleri	Diğer yüzeylere	Fırın kapaklarının ön yüzeyleri	Diğer yüzeylere
Çıplak Metal	33	42	45	45
Kaplamalı Metal ^b	37	49	55	55
Cam ve Seramik	46	56	60	60
Kalınlığı 0,4 mm'yi Aşan Plastik ^a	51	62	65	65

a) Kalınlığı 0,4 mm'yi aşan plastikler için belirtilen sıcaklık artış sınırı, 0,1 mm'den daha ince metal kaplamaya sahip plastik malzemeler için de geçerlidir.

b) En az 90 µm kalınlığa sahip bir kaplama emaye veya önemli ölçüde plastik olmayan bir kaplama kullanıldığında metal kaplanmış olarak kabul edilir.

c) Zeminden yüksekliği ne olursa olsun temizleme koşulları altında çalışan pirolitik kendi kendini temizleyen fırınların parçalarının sıcaklık artışı, kurulumdan sonra zeminden 850 mm'den daha yukarıda bulunan parçalar için belirtilen sıcaklık artışını 20 K'dır

Çizelge 4.5. Erişilebilir yüzeyler için sıcaklık artış seçenekleri

Yüzey ^b	Sıcaklık Artışı ° K			
	Montaj sonrasında zeminden en fazla 850 mm yukarıda yer alan parçalar.		Montaj sonrasında zeminin 850 mm üzerinde yer alan parçalar	
	Fırın kapaklarının ön yüzeyleri	Diğer yüzeylere	Fırın kapaklarının ön yüzeyleri	Diğer yüzeylere
Çıplak Metal	40	45	45	45
Kaplamalı Metal ^c	45	55	55	55
Cam ve Seramik	55	60	60	60
Kalınlığı 0,4 mm'yi Aşan Plastik ^a	60	65	65	65

a) Sıcaklık artış sınırı, 0,1 mm'den daha ince metal kaplamalı plastik malzemeler için de geçerlidir.

b) Kalınlığı 0,4 mm'yi aşan plastikler için belirtilen sıcaklık artış sınırı, 0,1 mm'den daha ince metal kaplamaya sahip plastik malzemeler için de geçerlidir.

c) En az 90 µm kalınlığa sahip bir kaplama emaye veya önemli ölçüde plastik olmayan bir kaplama kullanıldığında metal kaplanmış olarak kabul edilir.

d) Temizlik koşulları altında çalışan ve zeminden yükseklikten bağımsız olarak, pirolitik kendi kendini temizleyen fırınların parçalarının sıcaklık artışı, kurulumdan sonra zeminden 850 mm'den daha yukarıda bulunan parçalar için belirtilen değerlerden daha yüksek olamaz. Bu değerlere erişemiyorsa sıcaklık artışı bu değerlerin iki katından fazla olamaz. Bu durumda IEC 60417-5041 (2002-10) sembolü en az 12 mm yükseklikle işaretlenmelidir. Cihaz pirolitik kendi kendini temizleme modun da iken cihazın ön tarafından görülebilir.

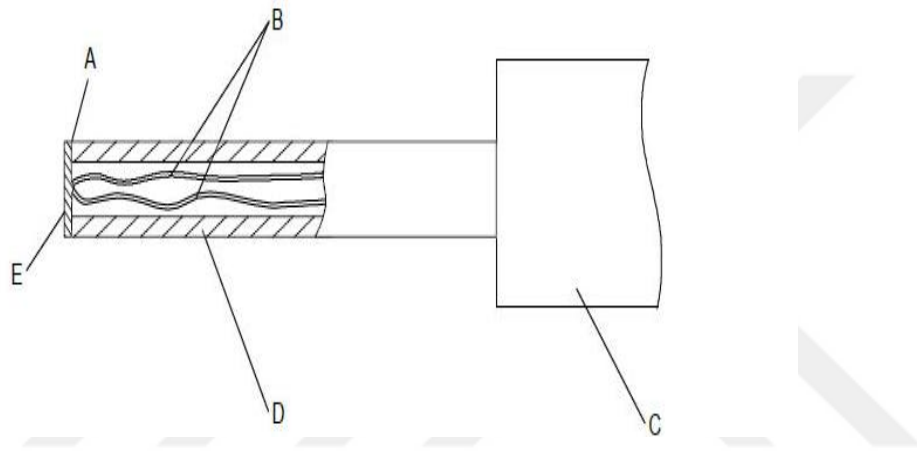
Çizelge 4.6. Erişilebilir yüzeyler için sıcaklık artış seçenekleri

Yüzey b	Sıcaklık Artışı d K	
	Montaj sonrasında zeminden en fazla 850 mm yukarıda yer alan parçalar.	
	Fırın kapaklarının ön yüzeyleri	Diğer yüzeylere
Çıplak Metal	40	45
Kaplamalı Metal c	45	55
Cam ve Seramik	55	60
Kalınlığı 0,4 mm'yi Aşan Plastik a	60	65
a) Sıcaklık artış sınırı, 0,1 mm'den daha ince metal kaplamalı plastik malzemeler için de geçerlidir) Kalınlığı 0,4 mm'yi aşan plastikler için belirtilen sıcaklık artış sınırı, 0,1 mm'den daha ince metal kaplamaya sahip plastik malzemeler için de geçerlidir. c) En az 90 µm kalınlığa sahip bir kaplama emaye veya önemli ölçüde plastik olmayan bir kaplama kullanıldığında metal kaplanmış olarak kabul edilir. d) Temizlik koşulları altında çalışan ve zeminden yükseklikten bağımsız olarak, pirolitik kendi kendini temizleyen fırınların parçalarının sıcaklık artışı, kurulumdan sonra zeminden 850 mm'den daha yukarıda bulunan parçalar için belirtilen değerlerden daha yüksek olamaz. Bu değerlere erişemiyorsa sıcaklık artışı bu değerlerin iki katından fazla olamaz. Bu durumda IEC 60417-5041 (2002-10) sembolü en az 12 mm yükseklikle işaretlenmelidir. Cihaz pirolitik kendi kendini temizleme modundayken cihazın ön tarafından görülebilir		

Çizelge 4.4, Avustralya, Belçika, Danimarka ve Yeni Zelanda'da geçerlidir. Çizelge 4.5, Çek Cumhuriyeti, Finlandiya, Almanya, Hollanda, Norveç, İsveç, İsviçre, Türkiye ve Birleşik Krallık 'ta geçerlidir. Çizelge 4.6 diğer ülkeler için geçerlidir.

Fırın kapağı bir muhafaza ile korunuyorsa, fırın kapılarının ön yüzeyi için uygun şekilde Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 veya Çizelge 4.6'daki sıcaklık artış sınırları muhafaza için geçerlidir. Bununla birlikte, muhafaza çıkarılabilir bir muhafazaysa Çizelge 4.4, Çizelge 4.5 veya Çizelge 4.6'daki sıcaklık artış sınırları, diğer yüzeyler için uygun şekilde, fırın kapısının koruyucu tarafından korunan parçaları için geçerlidir. Çalışma yüzeyinde kullanılmak üzere tasarlanmış fırınlar için zeminden 850 mm'den daha yukarıda bulunan parçalar için belirtilen ilgili çizelge 4.4'teki sıcaklık artış sınırları geçerlidir.

Fırın ızgara için kullanılabilirse ve talimatlar, ızgara kapağının kapatılması gerektiğini belirlerse test tekrarlanır ancak fırın talimatlarına uygun kontroller ayarlanmış olarak ızgara modun da çalışırken test tekrarlanır. Izgara, madde 11'e uygun olarak 30 dakika boyunca çalıştırılır. Ancak fırının dönen bir şiş varsa test süresi 60 dakikadır ve kontrol sistemi talimatlarda belirtilen en olumsuz koşulları verecek şekilde ayarlanmıştır. Ölçümler yalnızca fırın kapılarının ön yüzeyi için sıcaklığın arttığı yüzeyler üzerinde gerçekleştirilir. Düz yüzeyler için, sıcaklık artışları şekil 4.4'te gösterilen yüzey sıcaklık probu kullanılarak ölçülür. Prob ile sıcaklık alınan noktalara $4\text{ N} \pm 1\text{ N}$ kuvvet uygulanır (IEC 60 335-2-6).



Şekil 4.4. Yüzey ısı probu

Yüzey ısı probu için açıklayıcı ve basitleştirilmiş tanımlar;

A: yapıştırıcı

B: termokupl tel 0,3 mm çapında IEC 60584-1 K tipi (kromel-alumel)

C: $4\text{ N} \pm 1\text{ N}$ 'luk bir temas kuvvetine izin veren tutacak

D: Polikarbonat boru; iç çap 3 mm, dış çap 5 mm

E: yassı kalaylı bakır disk: 5 mm çapında, 0,5 mm kalınlığında

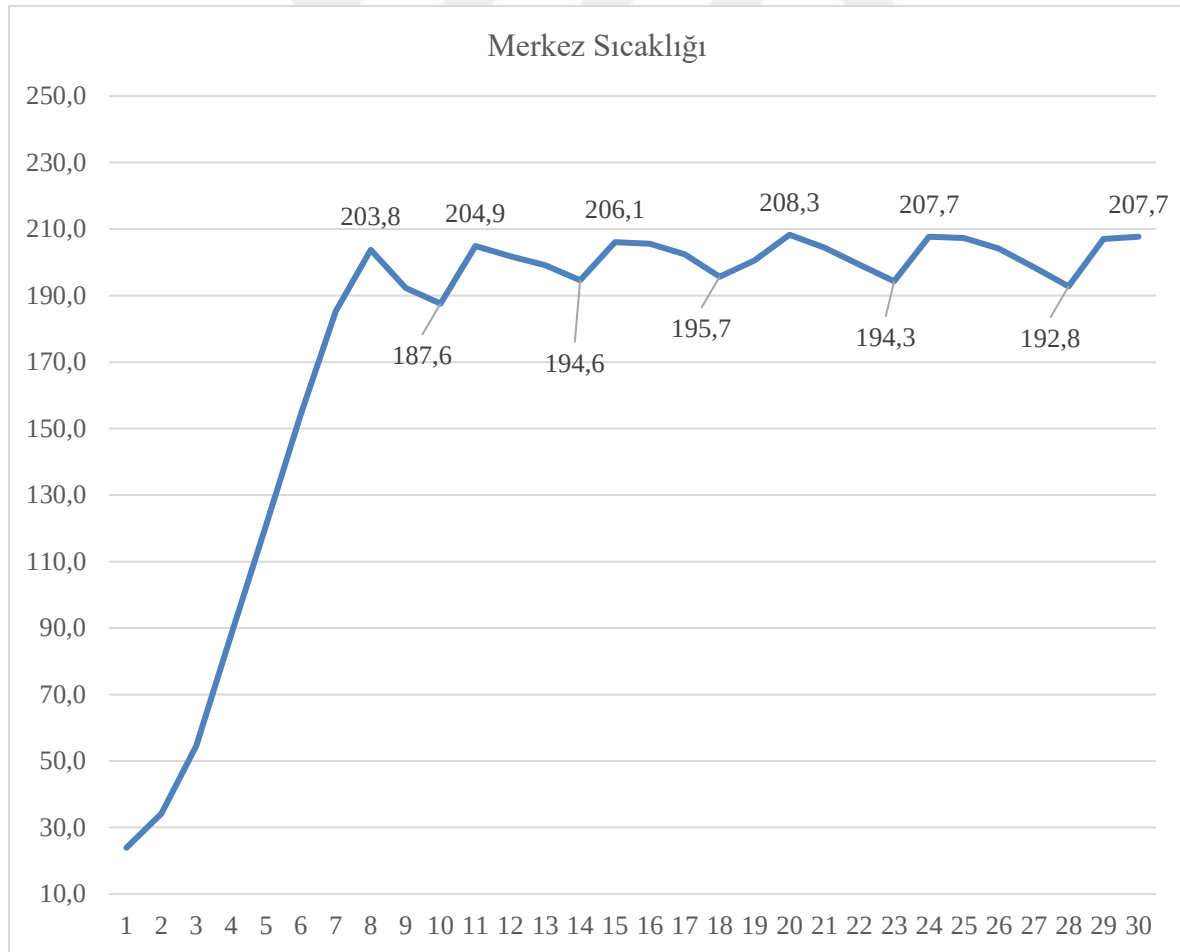
Maxi Grill + Fan fonksiyonda Yüzey Isı Testi

Bu test, Durum 1 FKS İçin Maxi Grill Fan fonksiyonda 11.101' e göre aşağıdaki tabloda belirlenen bölgeler dahilinde fırın yüzey sıcaklık haritasını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Çizelge 4.7. Durum 1 fks maxi grill fan fonksiyonda yüzey ısı test ölçüm sonuçları

		Maxi Grill Fan Fonksiyon (50 Hz)	
Test voltage / Test gerilimi (V)		240 V	
Ambient / Ortam (°C)		23 °C	
Oven Center Temp./ Fırın Sıcaklığı (°C)		200 °C	
Frequency/Frekans (Hz)		50 Hz	
Thermocouple locations / Termokupl Konumu	Max. dT(K) /Azami	Measurement / Ölçülen dT(K)	Test Sonucu
İnox Ön Panel (Bare metal)	-	-	-
Cam Kapı	55	48	UYGUN
Cam Ön Panel	45	16	UYGUN
Düğme	45	4.6	UYGUN
Kulp	40	4	UYGUN

Limit değerleri EN 60335-2-6 Çizelge 4.5'e göre Finlandiya, Almanya, Hollanda, UK, Türkiye, İsveç, Norveç, İsviçre ülkeler dahilinde hazırlanmıştır.



Şekil 4.5. Durum 1 fks maxi grill fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği

Standart gereği belirtilen yerlerden alınan sıcaklık değerleri Resim 4.11’de gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Resim 4.11. Durum 1 fks maxi grill fan fonksiyon için cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı (f)

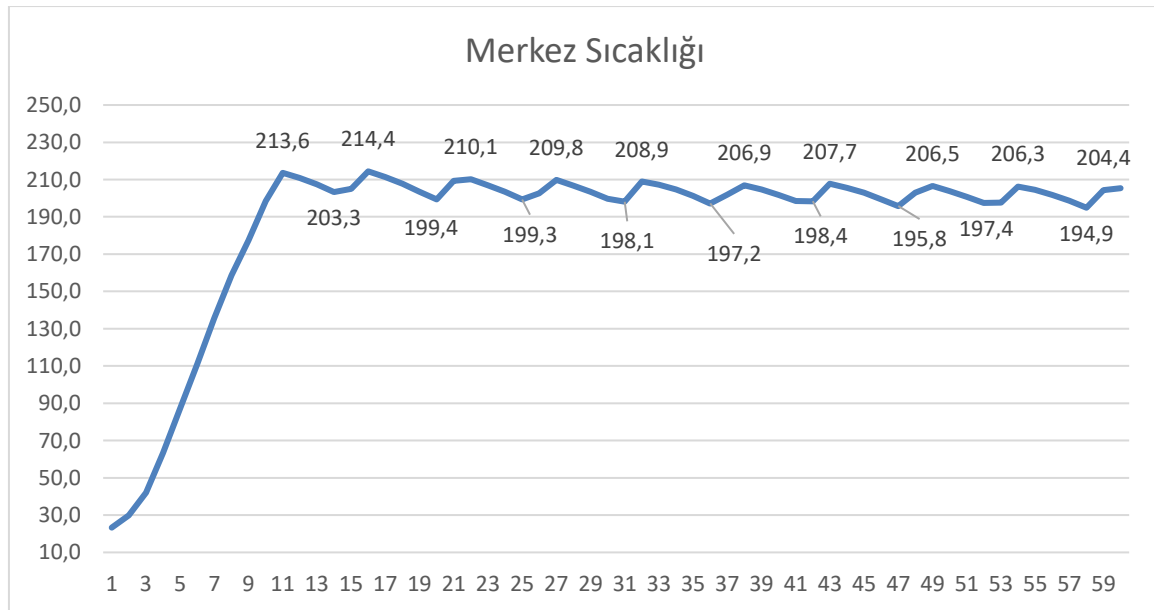
Elektro Turbo Fan Fonksiyon Yüzey Isı Testi

Bu test, Durum 1 FKS İçin Elektro Turbo Fan fonksiyonda 11.101' e göre aşağıdaki tabloda belirlenen bölgeler dahilinde fırın yüzey sıcaklık haritasını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Çizelge 4.8. Durum 1 fks elektro turbo fan fonksiyon yüzey ısı test ölçüm sonuçları

		Elektro Turbo Fan Fonksiyon (50 Hz)	
Test voltage / Test gerilimi (V)		240 V	
Ambient / Ortam (°C)		23 °C	
Oven Center Temp./ Fırın Sıcaklığı (°C)		200 °C	
Frequency/Frekans (Hz)		50 Hz	
Thermocouple locations / Termokupl Konumu	Max. dT(K) /Azami	Measurement / Ölçülen dT(K)	Test Sonucu
İnox Ön Panel (Bare metal)	-	-	-
Cam Kapı	55	47	UYGUN
Cam Ön Panel	45	21	UYGUN
Düğme	45	8	UYGUN
Kulp	40	11.3	UYGUN

Limit değerleri EN 60335-2-6 Çizelge 4.5'e göre Finlandiya, Almanya, Hollanda, UK, Türkiye, İsveç, Norveç, İsviçre ülkeler dahilinde hazırlanmıştır.



Şekil 4.6. Durum 1 fks elektro turbo fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği

Standart gereği belirtilen yerlerden alınan sıcaklık değerleri Resim 4.12’de gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Resim 4.12. Durum 1 fks elektro turbo fan fonksiyon için cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı(f)

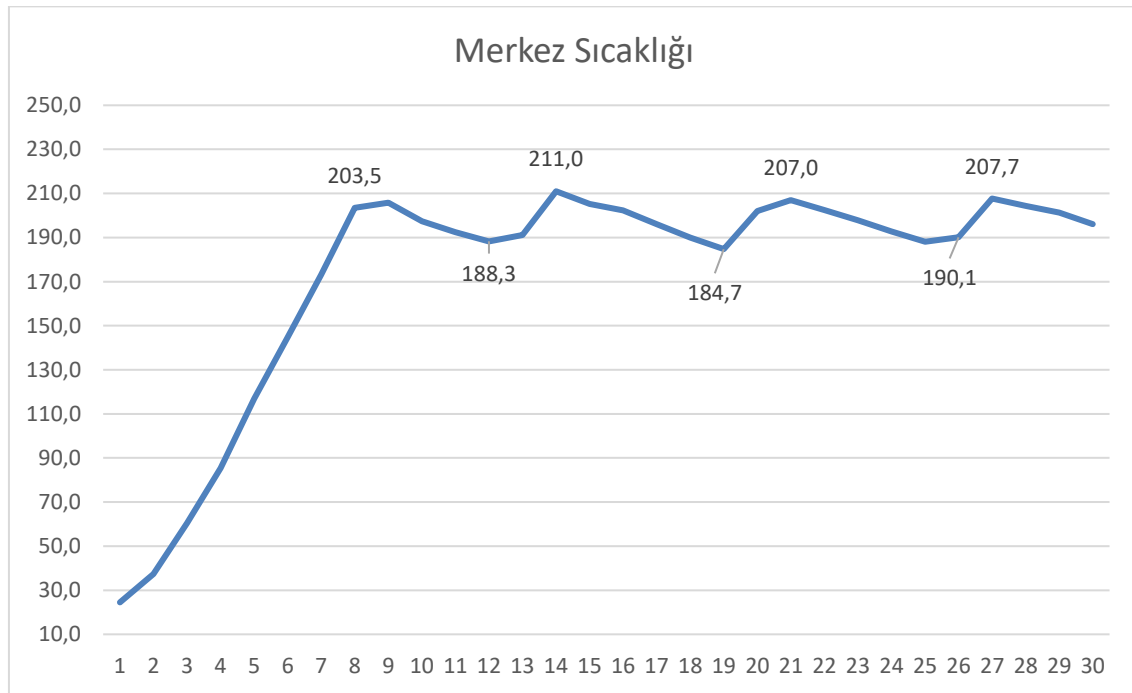
Maxi Grill + Fan fonksiyonda Yüzey Isı Testi

Bu test, durum 2 FKS İçin Maxi Grill Fan fonksiyonda 11.101' e göre aşağıdaki tabloda belirlenen bölgeler dahilinde fırın yüzey sıcaklık haritasını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Çizelge 4.9. Durum 2 fks maxi grill fan fonksiyonda yüzey ısı test ölçüm sonuçları

		Maxi Grill Fan Fonksiyon (50 Hz)	
Test voltage / Test gerilimi (V)		240 V	
Ambient / Ortam (°C)		23 °C	
Oven Center Temp./ Fırın Sıcaklığı (°C)		200 °C	
Frequency/Frekans (Hz)		50 Hz	
Thermocouple locations / Termokupl Konumu	Max. dT(K)	Measurement / Ölçülen dT(K)	Test Sonucu
İnox Ön Panel (Bare metal)	-	-	-
Cam Kapı	55	44,6	UYGUN
Cam Ön Panel	45	17,7	UYGUN
Düğme	45	6	UYGUN
Kulp	40	10,1	UYGUN

Limit değerleri EN 60335-2-6 Çizelge 4.5'e göre Finlandiya, Almanya, Hollanda, UK, Türkiye, İsveç, Norveç, İsviçre ülkeler dahilinde hazırlanmıştır.

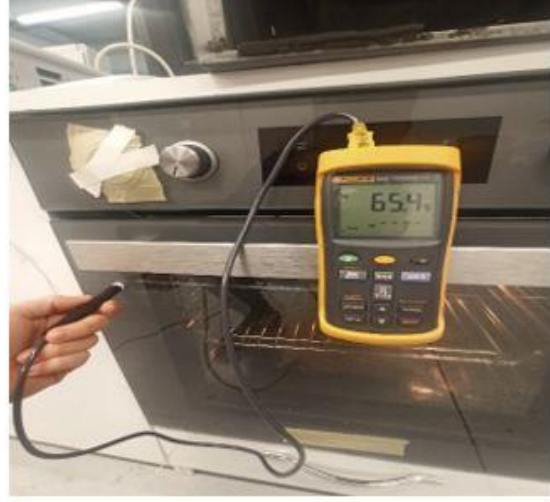


Şekil 4.7. Durum 2 fks maxi grill fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği

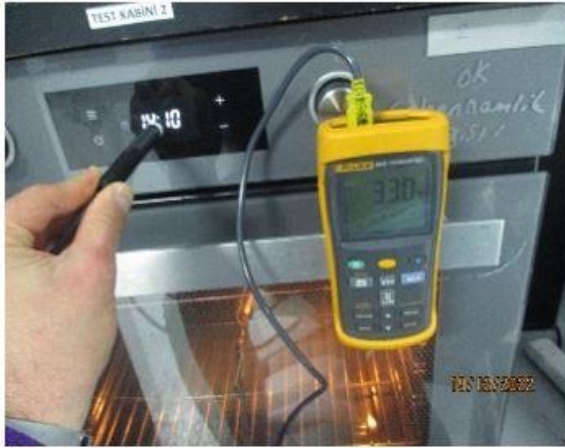
Standart gereği belirtilen yerlerden alınan sıcaklık değerleri Resim 4.13'te gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

Resim 4.13. Durum 2 fks maxi grill fonksiyon için Cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı (f)

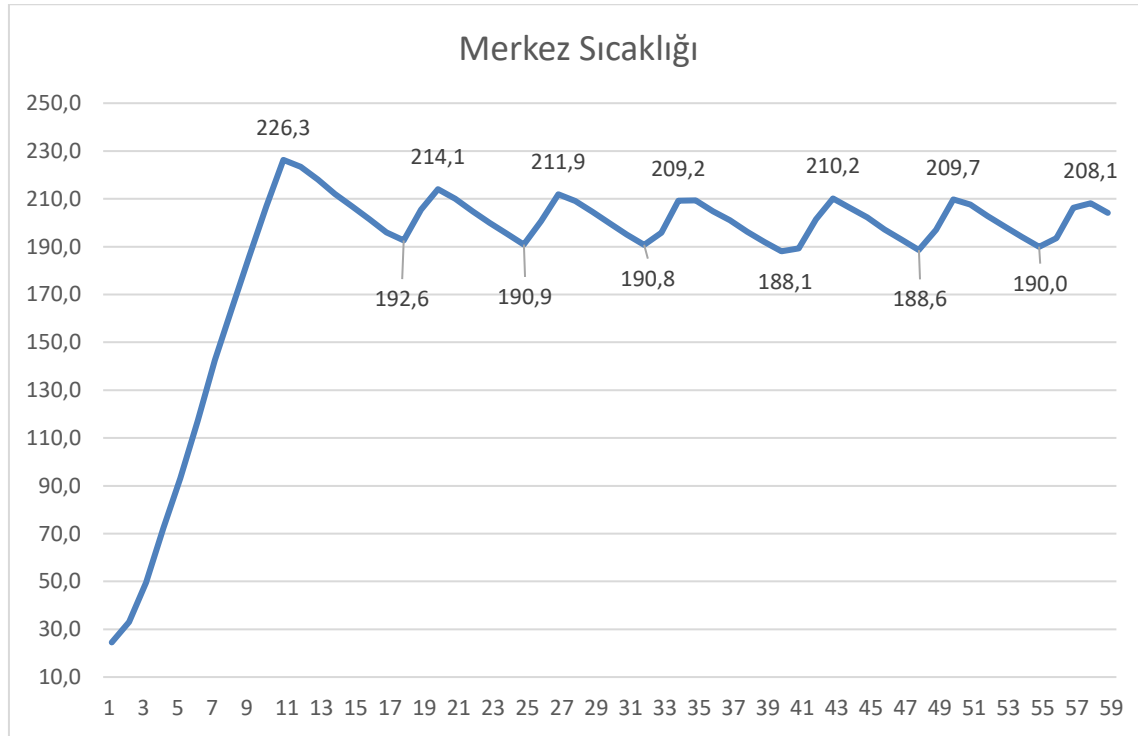
Elektro Turbo + Fan fonksiyonda Yüzey Isı Testi

Bu test, durum 2 FKS İçin elektro turbo fan fonksiyonda 11.101' e göre aşağıdaki tabloda belirlenen bölgeler dahilinde fırın yüzey sıcaklık haritasını belirlemeyi amaçlamaktadır.

Çizelge 4.10. Durum 2 elektro turbo fan fonksiyonda yüzey ısı test ölçüm sonuçları

		Elektro Turbo Fan Fonksiyon (50 Hz)	
Test voltage / Test gerilimi (V)		240 V	
Ambient / Ortam (°C)		23 °C	
Oven Center Temp./ Fırın Sıcaklığı (°C)		200 °C	
Frequency/Frekans (Hz)		50 Hz	
Thermocouple locations / Termokupl Konumu	Max. dT(K) /Azami	Measurement / Ölçülen dT(K)	Test Sonucu
İnox Ön Panel (Bare metal)	-	-	-
Cam Kapı	55	48,5	UYGUN
Cam Ön Panel	45	22,5	UYGUN
Düğme	45	9,5	UYGUN
Kulp	40	8,8	UYGUN

Limit değerleri EN 60335-2-6 Çizelge 4.5'e göre Finlandiya, Almanya, Hollanda, UK, Türkiye, İsveç, Norveç, İsviçre ülkeler dahilinde hazırlanmıştır.



Şekil 4.8. Durum 2 fks elektro turbo fan fonksiyon yüzey ısı fırın merkez sıcaklık grafiği

Standart gereği belirtilen yerlerden alınan sıcaklık değerleri Resim 4.14'te gösterilmiştir.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

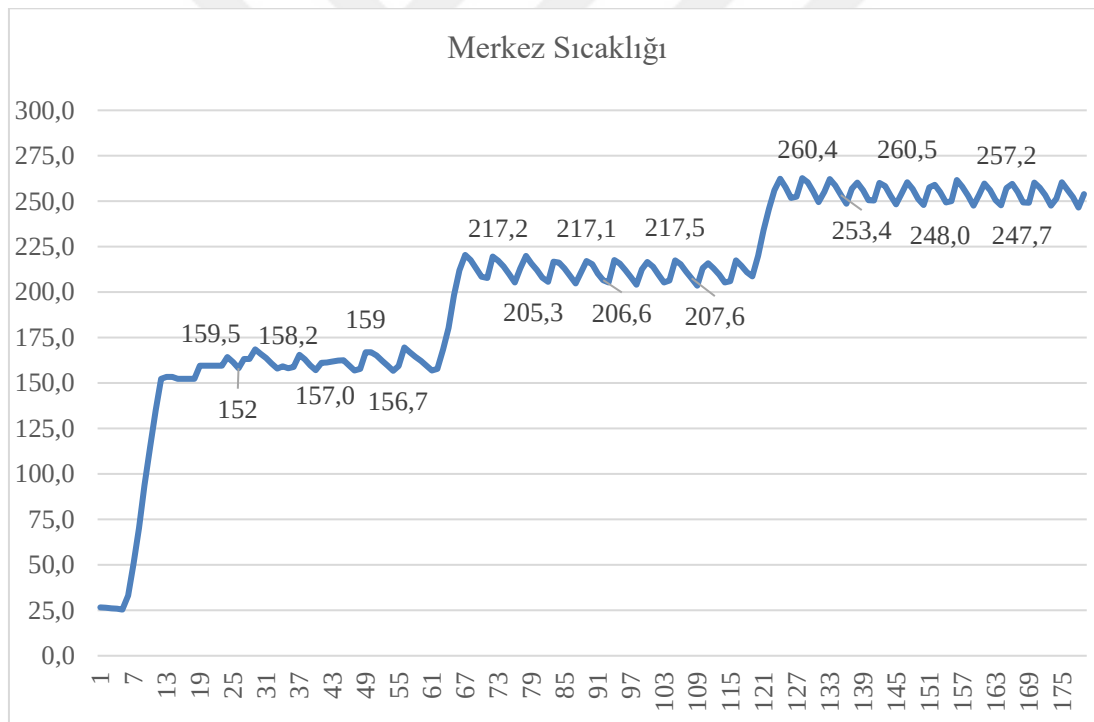
Resim 4.14. Durum 2 fks elektro turbo fan fonksiyon için Cam sıcaklığı (a), panel sıcaklığı (b, c, d), düğme sıcaklığı (e), kulp sıcaklığı (f)

4.2.4. Merkez sıcaklıklarının karşılaştırılması

Fan koruma sacına bağlı olarak fırın merkez sıcaklıkları fırın düğmesini panelde belirtilen değerdeki konumuna getirildiğinde ayarlanan sıcaklık ile merkez sıcaklığının birbirine paralel olması beklenir. Fırında kullanılan termostatların belli bir ölçü toleransları vardır. Bu tolerans 3°C ila 6°C arasındadır, bu toleransın daha fazla çıkması fan koruma sacının yapısal tasarımına bağlı olarak değişmektedir. Fırın Merkez sıcaklığı fırının iç sıcaklığının belirlenen sıcaklıklarda kararlı hale gelmesi ile ölçülür.

Aşağıda tablolarda durum 1 FKS ve durum 2 FKS'nin merkez sıcaklıkları karşılaştırılmıştır.

Durum 1 FKS Elektro Turbo Fan Fonksiyonda ölçülmesi.

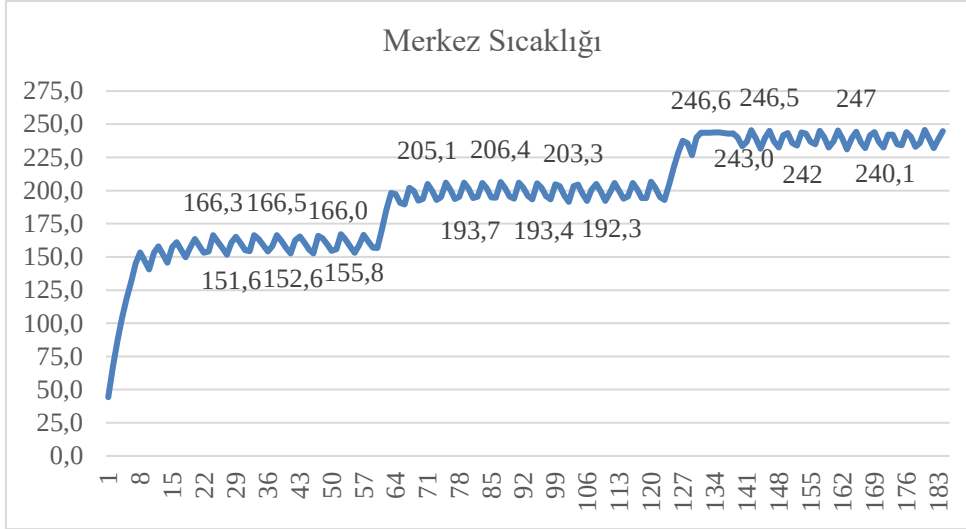


Şekil 4.9. Durum 1 elektro turbo fan fonksiyon fırın merkez sıcaklık grafiği

Çizelge 4.11. Durum 1 elektro turbo fan fonksiyon test ölçüm sonuçları

Ayarlanan Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
150	153
200	204,4
250	254,2

Durum 1 FKS Ring Fan Fonksiyonda ölçülmesi.

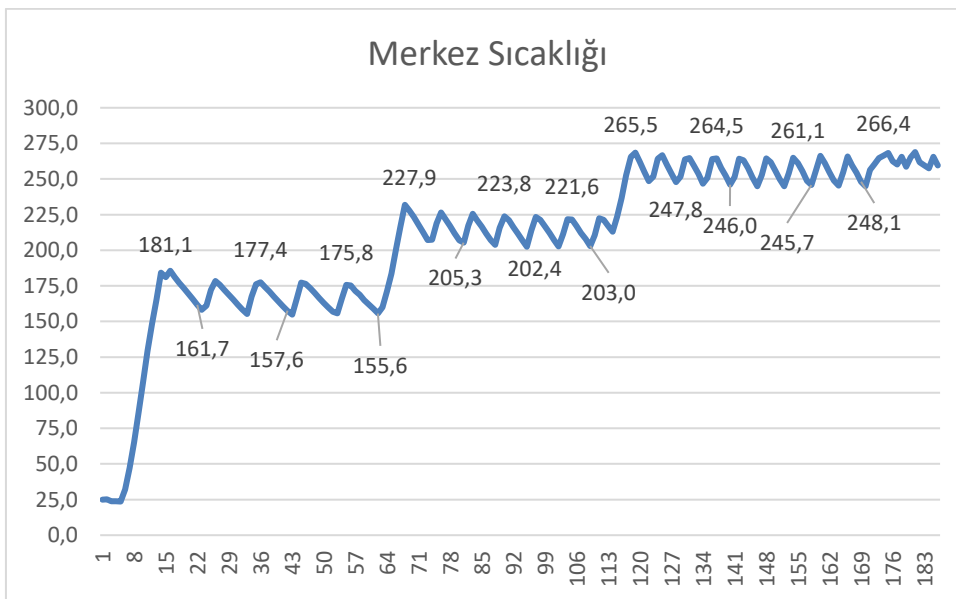


Şekil 4.10. Durum 1 fks ring fan fonksiyonda fırın merkez sıcaklık grafiği

Çizelge 4.12. Durum 1 fks Ring Test ölçüm sonuçları

Ayarlanan Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
150	155,6
200	198,8
250	246,4

Durum 2 FKS Elektro Turbo Fan Fonksiyonda ölçülmesi.

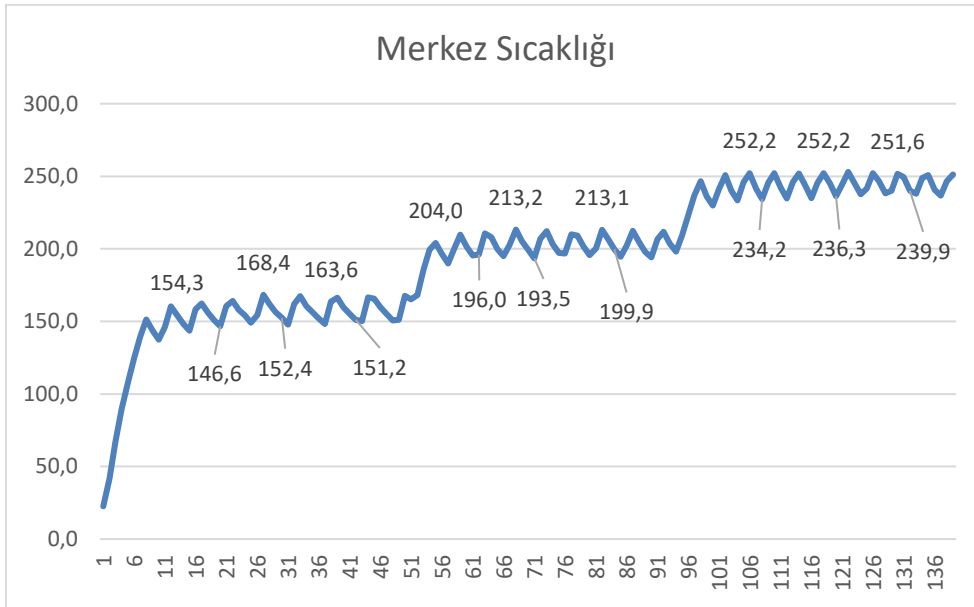


Şekil 4.11. Durum 2 fks elektro turbo fan fonksiyonda fırın merkez sıcaklık grafiği

Çizelge 4.13. Durum 2 fks elektro turbo fan test ölçüm sonuçları

Ayarlanan Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
150	167,0
200	214,3
250	256,7

Durum 2 FKS Ring Fan Fonksiyonda ölçülmesi.



Şekil 4.12. Durum 2 fks ring fan fonksiyonda fırın merkez sıcaklık grafiği

Çizelge 4.14. Durum 2 fks ring fan test ölçüm sonuçları

Ayarlanan Sıcaklık	Ortalama Sıcaklık
150	154,4
200	206,1
250	245

Durum 1 FKS ve Durum 2 FKS'ler karşılaştırıldığında durum 1'in durum 2'ye göre merkez sıcaklık değerlerinin daha tutarlı olduğu görülmüştür. Merkez Sıcaklığının değerinin ayarlanan sıcaklıktan yüksek ve düşük olması kullanıcıyı pişirmelerde yanıltabileceği düşünülmektedir. Ayarlanan sıcaklık ile merkez sıcaklık değeri enerji verimliliği testi koşullarında belirlenen toleransı geçmemesi istenmektedir.

4.2.5. Ankastre fırında TSE EN 60350-1 enerji verimliliği ve performans testleri

Ankastre fırınlarda enerji verimliliği testleri birçok ülkede geçerli olan IEC EN 60350-1 standardında belirtilen adımların sırayla yapılması ile ölçülmektedir. IEC EN 60350-1 standardı madde 8’de belirtilen test deneyinin amacı Ön ısıtma, kontrol düzenlerinin istenilen şartlara uygun olarak çalışması ve fırının enerji tüketimi açısından performansını değerlendirilmektedir.

Madde 8. Bir Yükü Isıtmak İçin Enerji Tüketimi ve Zaman

Madde 8.1 Enerji Verimlilik Testi

Bu testin amacı fırın, kombi buharlı fırın ve kombi mikrodalga fırında bir ısıtma fonksiyonunun veya bir eko fonksiyonunun bir yükünün ısıtılması için enerji tüketimini ve süreyi ölçmektir. Yük, herhangi bir gıdayı temsil eden suya doymuş bir tuğladır, örnek verilirse fırında et pişirme.

Madde 8.2 Semboller ve kısaltmalar

Çizelge 4.15. Testte kullanılan ana semboller

Tks	Bir düğme veya kontrol ekranı tarafından görüntülenen sıcaklık ayarı, s ayardır ve k = 1, 2, 3
To1, k, To2, k	1. faz veya 2. fazda ölçülen gözlemci sıcaklığı.
Ta1, k, Ta2, k	1. faz veya 2. fazda ölçülen ortam sıcaklığı.
Tc2, k	2. aşamada kavite merkezinde ölçülen sıcaklık
$\Delta T_{c2,1}$	Ortalama ortam arasındaki fark olarak ortalama sıcaklık artışı, Sıcaklık ve faz 2’de ölçülen kavite sıcaklığı
Tc2, k	2. aşamada kavite merkezinde ölçülen sıcaklık, yumuşatılmış
Tc2, k	2. aşamada kavite merkezindeki ortalama sıcaklık
T0	1. aşama veya 2. aşamanın başlama zamanı
İs	($\Delta T_{c2,1}$) ve (T c2, k)’yi hesaplamak için belirlenen başlangıç indeksi; İs fırın fonksiyonuna ve sıcaklık profiline bağlıdır.
Ck	1. fazda ve 2. fazda tüm fazda ölçülen gözlemci sıcaklıkları arasındaki oran (t0 ila tk)
Sk	Tüm fazın son 20 dakikasında faz 1 ve faz 2’de ölçülen gözlemci sıcaklıkları arasındaki oran (t0 ila tk)
ΔT_{ks}	2. aşamada kavite merkezindeki sıcaklık ayarı Tks ve ortalama sıcaklık Tc2, k arasındaki fark.
E ΔT_0	(ΔT_0)’da bir yükü ısıtmak için kWh cinsinden hesaplanan nominal enerji tüketimi
ΔT_0	Nominal sıcaklık artışı; Tüm ısıtma fonksiyonları ve eko fonksiyonlar için 165 K
T ΔT_0	Tüm ısıtma fonksiyonları veya eko fonksiyonlar için $\Delta T_0 = 165$ K’da bir yükü ısıtmak için s cinsinden hesaplanan nominal süre
Ek	İkisinden sonuncusu olduğunda, 1. aşamada ölçülen enerji tüketimi, Tuğladaki termokupllar 55 K’lık bir sıcaklık artışına ulaşır.
Tk	Tuğladaki iki termokuplun sonuncusu 55 K’lık bir sıcaklık artışına ulaştığında faz 1’de ölçülen süre, ayrıca faz 2 için de uygulanır

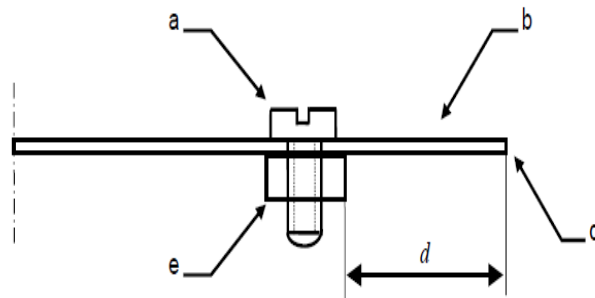
Madde 8.3 Test yükü

Madde 8.3.1 Genel

- Test yükü, resim 4.1.'de gösterildiği gibi, sıcaklık ölçümleri için iki delikli bir tuğla olacaktır. Tuğla kuru yoğunluğu $(550 \pm 40) \text{ kg/m}^3$
- Total gözenekliliği %77
- Kuru ağırlığı $(920 \pm 75) \text{ g}$
- Suyu emme miktarı $(1050 \pm 50) \text{ g}$
- Yükseklik $(64 \pm 0,5) \text{ mm}$

Madde 8.3.2 Ön işlem

Yeni bir tuğla, ilk kez kullanılmadan önce, 3 saat boyunca $\geq 175 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de cebri hava sirkülasyon fonksiyonlu yaklaşık 50 litre hacimli bir fırında kurutulmalıdır. Aynı fırında aynı anda ikiden fazla tuğla kurutulmamalıdır. Bir önceki test nedeniyle hala nemli olan bir tuğlanın yukarıda açıklandığı gibi en az 8 saat kurutulması gerekir. İki termokupl ölçüm noktasından 32 mm uzağa yerleştirilir ve termokupllar, tuğla yüzeyi ile eşleşene kadar deliklere sokulur. Termokupllar, tüm test prosedürü boyunca ölçüm noktalarının 32 mm derinlikte kalmasını sağlayacak şekilde sabitlenmelidir.



IEC

Şekil 4.13. Termokupl örneği

Açıklama:

a: 1 mm delikli bir vida

b: çelik boru

c: ölçüm noktası

d: 32 mm

e: somun

Isıl çiftler, tuğlanın yüzeyine bir damla silikon yapıştırıcı vasıtasıyla veya diğer uygun vasıtalarla sabitlenebilir. Tuğlanın gözenekliliği nedeniyle, ısı çiftler çıkarılıp tekrar takıldığında tuğla deliklerinin genişlememesine dikkat edilmelidir. Bir tuğla, normal bakımla kullanıldığında yaklaşık yirmi deney için kullanılabilir.

Madde 8.3.3 Test Hazırlığı

8.3'e göre ön işlem görmüş tuğla, enerji ölçümü için aşağıdaki gibi hazırlanmalıdır. Kullanımlar arasında tuğlaya ön işlem yapılması gerekli değildir. Suyu her batırıldığında yaklaşık olarak aynı su içeriğini alır. Test Tuğlası, 20 °C'nin altındaki su ile tamamen kaplanacak şekilde bir su kabına konulmalıdır. Tuğlalı su kabı en az 8 saat buzdolabına yerleştirilir ve (5 ± 2) °C'lik bir merkez sıcaklığına (her iki termokupl) soğutulur. Sıcak tuğla, soğuk suya konulmadan önce havada 25 °C'nin altındaki bir merkez sıcaklığa soğutulmalıdır. Doğrudan soğuk suya konulan bir sıcak tuğla, kılcal etki ve farklı sıcaklıklarda farklı su viskozitesi nedeniyle önemli ölçüde daha fazla su emecektir. Test serileri arasında tuğla buzdolabında saklanmalı ve tercihen suya batırılmamalıdır. Tuğla ıslatma suyu (çözünme süreçlerini azaltmak için) tutulmalıdır, yani tuğla depolama suyu yeniden kullanılabilir. Tuğla su haznesinden çıkarıldıktan sonra fazla suyun damlamasına izin verilir (yaklaşık 1 dakika). Daha sonra ıslak tuğlanın ağırlığı m_w ölçülecek ve emilen su miktarı, uygunsa termokuplların ağırlığı dikkate alınarak $\Delta m = m_w - m_d$ hesaplanarak belirlenir (w yaşı veya su anlamına gelir; m_d ölçülür (8.3.2)'ye göre Emilen su miktarı 8.3.1'de belirtildiği gibi olacaktır. Tuğlanın sıcaklığı ölçülür. Her iki termokupl da (5 ± 2) °C okumalıdır.

Madde 8.4 Ölçüm

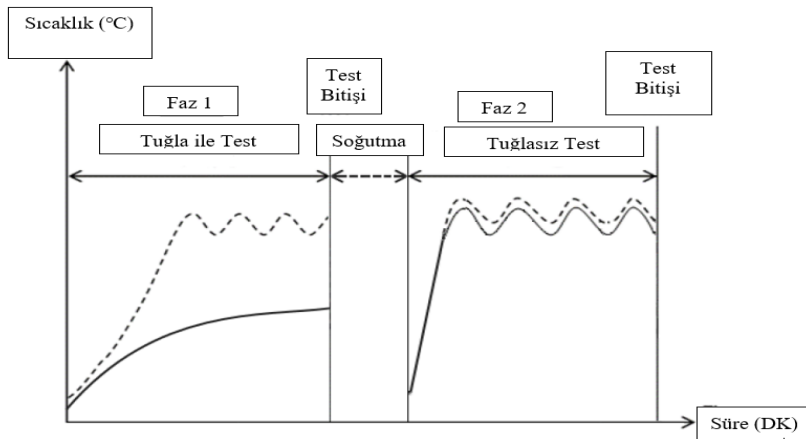
Madde 8.4.1 Test Prosedürü

Tüm ölçümlerden önce, tüm cihaz (malzeme ve yalıtımı içerir) $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ortam sıcaklığında olmalıdır. Çoklu boşluklu cihazlarda, her fırın boşluğunu ayrı ayrı ölçün ve yalnızca ölçülen boşluğu açılır. Yüğü yerleştirmek için kullanılmayan fırın tepsileri, yan raflar vb. gibi cihazla birlikte verilen tüm aksesuarları çıkarılır. Boş cihazdaki boşluk sıcaklığını T_{ck} cihazla birlikte verilen ızgaraya sabitlenmiş bir termokupl ile ölçülür. Bu ızgarayı, termokuplun kaynak noktası fırın ve kombi buharlı fırının hesaplanan hacminin merkezinde olacak şekilde, ızgaradan en az 30 mm uzaklıkta olacak şekilde cihaza yerleştirilir. Cihazın üreticisinden ızgara alınamıyorsa, termokupl uygun bir şekilde merkeze yerleştirilmelidir. Ayrıca fırın termostatına yakın sıcaklığı T_o, k sürekli olarak kaydedilir. Bunun için fırın termostatına yakın ikinci bir termokupl Şekil 4.15'te anlatıldığı gibi boşluk içine sabitlenir. Bu termokupl “gözlemci termokupl” dur. Termokuplları ilave kuvvet uygulamadan kapı tamamen kapanacak şekilde kapı aralığından geçirilir. Bir ısıtma fonksiyonunun veya bir eko fonksiyonunun enerji tüketimini belirlemek için farklı sıcaklık ayarlarına sahip üç ölçüm gereklidir.

Her ölçüm iki aşamadan oluşur,

Faz 1: tuğla fırındayken enerji ölçümü

Faz 2: referans sıcaklığın ve c-faktörünün belirlenmesi (boş fırın)

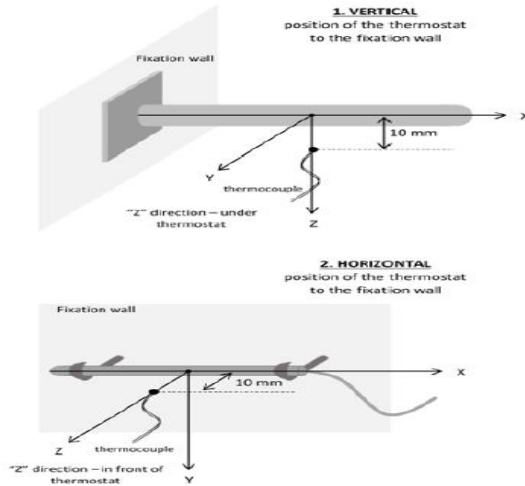


Şekil 4.14. Tüm ölçüm süreci

Çizelge 4.16. Tüm ölçüm süreci

Faz 1		Soğutma	Faz 2	
-----	Gözlemci sıcaklığı $To1, k$		-----	Gözlemci sıcaklığı $To2, k$
—	Merkez sıcaklık tuğlası		—	Boşluk sıcaklığı $Tc2, k$

Her iki faz için de sıcaklık To, k fırın termostatına ≤ 10 mm mesafe ile sabitlenmiş bir termokupl ile kavite içinde temassız olarak sürekli olarak kaydedilir. Bu termokupl, gözlemci termokuplunun; “z” eksen yönünde hem “x” hem de “y” eksenlerinde simetrik olarak sabitlenir, Şekil 4.15’te gösterilen gözlemci termokupl ısıya dayanıklı bir bantla boşluğun en yakın duvarına monte edilir. Fırın termostatına erişilemiyorsa, termokuplun konumuyla ilgili üreticinin talimatlarını dikkate alınır. Birden fazla fırın termostadı mevcutsa, dikkate alınan boşluğun sıcaklık kontrolü ile ilgili fırın termostadı imalatçının talimatı ile beyan edilmelidir. Faz 1 ve faz 2 sırasında gözlemci termokuplun konumu değiştirilmeden tutulur.



Şekil 4.15. Gözlemci termokuplunun montajı

Madde 8.4.2 Fırın Ayarları

Enerji tüketimini ölçmek için bir ısıtma fonksiyonu veya eko fonksiyonu kullanılacaktır. Birden fazla ısıtma işlevi veya eko işlevi varsa, üreticinin talimatındaki öneriler dikkate alınır. Sıcaklık kontrolü, Çizelge 4.17’de tanımlandığı gibi ortalama sıcaklık artışlarının

$\Delta T_{c2,k}$ beklenebileceği bir konuma ayarlanmıştır. $\Delta T_{c2,k}$ ortalama ortam sıcaklığı ile faz 2'de ölçülen ortalama kavite sıcaklığı arasındaki farktır; $k = 1, 2, 3$ (k , toplama indeksidir). Düğmenin veya kontrol ekranının (s ayardır) görüntülenen ayarı olan sıcaklık ayarı Tks not edilmelidir. Sıcaklık adımları açıkça işaretlenmemişse, sıcaklık ayarı, kutupsal koordinat kâğıdı kullanılarak düğme üzerindeki görünür işaretler dikkate alınarak açı ile belirlenmelidir. Sıcaklık bir düğme ile ayarlanırsa, düğme her zaman sıfırdan gerekli ayara çevrilmelidir.

Çizelge 4.17. Test dereceleri için sıcaklık değerleri

Sıcaklık artışı	
$\Delta \bar{T}_{c2,1}$	$(135 \pm 15) \text{ K}$
$\Delta \bar{T}_{c2,2}$	$(165 \pm 15) \text{ K}$
$\Delta \bar{T}_{c2,3}$	$(195 \pm 15) \text{ K}^a$
a veya bu değere ulaşamıyorsa maksimum sıcaklık artışı.	

Her ölçüm için kullanılan ısıtma fonksiyonunu veya eko fonksiyonunu ve sıcaklık ayarını Tks bildirilir.

Madde 8.4.3 Faz 1

- Tuğlayı yerleştirmek için kullanılmayan fırın tepsileri, yan raflar vb. gibi cihazla birlikte verilen tüm aksesuarları çıkarılır.
- Madde 8.3.3'e göre hazırlanan tuğla, termokupllar üst tarafta olacak şekilde, cihazla birlikte teslim edilen ızgara üzerinde merkezi olarak en büyük yüzeyi ile hesaplanan boşluğun geometrik merkezine yerleştirilir. Cihazın üreticisinden ızgara satın alınamıyorsa, uygun bir ızgara kullanılmalıdır, ancak fırın tepsisi, sac veya benzeri kullanılmamalıdır.
- Tel ızgarayı, tuğlanın merkezi merkeze mümkün olduğunca yakın gelecek ancak hesaplanan boşluğun merkezinden daha yüksek olmayacak şekilde cihazın raf destek seviyesine yerleştirin. Tuğlanın en uzun eksenini cihaz önü ile paralel olacaktır. iki farklı konumda yerleştirilebildiği durumlarda (örneğin, baş aşağı farklı bir yükseklik verir), tuğla merkezini boşluk merkezine en yakın, ancak daha yükseğe getiren

konum alınmalıdır. Sadece ızgara zaten en alt seviyeye yerleştirilmişse, tuğlanın merkezi boşluğun merkezinden daha yüksek olabilir.

- Cihaz termokupllarla hazırlanmışsa, mikrodalga enerjisiyle birleştirilmiş bir fonksiyonla çalıştırılmaz. Termokupllar aracılığıyla dışarı bağlanan mikrodalgaların gücü, aletlere zarar verebilir.
- Ayar gerekliliklerini izleyerek cihazı açarak tuğlayı buzdolabından çıkardıktan sonra 3 dakika içinde teste başlanır.

Aşağıdaki veriler ölçülür:

- KW cinsinden ölçülen enerji tüketimleri Ek ve tuğladaki iki termokapılın sonuncusu 55 K, $k = 1, 2$ ve 3 sıcaklık artışına ulaştığında dakika ve s cinsinden tK süresi;
- Tuğlanın °C cinsinden orta sıcaklıkları;
- To1, k °C cinsinden gözlemci termokapılı tarafından sürekli olarak ölçülen değer 1;
- Ta1 k Ortam sıcaklığı, test başlangıcından (cihaz açıldığında) testin sonuna kadar, yani tuğladaki iki termokapılın sonuncusu °C cinsinden 55 K sıcaklığa ulaştığında.

Cihazla birlikte otomatik olarak açılmış olan lambalar ve fanlar gibi bileşenlerin enerji tüketimi ölçüme dahildir.

Madde 8.4.4 Faz 2

Faz 2 faz ' 1 de ölçüm yapılan boş fırında tekrarlanır. Bunun için, tüm cihazın (malzeme ve yalıtım dahil) (23 ± 2) °C ortam sıcaklığında olması sağlandığı sürece, cihazı çıkarılır ve soğutun Bir fan tarafından zorla soğutma uygulanabilir. Soğutmadan sonra, faz 1'deki ile tamamen aynı ayarın kullanıldığını doğrulanır. Buna şunlar dahildir:

- Gözlemci termokapılının konumu değişmemiştir;
- Aynı sıcaklık ayarı Tks;

- Aynı ısıtma fonksiyonu seçilir.
- Cihazı açılır ve aynı t_k süresi boyunca çalıştırılır.

Aşağıdaki veriler sürekli olarak ölçülmektedir:

- °C cinsinden faz 2 sırasında gözlemci termokupl tarafından t_0 'dan t_k 'ye To_2, k ;
- °C cinsinden faz 2 sırasında merkez termokupl tarafından t_0 'dan t_k 'ye T ;
- Ortam sıcaklığını °C olarak ölçmek için 5.1'e göre konumlandırılan termokupl tarafından t_0 'dan t_k 'ye Ta_2, k .

Madde 8.5 Hesaplama

Madde 8.5.1 Ölçülen değerleri yumuşatma

Daha fazla hesaplama için, ölçülen veriler $T_{c2, k}$ olası ölçüm gürültüsünü hariç tutmak için Formül 1 ve 2 uygulanarak hareketli bir ortalama ile yumuşatılır.

$$\tilde{T}_{c2, k, i} = \frac{1}{2n + 1} \sum_{j=-n}^n T_{c2, k, i+j} \quad (1)$$

Tanımlar;

$\tilde{T}_{c2, k, i}$ °C cinsinden faz 2'deki düzleştirilmiş merkez sıcaklığıdır.

$T_{c2, k, i+j}$ °C cinsinden faz 2'de ölçülen merkez sıcaklığıdır;

i Örnek dizindir;

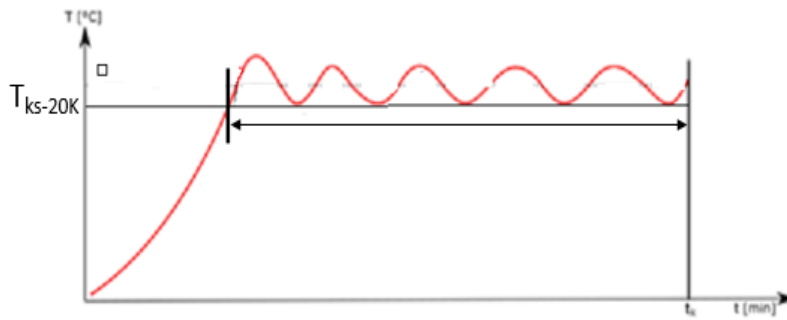
n Tarafından tanımlanır.

$$n = \left\lceil \frac{F_s \times t_{m0v} - 1}{2} \right\rceil, t_{m0v} = 30s; \quad (2)$$

f_s Örnekleme hızı

Madde 8.5.2 Isıtma fonksiyonu için ortalama sıcaklık artışının belirlenmesi (Faz 2)

Üretici tarafından, test edilen fonksiyonu bir ısıtma fonksiyonu olarak sınıflandırır, bu madde ortalama sıcaklık artışını belirlemek için uygulanmalıdır.



Şekil 4.16. Örnek bir ısıtma fonksiyonu için ortalama sıcaklık artışı

Bir ısıtma fonksiyonu için ortalama sıcaklık artışı aşağıdaki dönemde hesaplanacaktır:

Bu periyodun başlangıcı, $T_{c2, k}$ 'nin $T_{ks} - 20 K$ 'ye ulaştığı nokta olacaktır. Dolayısıyla, başlangıç indeksi i_s şu şekilde tanımlanır:

$$\tilde{T}_{c2, k(i_s)} = T_{ks} - 20K \quad (3)$$

$T_{ks} - 20 K$ ile ölçüm sonu arasındaki süre tüm T_k süresinin %60'ından az ise, süre T_k 'nin %60'ına uzatılır. Bu durumda, başlangıç indeksi i_s şu şekilde tanımlanacaktır:

$$i_s = i_k - 0,6i_k \quad (4)$$

Ortalama sıcaklık artışı $\Delta T_{c2, k}$, i_s için $T_{c2, k, i}$ ve $T_{a2, k, i}$ farkının ölçümün sonuna kadar ortalaması alınarak hesaplanacaktır. Formül 5 uygulanarak:

$$\Delta \bar{T}_{c2, k} = \frac{\sum_{j=i_s}^{i_k} (\tilde{T}_{c2, k, j} - T_{a2, k, j})}{i_k - i_s + 1} \quad (5)$$

Tanımlar;

$\Delta \bar{T}_{c2,k}$ K cinsinden faz 2'deki ortalama sıcaklık artışıdır.

$\bar{T}_{c2,k,j}$ Faz 2'de kavite merkezinde ölçülen sıcaklıktır, düzleştirilmiştir, °C cinsinden.

$T_{a2,k,j}$ °C cinsinden faz 2'de ölçülen ortam sıcaklığıdır.

i_s Başlangıç noktasını temsil eden numune indeksidir;

i_k Tarafından belirlenir

$$i_k = [t_k x f_s] \quad (6)$$

Ortalama sıcaklık $T_{c2, k}$ Formül 7'ye göre hesaplanacaktır.

$$\bar{T}_{c2,k} = \frac{\sum_{j=i_s}^{i_k} \tilde{T}_{c2,k,j}}{i_k - i_s + 1} \quad (7)$$

$\tilde{T}_{c2,k}$ Cinsinden faz 2'de kavite merkezindeki ortalama sıcaklıktır.

Madde 8.5.3 Eco fonksiyonu için ortalama sıcaklık artışının belirlenmesi (faz 2)

Üretici test edilen fonksiyonu ekolojik işlev olarak sınıflandırıyorsa, ortalama sıcaklık artışını belirlemek için bu madde uygulanmalıdır. ECO fonksiyonu için enerji tasarrufu için kullanılan teknik çözüme bağlı olarak sıcaklığın 20 dakika içinde ortalaması alınır. Şekil 4.17'deki örneğe bakılır. Ortalama sıcaklık artışı $\Delta T_{c2, k}$, sıcaklık ayarına ulaşıldığında 1200 sn'lik başlangıç için, Formül 8 ve 9 uygulanacaktır.

$$\tilde{T}_{c2,k}(i_s) = T_{ks} \quad (8)$$

$$\Delta \tilde{T}_{c2,k} = \frac{\sum_{j=i_s}^{i_{1200}+i_s} (\tilde{T}_{c2,k,j} - \tilde{T}_{a2,k,j})}{i_{1200}} \quad (9)$$

Tanımlar;

$\Delta \tilde{T}_{c2,k}$ Faz 2'deki ortalama sıcaklık artışı.

$\tilde{T}_{c2,k,j}$ Faz 2'de Ölçülen orta sıcaklık °C olarak düzeltilmiştir.

$\tilde{T}_{a2,k,j}$ Ölçülen ortam sıcaklığı faz 2'de °C cinsinden

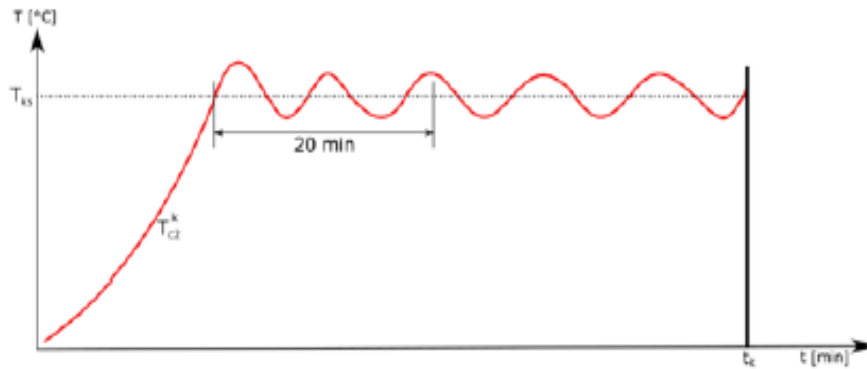
i_s Başlangıç noktasını temsil eden örnek indeks.

i_{1200} Tarafından tanımlanır.

$$i_{1200} = [1200x f_s] \quad (10)$$

Ortalama sıcaklık $T_{c2, k}$ Formüle 11'e uygun olarak hesaplanacaktır.

$$\bar{T}_{c2,k} = \frac{\sum_{j=i_s}^{i_{1200}+i_s-1} \tilde{T}_{c2,k,j}}{i_{1200}} \quad (11)$$



Şekil 4.17. Örnek ayarlanan sıcaklığa ulaşma grafiği

Faz 2 başlangıcının son 20 dakikası öncesinde sıcaklık ayarına ulaşılmazsa, ortalama sıcaklık artışı $T_{c2, k}$, i ve $T_{a2, k}$, i 'nin faz 2'nin son 20 dakikası için ortalama farkının ortalaması alınarak hesaplanır, bkz. Formül 12.

$$\Delta \tilde{T}_{c2,k} = \frac{\sum_{j=i_k+1}^{i_{1200}} (\bar{T}_{c2,k,j} - \tilde{T}_{a2,k,j})}{i_{1200}} \quad (12)$$

Tanımlar;

$\Delta \tilde{T}_{c2,k}$ K cinsinden faz 2'deki ortalama sıcaklık artışıdır.

$\Delta \tilde{T}_{c2,k}$ K cinsinden faz 2'deki ortalama sıcaklık artışıdır.

$\tilde{T}_{c2,k,j}$ Faz 2'de ölçülen merkez sıcaklığıdır, °C olarak düzeltilmiştir.

$\tilde{T}_{a2,k,j}$ °C cinsinden faz 2'de ölçülen ortam sıcaklığıdır.

i_{1200} Tarafından tanımlanır.

$$i_{1200} = [1200x f_s] \quad (13)$$

i_k Tarafından belirlenen indeks

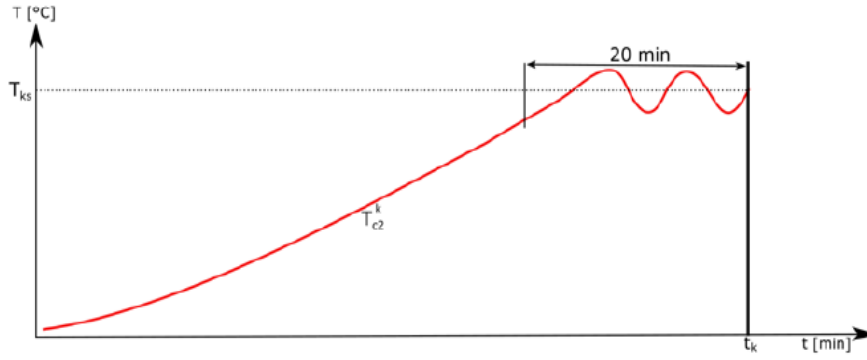
$$i_k = [t_k x f_s] \quad (14)$$

°C cinsinden ortalama sıcaklık $T_{c2, k}$ Formül 15'e göre hesaplanır.

$$\tilde{T}_{c2,k} = \frac{\sum_{j=i_k+1-i_{1200}}^{i_k} \tilde{T}_{c2,k,j}}{i_{1200}} \quad (15)$$

Tanımlar;

$\tilde{T}_{c2,k}$ °C cinsinden faz 2'deki ortalama sıcaklıktır;



Şekil 4.18. Örnek ayarlanan sıcaklığa ulaşma grafiği

Her ölçüm için K cinsinden ortalama sıcaklık artışını $\Delta T_{c2, k}$ hesaplanır ve not edilir. Ölçülen her ısıtma modu ve sıcaklık ayarı için yapılır. Her ölçüm için ortalama sıcaklık $T_{c2, k}$ °C cinsinden hesaplanır ve not edilir. Ölçülen her ısıtma modu ve sıcaklık ayarı için yapılır.

Madde 8.5.4. Ortalama ortam sıcaklığının hesaplanması

Faz 1 ve faz 2'deki ortalama ortam sıcaklığı Formül 16 ve 17'ye göre hesaplanır:

$$\bar{T}_{a1,k} = \frac{\sum_{j=1}^{i_k} \bar{T}_{a1,k,j}}{i_k} \quad (16)$$

$$\bar{T}_{a2,k} = \frac{\sum_{j=1}^{i_k} \bar{T}_{a2,k,j}}{i_k} \quad (17)$$

Faz 1 ve faz 2'deki ortalama ortam sıcaklığı bir ondalık basamağa yuvarlanır ve raporlanır.

Madde 8.5.5 C-faktörünün belirlenmesi

Her ölçüm için c_k faktörünü belirlenir. c_k faktörü, faz 1'de ve faz 2'de tüm fazda ölçülen gözlemci sıcaklıkları arasındaki orandır- t_0 'dan t_k 'ye kadar, Formül 18'de gösterildiği gibi hesaplanır:

$$c_k = \frac{\bar{T}_{o1,k}}{\bar{T}_{o2,k}} \quad (18)$$

Tanımlar;

$$\bar{T}_{o1,k} = \frac{\sum_{j=1}^{i_k} T_{o1,k,j}}{i_k} \quad (19)$$

$$\bar{T}_{o2,k} = \frac{\sum_{j=1}^{i_k} T_{o2,k,j}}{i_k} \quad (20)$$

$$i_k = [t_k x f_s] \quad (21)$$

$j-1$ 'den k i'ye kadar uzanır, burada i_k şu şekilde belirlenir:

Isıtma işlevi veya eko işlevi başına c_1 , c_2 ve c_3 iki ondalık haneye yuvarlanır ve raporlanır.

Madde 8.5.6 S-faktörünün belirlenmesi

Isıtma modunun ısıtma fonksiyonu olarak belirlenmesi durumunda, c faktörüne ek olarak s faktörü de belirlenmelidir. Her ölçüm için S_k faktörünü belirlenir. S_k faktörü, tüm fazın son 20 dakikasında faz 1 ve faz 2'de ölçülen gözlemci sıcaklıkları arasındaki orandır. T_k-20 Formül 22, 23 ve 24'de gösterildiği gibi hesaplanır:

$$S_k = \frac{\bar{T}_{o1,k,20}}{\bar{T}_{o2,k,20}} \quad (22)$$

$$\bar{T}_{o1,k,20} = \frac{\sum_{j=i_k+1-i_{1200}}^{i_k} T_{o1,k,j}}{i_k} \quad (23)$$

Tanımlar;

$$i_{1200} = [1200 x f_s] \quad (24)$$

$J-1$ 'den çalışır $\dot{I}_{1200}$, $\dot{I}_k$ tarafından tanımlanır.

$$i_k = [t_k x f_s] \quad (25)$$

Isıtma işlevi için S_1 , S_2 ve S_3 iki ondalık haneye yuvarlanır ve raporlanır.

Madde 8.6 Test sonuçlarının kabul doğrulaması

Madde 8.6.1 Ortalama sıcaklık artışı ve standart sapma

8.5'e göre yapılan testlerin sonuçları yalnızca şu durumlarda kabul edilir:

- Ortalama sıcaklık artışları $\Delta T_{c2, k}$ Tablo 4'te belirtilen sıcaklıklar içindedir aksi takdirde uygun fonksiyon için 8.4'e göre tüm ölçümler tekrarlanmalıdır.
- standart sapma σ . formül 26'da tanımlandığı gibi 0,050 kWh'nin altındadır. Standart sapma σ . 8.4'e göre ölçülen ve her ısıtma işlevi veya eko işlevi için Formül 27'e göre hesaplanan $\Delta T_{c2, k}$ /Ek veri çiftlerinden hesaplanır, $k = 1, 2, 3$.

$$\sigma = f \sqrt{\frac{Q_y - \frac{Q_{xy}^2}{Q_x}}{n - 2}} \quad (26)$$

Tanımlar;

n ölçüm noktalarının sayısıdır (bu standardın amacı için, $n = 3$);

f bir yaklaşım faktörüdür, $f = 1,2$. Standart sapmayı hesaplamak için 1,2'lik f faktörü kullanılacaktır. Bu standardın amaçları doğrultusunda, $\Delta T_{c2, k}$ yalnızca 120 K ile 210 K arasında değişebilir ve f faktörü 1,15 ile 1,21 arasında olabilir.

Madde 8.6.2 Sıcaklık ayarı ve ortalama sıcaklık artışı

T_{ks} ve $T_{c2, k}$ arasındaki ΔT_{ks} farkı, Formül 27'ye göre hesaplanacaktır:

$$\Delta T_{ks} = T_{ks} - \bar{T}_{c2, k} \quad (27)$$

Tanımlar;

ΔT_{ks} ayarlanan sıcaklık ile ortalama sıcaklık arasındaki farktır; T_{ks} ayarlanan sıcaklıktır; T_{c2} faz 2'deki boşluk merkezindeki ortalama sıcaklıktır. ΔT_{ks} farkı $\leq 20K$ olacaktır. ΔT_{ks}

farklarından herhangi biri > 20 K ise, test piyasadan rastgele seçilecek üç cihaz daha üzerinde yapılır. ΔT_{ks} 'nin k ayarındaki aritmetik ortalaması, bu üç cihaz için > 20 K olmamalıdır. Uzun tolerans zinciri (örn. termostat, bağlantı, ısıtma elemanlarının gücü, kontrol elemanı ve baskı) ve sıcaklık ölçeğinin farklı ısıtma fonksiyonlarını ve eko fonksiyonlarını kapsaması nedeniyle 20 K tolerans gereklidir.

Madde 8.6.3 C-faktörü

C – faktörü, fırının faz 1 ve faz 2'deki ısı davranışının benzer olduğunu göstermek için kullanılır.

Not: c – faktörü birden küçüktür, çünkü her yük, yani enerji ölçümü durumunda tuğla, termal davranışı etkiler. C – ısıtma fonksiyonu olarak atanan bir fonksiyon için 8.5.5'te hesaplanan faktörler $C_k \geq 0,92$ olacaktır. Eko işlevi olarak belirlenmiş bir işlev için 8.5.5'te hesaplanan c – faktörleri $C_k \geq 0,82$ olacaktır.

Madde 8.6.4 S-faktörü

S_k – faktörleri, ısıtma fonksiyonu olarak belirlenen bir fonksiyonun artık ısıyı kullanmadığını göstermek için kullanılır. Isıtma fonksiyonu olarak atanan bir fonksiyon için 8.5.6'da hesaplanan S_k – faktörleri $S_k \geq 0,92$ olacaktır.

Madde 8.7 Nihai elektrik enerjisi tüketimi

8.6'da istenen kabul kriterleri karşılanırsa, hesaplanan veri noktası Δk ve ölçülen veri noktası temelinde doğrusal regresyon kullanılarak nominal sıcaklık artışı için nihai enerji tüketimi hesaplanır, bkz. Formül 28.

$$E_{\Delta T_0} = S \cdot \Delta T_0 + B \quad (28)$$

Tanımlar;

$E_{\Delta T_0}$ Bir yükü ısıtmak için kWh cinsinden hesaplanan nominal enerji tüketimi.

ΔT_0 Tüm ısıtma fonksiyonları ve eko fonksiyonları için 165 K'dir;

S : Tüm ısıtma ve eko ısıtma için 165 K'dir;

B : Formül 29'a göre hesaplanan kesişme noktasıdır.

$$S = \frac{n \sum_{k=1}^n (\Delta \bar{T}_{c2,k} \cdot E_k) - (\sum_{k=1}^n \Delta \bar{T}_{c2,k})(\sum_{k=1}^n E_k)}{n \sum_{k=1}^n (\Delta \bar{T}_{c2,k})^2 - (\sum_{k=1}^n \Delta \bar{T}_{c2,k})^2} \quad (29)$$

$$B = \frac{\sum_{k=1}^n E_k - S \cdot \sum_{k=1}^n \Delta \bar{T}_{c2,k}}{n} \quad (30)$$

Madde 8.8 Bir yükü ısıtma süresi

Yükü ısıtma süresi, enerji tüketimi ile aynı şekilde hesaplanmalı ve belirlenmelidir.

31 ile 32 formüllerindeki E değerlerini uygun t değerleri ile değiştirilir.

$$E_{\Delta T_0} \text{ by } t_{\Delta T_0} \quad (31)$$

$$E_k \text{ by } t_k \quad (32)$$

Tanımlar,

$t_{\Delta T_0}$ Tüm ısıtma fonksiyonları veya eko fonksiyonları için $\Delta T_0 = 165$ K'de bir yükü ısıtmak için s cinsinden hesaplanan nominal süredir.

Madde 8.9 Test sonuçlarının raporlanması

Enerji tüketiminin ve ilgili değerlerin destekleyici bir şekilde hesaplanması için bir program mevcuttur. Bu hesaplamalar, eşit sonuçlara yol açan diğer herhangi bir elektronik tablo programında yapılabilir.

Ölçülen ısıtma fonksiyonları veya eko fonksiyonları için aşağıdaki verileri rapor edilir:

- a) Cihazın tipi, mevcut ısıtma işlevi/işlevleri ve eko işlevi/işlevleri;

- b) Ölçümlerin yapıldığı besleme voltajı;
- c) Test edilmiş ısıtma fonksiyonları ve/veya eko fonksiyonları;
- d) Enerji tüketimi(leri) 8.7'ye göre kW·h cinsinden üç ondalık basamağa kadar EΔT0;
- e) Zaman(lar) TΔt0, en yakın dakikaya yuvarlanır.

Birden fazla boşluklu cihaz için, değerler her bir boşluk için ayrı ayrı rapor edilmelidir.

Durum 1 ve durum 2 enerji verimliliği değerlerinin karşılaştırılması

Durum 1 enerji verimliliği test sonucu

Calculation Sheet: Energy Consumption for heating a load (Clause 8)

Brand & Factory:	Silverline	Rated voltage:	230 V
Oven Type / Model:	-	Supply voltage:	230 V
Testlab / Operator:	-	Rated power:	-
Date:	-	Calculated Volume (6.2):	72 L

Heating function

setting	expected temperatur rise	$\Delta T_{c2,k}$	[K]	number	k=1	k=2	k=3
				format			
temperature setting	T_{set}	[°C]	X	X	135 ± 15	165 ± 15	195 ± 15
no.	-	[-]	X	X	1	2	3
dry weight	m_d	[g]	X.X	X.X	950,0	952,0	956,0
wet weight	m_w	[g]	X.X	X.X	1060,0	1066,0	1064,0
absorbed water	Δm	[g]	X.X	X.X			
start temperature thermocouple	no. 1	[°C]	X.X	X.X	4,6	4,4	4,0
	no. 2	[°C]	X.X	X.X	4,6	4,5	3,7
energy consumption	E_k	[kWh]	X.XXX	X.XXX	0,674	0,756	0,835
time	t_k	[min]	X.XX	X.XX	58,00	51,00	47,00
temperatures in phase 1	average ambient temperature in phase 1	$\bar{T}_{a1,k}$	[°C]	X.X	23,2	21,0	25,0
	average temperatur at observer thermocouple during whole phase 1	$\bar{T}_{o1,k}$	[°C]	X.X	161,1	161,5	216,8
	average temperatur at observer thermocouple during last 20min of phase 1	$\bar{T}_{o1,k,20}$	[°C]	X.X	167,5	201,6	234,3
temperatures in phase 2	average ambient temperature in phase 2	$\bar{T}_{a2,k}$	[°C]	X.X	24,3	22,7	22,9
	time at starting point	$t_k = t_d/f_s$	[min]	X.XX	10,00	6,00	8,00
	average temperature rise at centre of cavity (between starting point and end time t_k)	$\Delta T_{c2,k}$	[K]	X.X	156,0	205,0	236,8
	average temperature at centre of cavity (between starting point and end time t_k)	$\bar{T}_{c2,k}$	[°C]	X.X	138,0	182,3	216,9
	average temperatur at observer thermocouple during whole phase 2	$\bar{T}_{o2,k}$	[°C]	X.X	171,3	171,4	192,6
	average temperatur at observer thermocouple during last 20min of phase 2	$\bar{T}_{o2,k,20}$	[°C]	X.X	170,6	186,5	216,4

performance indicators					k=1	k=2	k=3
c-factor	C_k	[-]	X.XX	X.XX	0,94	1,12	1,14
s-factor	S_k	[-]	X.XX	X.XX	0,98	1,08	1,08
accuracy of the temp. setting	ΔT_{set}	[K]	X.X	X.X	-20,0	-5,7	-1,1

regression line	energy	$E_{\Delta T_0}$	[kWh]	X.XXX	0,684
	standard deviation (energy)	σ	[kWh]	X.XXX	0,011
	time	$t_{\Delta T_0}$	[min]	X	57

					k=1	k=2	k=3
	absorbed water	Δm	[g]	x.x	calc.	calc.	calc.
	start temperature thermocouples	no. 1 / no. 2	[°C]	x.x	OK	OK	OK
	average ambient temperature	$\bar{T}_{a1,k}$ and $\bar{T}_{a2,k}$	[°C]	x.x	OK	OK	OK
	mean temperature rise	$\Delta \bar{T}_{c2,k}$	[K]	x.x	OK	OK	OK
	standard deviation	σ	[kWh]	x.xxx	OK		
	temperature accuracy	ΔT_{ts}	[K]	x.x	OK	OK	OK
	c-factor	c	[-]	x.xx	OK	OK	OK
	s-factor	s	[-]	x.xx	OK	OK	OK

Şekil 4.19. Enerji verimliliği hesaplama tablosu

ELEKTRİKLİ FIRIN ENERJİ VERİMLİLİK SINIFI HESABI

Elektrikli fırınlar için ölçülen tüketim miktarı ve kullanılabilir hacim aşağıdaki formülde yerine yazılarak EEL_{cavity} değeri bulunur. Bu değer tablo-1'e bakılarak enerji sınıfı belirlenir.

for electric ovens:

$$EEL_{cavity} = \frac{EC_{electric\ cavity}}{SEC_{electric\ cavity}} \times 100$$

$$SEC_{electric\ cavity} = 0.0042 \times V + 0.55 \text{ (in kWh)}$$

EEL_{cavity} ; ev tipi fırının her bir bölümü için Enerji Verimlilik Endeksidir, ilk ondalık haneye yuvarlanır.

$SEC_{electric\ cavity}$; bir döngü esnasında ev tipi elektrikli fırının bölümündeki standart yükü ısıtmak için gereken Standart Enerji Tüketimidir, kWh ile ifade edilir ve ikinci ondalık haneye yuvarlanır.

V = Ev tipi fırının bölümünün litre (L) cinsinden ifade edilen hacmidir, en yakın tam sayıya yuvarlanır.

$EC_{electric\ cavity}$; bir döngü esnasında ev tipi elektrikli fırının bölümündeki standart yükü ısıtmak için gereken Enerji Tüketimidir, kWh ile ifade edilir ve ikinci ondalık haneye yuvarlanır.

$EC_{electric\ cavity}$	$SEC_{electric\ cavity}$	V	EEL_{cavity}
0,684	0,8524	72	80,244017

ENERJİ SINIFI

A+

Table 1: Energy efficiency classes of ovens	
Energy Efficiency Class	Energy Efficiency Index (EEL_{cavity})
A+++ (most efficient)	$EEL_{cavity} < 45$
A++	$45 \leq EEL_{cavity} < 62$
A+	$62 \leq EEL_{cavity} < 82$
A	$82 \leq EEL_{cavity} < 107$
B	$107 \leq EEL_{cavity} < 132$
C	$132 \leq EEL_{cavity} < 159$
D (least efficient)	$EEL_{cavity} \geq 159$

Şekil 4.20. Enerji verimliliği sonuç tablosu

Durum 2 enerjii verimliliği test sonucu

Calculation Sheet: Energy Consumption for heating a load (Clause 8)

Brand & Factory:	SILVERLINE	Rated voltage:	230
Oven Type / Model:	-	Supply voltage:	230
Testlab / Operator:	-	Rated power:	1650 W
Date:	-	Calculated Volume (6.2):	72 L

Heating function

				number format	k=1	k=2	k=3
setting	expected temperatur rise	$\Delta \bar{T}_{c2,k}$	[°C]	X	135 ± 15	165 ± 15	195 ± 15
	temperature setting	T_{set}	[°C]	X	159	188	218
bricks	no.	-	[-]	X	1	2	3
	dry weight	m_d	[g]	X.X	945,0	952,0	944,0
	wet weight	m_w	[g]	X.X	2006,0	1990,0	2000,0
	absorbed water	Δm	[g]	X.X			
	start temperature thermocouple	no. 1	[°C]	X.X	3,7	4,5	5,0
		no. 2	[°C]	X.X	4,0	4,5	4,9
energy and time	energy consumption	E_k	[kWh]	X.XXX	0,678	0,744	0,830
	time	t_k	[min]	X.XX	54,00	47,00	44,00
temperatures in phase 1	average ambient temperature in phase 1	$T_{a1,k}$	[°C]	X.X	21,1	25,0	23,8
	average temperature at observer thermocouple during whole phase 1	$\bar{T}_{e1,k}$	[°C]	X.X	164,7	190,2	211,0
	average temperature at observer thermocouple during last 20min of phase 1	$\bar{T}_{e1,k,20}$	[°C]	X.X	171,7	203,8	232,2
temperatures in phase 2	average ambient temperature in phase 2	$T_{a2,k}$	[°C]	X.X	24,6	23,9	24,9
	time at starting point	$t_s = t_d / f_s$	[min]	X.XX	5,00	13,00	19,00
	average temperature rise at centre of cavity (between starting point and end time t_s)	$\Delta T_{c2,k}$	[°C]	X.X	149,0	180,0	209,0
	average temperature at centre of cavity (between starting point and end time t_s)	$T_{c2,k}$	[°C]	X.X	140,1	169,0	198,0
	average temperature at observer thermocouple during whole phase 2	$\bar{T}_{e2,k}$	[°C]	X.X	173,7	192,7	216,0
	average temperature at observer thermocouple during last 20min of phase 2	$\bar{T}_{e2,k,20}$	[°C]	X.X	173,1	206,6	233,9

					k=1	k=2	k=3
performance indicators	c-factor	C_k	[-]	x.xx	0,95	0,99	0,98
	s-factor	S_k	[-]	x.xx	0,99	0,99	0,99
	accuracy of the temp. setting	ΔT_{kz}	[K]	x.x	-17,9	-19,0	-20,0

regression line	energy	E_{d0}	[kWh]	X.XXX	0,714
	standard deviation (energy)	σ	[kWh]	X.XXX	0,012
	time	t_{d0}	[min]	X	51

					k=1	k=2	k=3
acceptance criteria	absorbed water	Δm	[g]	x.x	calc.	calc.	calc.
	start temperature thermocouples	no. 1 / no. 2	[°C]	x.x	OK	OK	OK
	average ambient temperature	$\bar{T}_{a1,k}$ and $\bar{T}_{a2,k}$	[°C]	x.x	OK	OK	OK
	mean temperature rise	$\Delta \bar{T}_{c2,k}$	[K]	x.x	OK	OK	OK
	standard deviation	σ	[kWh]	x.xxx	OK		
	temperature accuracy	ΔT_{kt}	[K]	x.x	OK	OK	OK
	c-factor	c	[-]	x.xx	OK	OK	OK
	s-factor	s	[-]	x.xx	OK	OK	OK

Şekil 4.21. Enerji verimliliği hesaplama tablosu

ELEKTRİKLİ FIRIN ENERJİ VERİMLİLİK SINIFI HESABI

Elektrikli fırınlar için ölçülen tüketim miktarı ve kullanılabilir hacim aşağıdaki formülde yerine yazılarak bir değer bulunur. Bu değer tablo-1'e bakılarak enerji sınıfı belirlenir.

for electric ovens:

$$EEI_{cavity} = \frac{EC_{electric\ cavity}}{SEC_{electric\ cavity}} \times 100$$

$$SEC_{electric\ cavity} = 0.0042 \times V + 0.55 \text{ (in kWh)}$$

EEI_{cavity} : çy tipi fırının her bir bölümü için Enerji Verimlilik Endeksidir, ilk ondalık haneye yuvarlanır.

$SEC_{electric\ cavity}$: bir döngü esnasında çy tipi elektrikli fırının bölümündeki standart yükü ısıtmak için gereken Standart Enerji Tüketimidir, kWh ile ifade edilir ve ikinci ondalık haneye yuvarlanır.

V : Ev tipi fırının bölümünün litre (L) cinsinden ifade edilen hacmidir, en yakın tam sayıya yuvarlanır.

$EC_{electric\ cavity}$: bir döngü esnasında çy tipi elektrikli fırının bölümündeki standart yükü ısıtmak için gereken Enerji Tüketimidir, kWh ile ifade edilir ve ikinci ondalık haneye yuvarlanır.

$EC_{electric\ cavity}$	$SEC_{electric\ cavity}$	V	EEI_{cavity}
0,714	0,8524	72	83,763491

ENERJİ SINIFI

A

Table 1: Energy efficiency classes of ovens	
Energy Efficiency Class	Energy Efficiency Index (EEI_{cavity})
A+++ (most efficient)	$EEI_{cavity} < 45$
A++	$45 \leq EEI_{cavity} < 62$
A+	$62 \leq EEI_{cavity} < 82$
A	$82 \leq EEI_{cavity} < 107$
B	$107 \leq EEI_{cavity} < 132$
C	$132 \leq EEI_{cavity} < 159$
D (least efficient)	$EEI_{cavity} \geq 159$

Şekil 4.22. Enerji verimliliği sonuç tablosu

Enerji Verimliliği Sonuçlarının yorumlanması;

Durum 1 ve Durum 2 karşılaştırıldığında alınan veriler sonucunda standartta belirtilen hesaplama yöntemleri kullanılmış olup durum 1 de 0,684 kwh elektrik tüketimi meydana gelirken, durum 2 de 0,725kwh elektrik tüketimi hesaplanmıştır. Durum 1 fks durum 2 ye göre 0,041 kwh daha az enerji tükettiği görülmüştür. Enerji tüketim değerinde %6'lık bir iyileşme meydana gelmiştir. Yıllık tüketim değeri cinsinden yapılan hesaplama göre 359,16 kwh enerji tasarrufu sağlanır. Eko dizayn gereklilikleri kapsamında durum 1 fks A+ çıkar iken durum 2 fks A sınıfı enerji değeri ortaya çıkmıştır.

Madde 9 Pişirme Testleri

Madde 9.1 Genel

Gıda kullanımı nedeniyle, bu maddede belirtilen testlerin yalnızca karşılaştırmalı testler için geçerli olduğu kabul edilir. Bu maddedeki tüm testler, madde 7.4'te belirlenen yaklaşıma göre düzeltilmiş bir sıcaklık ayarı uygulanarak yapılmalıdır. Enerji tüketimini ölçmek için kullanılan ısıtma fonksiyonu (madde 8), bir seviyede ısı dağılımını belirlemek için kullanılmalıdır, madde 9.2.2 ve bir seviyede ısı sağlama kabiliyetini ölçmek için, bkz. madde 9.3. Enerji tüketimini ölçmek için bir eko fonksiyonu kullanılıyorsa (madde 8), bu fonksiyon bir seviyede ısı dağılımını belirlemek için kullanılmalıdır, madde 9.2.2 ve bir seviyede ısı sağlama yeteneğini ölçmek için, bkz. 9.3.1. İki veya daha fazla seviyede pişirme yapmak için, kullanım kılavuzunda önerilen fonksiyon kullanılır.

Madde 9.2 Isı Dağılımının Belirlenmesi

Galeta

Bu testin amacı, cihaz içindeki ısı dağılımını değerlendirmektir.

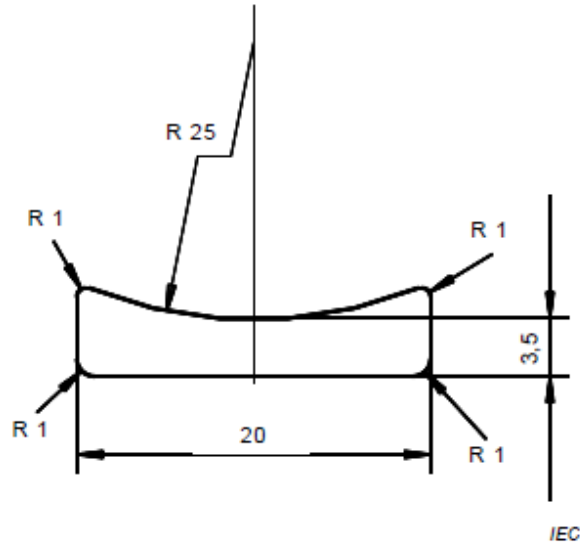
İçindekiler

500 g beyaz buğday unu, kabartıcı olmadan .200 g %80 yağ içerikli fırın margarini veya tuzlu tereyağı, 200g pudra şekeri (maks. Tane boyutu 0,3 mm), 2 yumurta (55 g ila 60 g, kabuklu), 3g tuz.

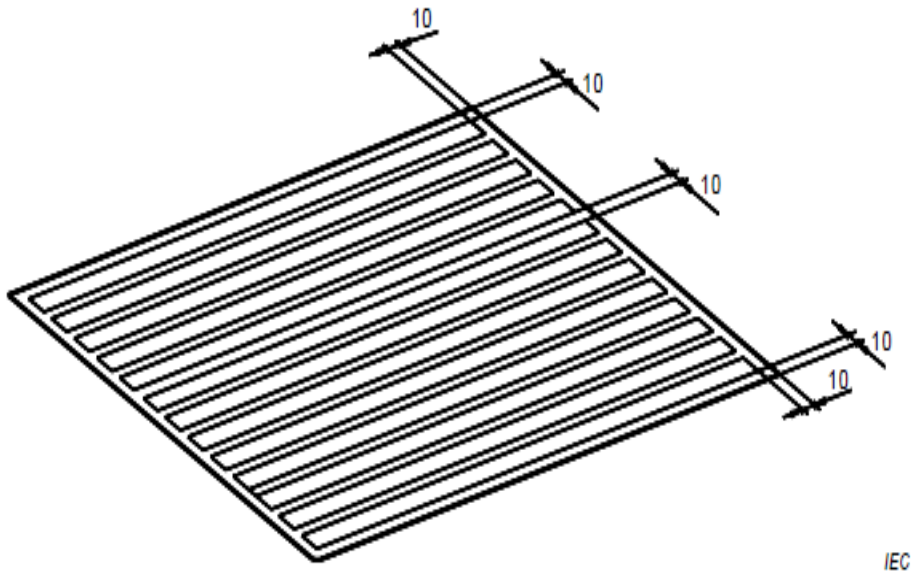
Yöntem

Un, pudra şekeri ve tuzu birlikte karıştırılır. Margarinle ovulur. Yumurtaları çırpılır ve un karışımına eklenir, hamur pürüzsüz olana kadar bir yiyecek mikserinde hafifçe karıştırılır, Hamuru karıştırma kabından çıkarılır ve bir somun haline getirilir. Üzeri kapatılır ve buzdolabında (5 ± 2) °C sıcaklıkta en az 8 saat saklanır. Daha fazla işlemeyen yaklaşık 1 saat önce somunu buzdolabından çıkarılır.

Şekil 4.23.'te gösterildiği gibi aparat kullanılarak bir sarmal konveyör eki aracılığıyla galetalar şeritler halinde sıkılır. Şeritleri, cihazla birlikte verilen fırın tepsisine uyan veya üretici tarafından önerilen uzunlukta kesin. Hamur şeritlerini Şekil 4.24.'te gösterildiği gibi cihaz kapısına paralel olacak şekilde konumlandırılır.



Şekil 4.23. Ekstrüde etmek için hamur işi ağızlığı şekli



Şekil 4.24. Hamur şeritlerinin fırın tepsisindeki konumu

Ön ölçümler

Belirtilen kızarmayı elde etmek için uygun pişirme süresini belirlemek için ön testler yapılır. Kontrol ayarları(sıcaklık), bu tür karışımlar için kullanım talimatlarına göre ayarlanır. Talimat verilmemişse kontrol, orta fırın sıcaklığı cebri hava sirkülasyonu olan fırınlar için 175 °C ve ön ısıtmasız doğal konveksiyonlu fırınlar için 200 °C olacak şekilde ayarlanır. Tepsi bir ızgara üzerine yerleştirilir ve soğumaya bırakılır. Üst kısmın kızarması Ek A'da belirtilen renk ölçme aleti veya TS 63350'ye göre dijital ölçme sistemi kullanılarak ölçülür. Şeritler üzerinde yaklaşık 20 mm başlayan ve biten 20 mm çapındaki daireler boyuna ölçülür. (Dairenin merkezi) her şeridin sonundan. Ölçümler yaklaşık 50 mm'lik adımlarla gerçekleştirilir. Tanımlanan alanlardaki yüzeyin çatlak, delik vb. nedenlerle zarar görmesi durumunda ölçüm diğer alanlara kaydırılır. Ortalama esmerleşme, değerlerin toplamının sayılarına bölünmesiyle hesaplanır. Pişirme süresi, şeritlerin üzerindeki ortalama esmerleşmenin $(70,1 \pm 2,35)$ bir açıklık değeri L^* ile ilişkili olduğu zaman uygundur.

Isı dağılımı testi

Ön ölçümler için belirtilen prosedür takip edilerek şeritler belirlenen süre kadar pişirilir. Şeritler hala sıcakken levhadan gevşetilir ancak orijinal konumlarında bırakılır. Talimatlar aynı anda birden fazla tepsi pişirilebileceğini belirtiyorsa, maksimum tepsi sayısı ile ek bir test yapılır ve gerekirse pişirme süresi artırılır.

Değerlendirme

Piştirdikten sonraki 1 saat içinde, ön ölçümlerde belirtildiği gibi şeritlerin hem üst hem de alt kısımlarının kızarması belirlenir.

Aşağıdaki sonuçlar hesaplanır ve belirtilir:

- Üst kısımdaki maksimum kızarma farkı;
- Alt kısımdaki maksimum kızarma farkı;
- Üst kısımdaki ortalama kızarma;

- Alt kısımda ortalama esmerleşme;

Durum 1 ve Durum 2 Fkslerin karşılaştırılması

Test değerlendirme yöntemi:

Standartta belirtilen şekilde pişirilen galetalar, standartta referans olarak verilen renk kartelasında test cihazı ile ölçülerek referans değerler belirlenir. 50 mm aralıklar ile galetaların merkezi ölçülür, bu ölçümlerde alınan sonuç test başlangıcında seçilen referans değerden sapmaları hesaplama tablosuna girilerek galetaların ortalama aldığı puanlar değerlendirme tablosuna girilir. Burada üst kısmın ortalama esmerleşmesi, alt kısmın ortalama esmerleşmesi, üst kısmın ortalama esmerleşme farkı, alt kısmın ortalama esmerleşme farkı belirlenir.

Renk Numarası	NCS Renk Kodu	Değerler
17	S 8502-Y	30,2<L<34,4
16	S 7020-Y50R	34,3<L<38,6
15	S 6030-Y50R	38,5<L<44,5
14	S 5040-Y40R	44,4<L<50,4
13	S 4050-Y30R	50,3<L<53,4
12	S 4040-Y30R	53,3<L<56,6
11	S 4030-Y30R	56,5<L<60,5
10	S 3040-Y30R	60,4<L<65,7
9	S 2060-Y20R	65,6<L<71,1
8	S 2040-Y20R	71<L<77,1
7	S 1050-Y20R	77<L<80,1
6	S 1040-Y20R	80<L<88,1
5	S 0530-Y10R	88<L<90,9
4	S 0520-Y10R	90,8<L



Şekil 4.25. Referans renk tablosu ve renk

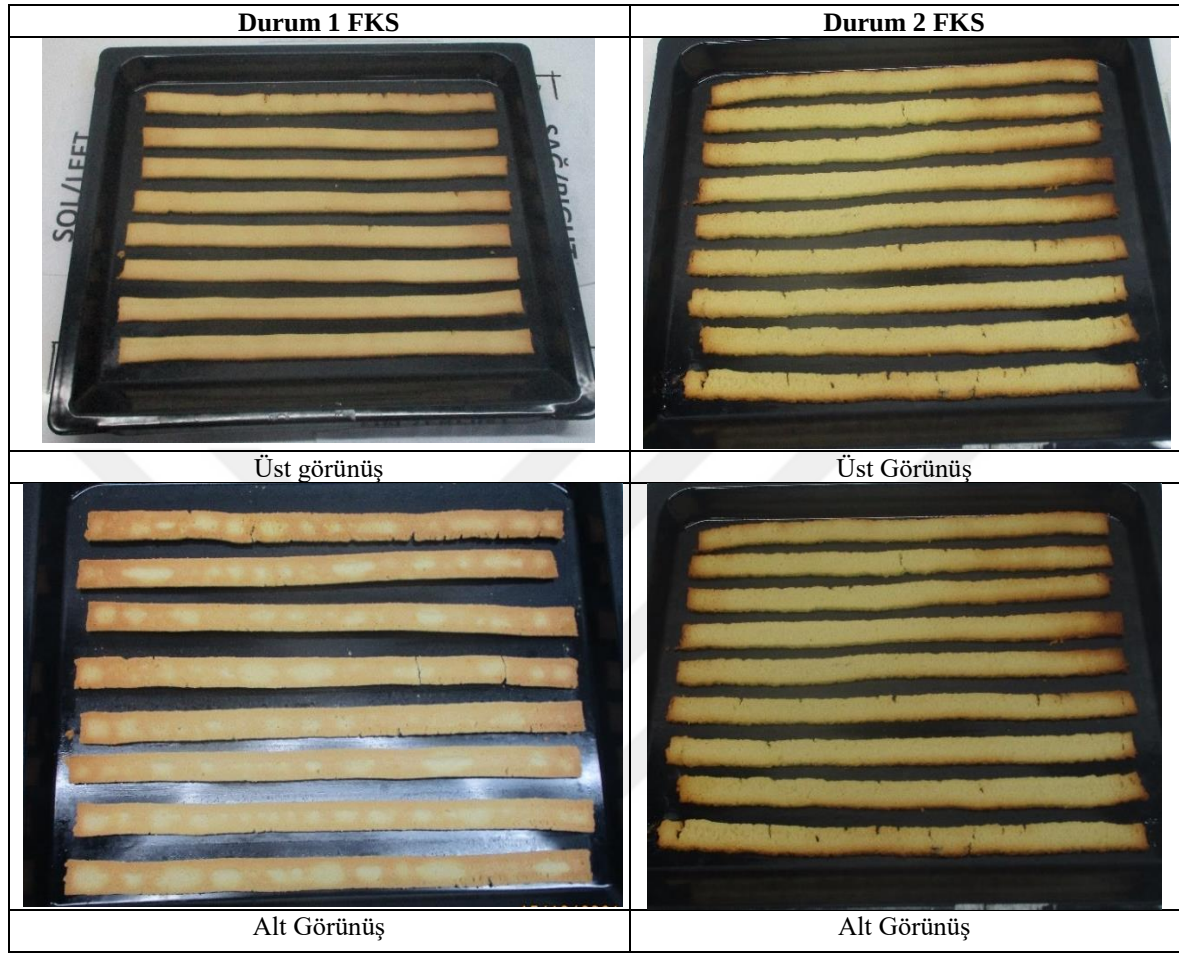
8 Numara İçin Referans Değerler			8 Numara İçin Referans Değerler		
L Değeri	a değeri	b Değeri	L Değeri	a değeri	b Değeri
68,1	18,6	39,1	68,1	18,6	39,1

Şekil 4.26. Ölçülen referans renk değerleri

MAK.	9	10
MİN.	8	8
FARK	1,00	2,00
ORTALAMA	8,24	8,61

Şekil 4.27. Galetalar üzerinde yapılan ölçüm sonuçları

Çizelge 4.18. Durum 1 ve durum 2 fks test görselleri



Çizelge 4.19. Durum 1 fks pişirme değerlendirme

Durum 1 fks pişirme değerlendirme çizelgesi			
Piştirilen Yiyecek; Galeta			
3.Raf Standart Tepsi			
Değerlendirilecek Noktalar	Değerlendirme Oranı %	Puan (1-5)	Final Puanı
Üst kısımdaki maksimum esmerleşme farkı	40	5	40
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme farkı	25	4	20
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	20	5	20
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	15	4	12
SONUÇ PUAN			92

Çizelge 4.20. Durum 1 fks galeta pişirme sonuç değerlendirme

Parametreler	Değerlendirme Oranı %	Raf	5	4	3	2	1
			Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü
Üst kısımdaki maksimum esmerleşme farkı	40	3	$0,0 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$2,0 < x \leq 3,0$	$3,0 < x \leq 4,0$	$4,0 < x$
			1				
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme farkı	25	3		2			
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	20	3	$7,5 < x < 8,5$	$7,0 < x < 7,5$ ya da $8,5 < x < 9,0$	$6,5 < x < 7$ ya da $9 < x < 9,5$	$6 < x < 6,5$ ya da $9,5 < x < 10,5$	< 6 ya da $> 10,5$
			8,24				
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	15	3		8,61			

Çizelge 4.21. Durum 2 fks pişirme değerlendirme

Durum 2 FKS Pişirme Değerlendirme Tablosu			
Pişirilen Yiyecek; Galeta			
3.Raf Standart Tepsi			
Değerlendirilecek Noktalar	Değerlendirme Oranı %	Puan (1-5)	Final Puanı
Üst kısımdaki maksimum esmerleşme farkı	40	4	32
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme farkı	25	5	25
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	20	3	12
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	15	4	12
SONUÇ PUAN			81

Çizelge 4.22. Durum 2 fks galeta pişirme sonuç değerlendirme

Parametreler	Değerlendirme Oranı %	Raf	5	4	3	2	1
			Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü
Üst kısımdaki maksimum esmerleşme farkı	40		0,0 <x <= 1,0	1,0 <x <= 2,0	2,0 <x <= 3,0	3,0 <x <= 4,0	4,0 <x
		3		2			
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme farkı	25	3	1				
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	20	3	7,5 <x <8,5	7,0 <x <7,5 ya da 8,5 <x <9,0	6,5 <x <7 ya da 9 <x <9,5	6 <x <6,5 ya da 9,5 <x <10,5	<6 ya da >10,5
					9,28		
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	15	3		8,84			

Küçük kekler

Bu testin amacı, özellikle pişirme sırasında yükselen bir karışım için dikey ve yatay ısı dağılımını değerlendirmektir.

İçindekiler

30 ila 40 küçük kek için bileşen miktarları Çizelge 4.23'de belirtilmiştir. Tekrarlanabilir bir sonuç için her zaman aynı miktarı hazırlanır ve fazla karışımı atılır.

Çizelge 4.23. Bileşen miktarları

İçerikler	Miktarları (g)	Uyarılar
Tereyağı, yağ içeriği ile (83 ± 2) %	$340 \pm 0,5$	Tuzsuz tereyağı kullanılmalıdır. Tuzsuz tereyağı yoksa karışıma eklenen tuzdan tereyağının tuz miktarı çıkarılmalıdır.
Beyaz şeker, ince (tane boyutu 0,10 mm ila 0,35 mm, d95/d05)	$340 \pm 0,5$	d95/d05: Şeker kristallerinin %90'ı bir tane boyutuna sahip olacaktır. 0,10 mm ila 0,35 mm.
Yumurtalar	$300 \pm 0,1$	Yaklaşık (55 ± 5) gr olan orta boy tavuk yumurtaları çırpılır ve homojen hale gelene kadar elenir, ardından tartılır. Dondurulmuş yumurta karışımı kullanılıyorsa, talimatları izlenir.
Kabartıcı içermeyen buğday unu, ağartılmamış. Mineral içeriği: maksimum %0,5 (kuru madde)	450 ± 1	Gluten: en az %24.
Kabartma tozu	$15 \pm 0,5$	Fosfat kabartma tozu (çift etkili) kullanılmalıdır (kabartma tozu değil).
Tuz	$6 \pm 0,1$	

Kâğıt kaplar

Kâğıt kalitesi, yüksekliği ve yayılmayı etkilediğinden, tekrarlanabilir sonuçlar için aynı marka kâğıt kalıplar kullanılmalıdır. Kâğıt kalıpların taban çapı 48 mm ve yüksekliği 29 mm'dir. 70 gr/m² ağartılmış yağlı kâğıttan imal edilmiştir (IEC 60 350-1).

Küçük kek sayısı ve fırın tepsisine yerleştirilmesi

Fırın tepsisi Madde 6.4'e göre ölçülmeli ve Madde 6.2'ye göre ölçülen boşluğun kullanılabilir genişliğinin en az %80'ini ve kullanılabilir derinliğinin %70'ini kaplamalıdır. Tedarik edilen fırın tepsisi veya talimatlarda tavsiye edilen fırın tepsisi bu boyutlara uyuyorsa, bu fırın tepsisi kullanılmalıdır. Tedarik edilen veya tavsiye edilen fırın tepsisi yukarıdaki duruma uymuyorsa veya herhangi bir öneride bulunulmuyorsa, yukarıdaki duruma uygun, alüminyumdan yapılmış, kaplamasız, mat yüzeyli, $(0,9 \pm 0,1)$ mm kalınlığında bir fırın tepsisi, dudak yüksekliği maksimum 6 mm kullanılacaktır. Fırın tepsilerinin genişliği ve derinliği ölçülür ve kenarları boyunca yerleştirilecek küçük kek sayısını vermek için her biri 75 mm'ye bölünür. Rakamlar tam bir kek sayısı verecek şekilde yuvarlanır. Tüm tepsi için toplam sayıyı elde etmek için kek sayısını derinlikten ve genişlikten çarpılır. Örneğin: 470 mm'lik bir genişliğin 75 mm'ye bölümü 6,3'e eşittir. Bu 6 sütun kek verir. 295 mm'lik derinliğin 75 mm'ye bölümü 3,9'e eşittir. Bu, 3 sıra kek verir. Bu nedenle tepsideki toplam keklerin sayısı 18'dir. En dıştaki keklerin tabanı, fırın tepsisinin kullanılabilir alanını kenarından yaklaşık 14 mm uzaklıkta olmalıdır. Kekleri birbirine değmeyecek şekilde tepsiye eşit şekilde dağıtılır. Aynı anda pişirilebilecek fırın tepsisi sayısı ile ilgili üreticinin talimatlarına uyulmalıdır.

Prosedürü

Başlamadan önce tüm malzemeler ortam sıcaklığında olmalıdır. Tereyağı ve şekeri bir yiyecek mikserinde karışım yumuşak ve soluk bir renk alana kadar çırpılır, böylece tüm şeker karışıma karışır. Yavaş yavaş yumurta karışımını eklenir. Un, kabartma tozu ve tuzu birlikte elenip ve yavaşça karışıma eklenir; karışımın homojen olmasını sağlamak için karıştırma kapının kenarından kalan kısımlar sıyrılıp karışma eklenir. Karışımın sıcaklığı karıştırmadan hemen sonra (23 ± 2) °C olmalıdır. Kutuları partinin dışından bozulma olmadan dikkatli bir şekilde soyarak kâğıt kutuların düzgün bir dairesel şekli koruduğuna dikkat edilir. Karışımından $(28 \pm 0,5)$ g kâğıt kalıpların ortasına koyun ve fırın tepsisine eşit şekilde yerleştirilir ve hemen pişirilir. Testler, Madde 7.4'teki testle belirlenen farklılıklara göre düzeltilmiş sıcaklık kontrol ayarları kullanılarak gerçekleştirilir.

Tek seviyede pişirme

Fonksiyon, sıcaklık, raf konumu ve ön ısıtma ile ilgili olarak çalıştırma kullanma kılavuzu talimatlarına uyulur. Ön ısıtma tavsiye edilirse, örneğin görsel veya sesli sinyal ile ön ısıtma aşamasının sonu belirtildiğinde veya önerilen bir ön ısıtma süresinden sonra cihaza küçük kekler yerleştirilir. Hiçbir talimat verilmemişse, cihaz cebri hava sirkülasyonu işlevi için 160 °C'ye veya geleneksel ısıtma işlevi için 185 °C'ye ayarlanır ve fırın tepsisi soğuk cihazın ortasına yerleştirilir. Küçük kekler pişerken fırın tepsisinin konumu değiştirilmemelidir. Tek seviyede pişirme yapılırken (ön ısıtma süresi dahil) pişirme süresi 40 dakikayı geçmemelidir.

İki seviyede pişirme

Pişirme tepsileri cihaza aynı anda üst üste yerleştirilir ve pişirme sonunda aynı anda çıkarılır. Küçük kekler pişerken fırın tepsilerinin konumu değiştirilmemelidir. Fonksiyon, sıcaklık, raf konumu ve ön ısıtma ile ilgili olarak çalıştırma talimatlarına uyulur. Ön ısıtma tavsiye edilirse, ön ısıtma aşamasının sonu örneğin görsel veya sesli sinyal ile belirtildiğinde veya önerilen bir ön ısıtma süresinden sonra küçük kekler cihaza yerleştirilir. İki seviyede küçük kekler için herhangi bir talimat yoksa, cihaz basınçlı hava sirkülasyonu işlevi için 160 °C'ye ayarlanır ve fırın tepsileri soğuk cihazda eşit aralıklarla yerleştirilir. Pişirme tepsilerinin yatay konumu, boşluk taban alanının ortasında olmalıdır. Levhaların dikey konumu, raf raflarında değişiklik yapılmadan kullanılabilir yüksekliğin üçte biri ve üçte ikisi arasında mümkün olduğunca yakın olacak şekilde yerleştirilmelidir. İki kademeli pişirmede (ön ısıtma süresi dahil) pişirme süresi 50 dakikayı geçmemelidir.

İkiden fazla seviyede pişirme

Kullanım kılavuzu aynı anda iki seviyeden fazla pişirmeyi öneriyorsa, kekler talimatlara uygun olarak pişirilir (ısıtma fonksiyonu, sıcaklık, raf konumu, ön ısıtma ve pişirme süresi).

Genel değerlendirme

Pişirme yapıldıktan sonraki 30 dakika içinde ölçüm yapılmalıdır, mümkün olan en geniş taban alanının değerlendirilebilmesi için kâğıt kutular çok dikkatli bir şekilde çıkarılır. 9.2.2.6.3'e göre değerlendirme için kaidenin en az %50'si hasarsız olacaktır. Aksi halde

deney tekrarlanmalıdır. Not: Küçük kekleri hızla soğutmak, kâğıt kalıpların temiz bir şekilde çıkarılmasına yardımcı olabilir. Keklerin üstünün ve tabanının kızarması, bunlar arasındaki kızarma farkları ve kabarma düzgünlüğü değerlendirilir. Küçük kekler aynı anda birkaç seviyede pişirilmişse, her bir tabaka ayrı ayrı (tek sonuç) ve ayrıca birlikte (genel sonuç) değerlendirilir. Bir veya daha fazla seviyede pişirilen bu küçük keklerin sonuçlarının gereksinimleri farklıdır. Değerlendirmede dikkate alınmalıdır.

Görsel değerlendirme

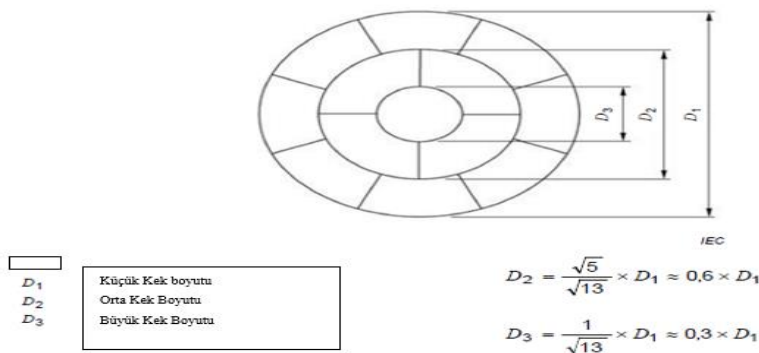
Karşılaştırmalı sonuçlar için esmerleşme değerlendirmesi, Şekil 4.29.'daki değerlendirme kriterleri kullanılarak görsel bir kontrole yapılabilir. Kahverengileşmenin değerlendirilmesinde TS 63350'de belirtilen kahverengi ton numaraları kullanılacaktır. Görsel kontrol için her tabla için aynı zemin rengi ve aydınlatma kullanılmalıdır.

Dijital değerlendirme

Kahverengileşme değerlendirmesinin tekrarlanabilir sonuçları için, renk tanıma ve çözünürlüğün doğrulanması gereklilikleri dışında, TS 63350'deki gereklilikleri karşılayan herhangi bir dijital ölçüm sistemi kullanılmalıdır.

Değerlendirme kriterleri (dijital ve görsel)

Aşağıdaki kriterler değerlendirme için geçerlidir: Küçük keklerin üzerine değerlendirme her küçük kekin üstü, Şekil 4.28'de şematik olarak gösterildiği gibi hemen hemen eşit boyutlu 13 bölüme ayrılmıştır. Değerler, her bir küçük pastanın boyutuna ve şekline uyarlanır.



Şekil 4.28. Küçük kekleri dilimlemek için şablon

Her bölümün tüm alanı için açıklık değerinin aritmetik ortalaması L^* hesaplanır. TS 63350'ye göre bir kahverengi gölge numarası belirlenir ve her kesit için raporlanır.

Üstte kabul edilebilir kızarma

Her bir yaprağın ve aynı anda pişirilen tüm yaprakların üzerindeki ortalama esmerleşme, gölge sayıları toplamının kek sayısının on üç katına bölünmesiyle hesaplanır, Formül 33'e bakılır.

$$\text{Ortalama Esmerleşme} = \frac{\text{Esmerleşme Sayılarının Toplamı}}{13 \times \text{Kek Sayısı}} \quad (33)$$

Üst kısımdaki ortalama esmerleşme bir ondalık basamağa kadar rapor edilir (sıra başına tek sonuç ve genel sonuç). Küçük kekler Şekil 4.29'a göre test sonuçları, yalnızca aynı anda pişirilen tüm fırın tepsilerinin üzerindeki ortalama esmerleşme 9,5 – 10,5 gölge sayısı aralığındaysa kabul edilecektir. Aksi takdirde, deney değiştirilmiş bir ayarla tekrarlanmalıdır. Pişirme süresi tek seviyede pişirme için 40 dakikayı (ön ısıtma süresi dahil) veya iki seviyede pişirme için 50 dakikayı (ön ısıtma süresi dahil) aşarsa, fırın sıcaklığı buna göre artırılmalıdır. Karşılaştırılabilir bir sonuç için ortalama esmerleşme verilen aralık içinde olmalıdır. Üstte CPB (kekler düzgün şekilde kızardı) En az bir bölümü 8 ile 12 aralığı dışında bir gölge numarasına sahip olan tüm kekler dahil değildir. CPB = tüm bölümlerin 8 ile 12 arasında gölge numaralarına sahip olduğu kek sayısı Üstte PPB (düzgün şekilde kızarma yüzdesi) $PPB = CPB / \text{toplam kek sayısı} \times \%100$ Üstte esmerleşme farkı;

Tüm bölümlerin gölge sayıları arasındaki maksimum fark belirlenir ve her bir fırın tepsisinin üst kısmında ayrı ayrı ve aynı anda pişirilen tüm kağıtların (yaprak başına tek sonuç ve genel sonuçlar) kızarma farkı olarak rapor edilir.

Küçük keklerin tabanının değerlendirilmesi. Her küçük kekin tabanının hasar görmemiş kısmı için hafiflik değeri L^* belirlenir. TS 63350'ye göre bir kahverengi ton numarası belirlenir ve her küçük kek için not edilir. Her küçük pastanın tabanının en az %50'si, kâğıt kasa çıkarıldıktan sonra zarar görmemelidir. Aksi takdirde test tekrarlanmalıdır.

Tabanda ortalama esmerleşme

Her bir tabaka için ayrı ayrı ve aynı anda pişirilen tüm tabakalar için tabandaki ortalama esmerleşme, gölge sayıları toplamının kek sayısına bölünmesiyle hesaplanır, Formül 34'e göre bakılır.

$$\text{Tabanda Ortalama Esmerleşme} = \frac{\text{Esmerleşme Sayılarının Toplamı}}{\text{Kek Sayısı}} \quad (34)$$

Tabandaki ortalama esmerleşme tepsi başına tek sonuç ve genel sonuç olarak rapor edilir.

Tabanda esmerleşme farkı

Esmerleşme sayıları arasındaki maksimum esmerleşme farkı belirlenir ve her bir fırın tepsisinin tabanında ayrı ayrı ve aynı anda pişirilen tüm kağıtlar için tepsi başına tek sonuç ve genel sonuç) esmerleşme farkı olarak rapor edilir.

Üst ve taban (üst – taban) arasındaki kızarma farkının değerlendirilmesi. Üst ve taban arasındaki esmerleşme farkı, tabandaki ortalama esmerleşmenin üstteki ortalama esmerleşmeden çıkarılmasıyla hesaplanır. Üst ve taban arasındaki kızarma farkı Formül 35'e göre (mutlak değer), her tepsi için ayrı ayrı ve aynı anda tek sonuç ve genel sonuç olarak rapor edilir.

$$\begin{aligned} \text{Üst} - \text{Alt} = \\ (\text{Üst Tarafın Ortalama Esmerleşmesi} - \\ \text{Alt Tarafın Ortalama Esmerleşmesi}) \end{aligned} \quad (35)$$

Küçük keklerin yüksekliğinin ölçülmesi

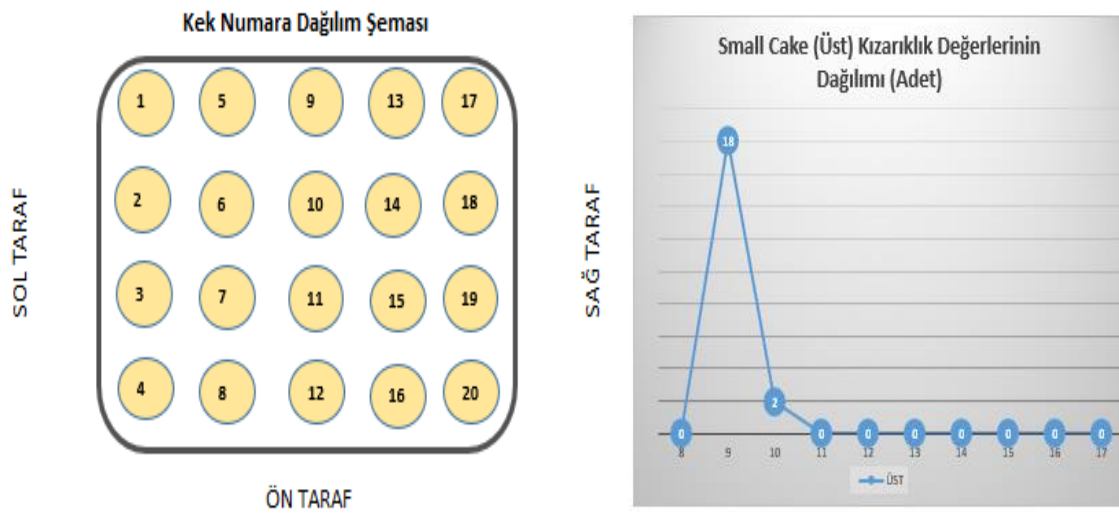
Her küçük kekin en yüksek noktası ölçülür ve milimetre olarak kaydedilir. Kesme veya bıçaklama pastanın yüksekliğini etkilemeyecektir. Minimum yükseklik ve maksimum yükseklik her tepsi için ayrı ayrı kaydedilir.

Çizelge 4.24. On numaralı referans renk değerleri için ölçülen değerler

10 Numara İçin Referans Değerler		
L Değeri	A Değeri	B Değeri
57	19,8	31,5

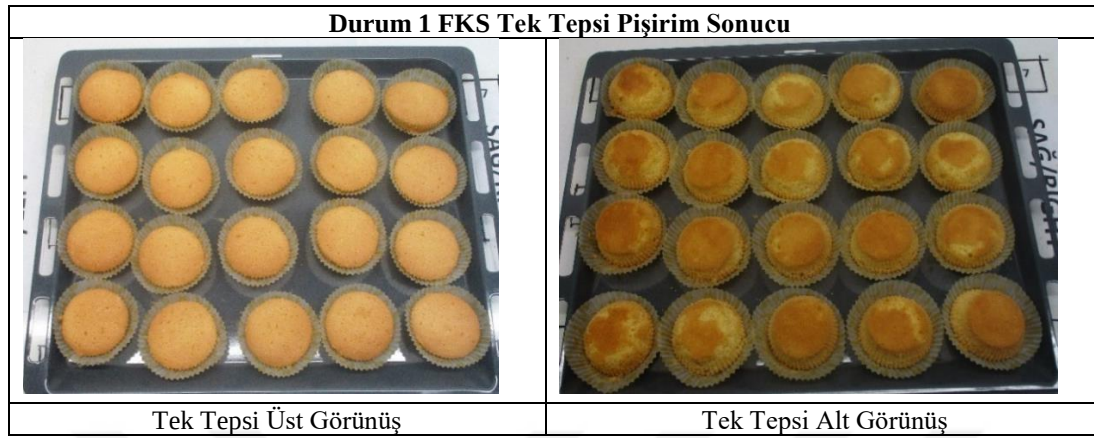
Kek No	Üst Kızarıklık Değerleri	Alt Kızarıklık Değerleri
1	10	12
2	9	11
3	9	12
4	9	11
5	9	10
6	9	11
7	9	11
8	9	10
9	9	10
10	9	10
11	9	10
12	9	11
13	9	10
14	9	10
15	9	11
16	9	11
17	10	11
18	9	11
19	9	10
20	9	10
Ortalama Kızarıklık	9,10	10,65
Ort. Kızarıklık Farkı	1,55	
Max. Kızarıklık Değeri	10	12
Min. Kızarıklık Değeri	9	10
Max ve Min Kızarıklık Değer Farkı	1	2
PPB Yüzdesi (8-12)	100	
CPB Sayısı (8-12)	20	
SAY8	0	
SAY9	18	
SAY10	2	
SAY11	0	
SAY12	0	
SAY13	0	
SAY14	0	
SAY15	0	
SAY16	0	
SAY17	0	
Max. Yükseklik Farkı	4,46	

Şekil 4.29. Küçük kekleri ölçüm tablosu



Şekil 4.30. Küçük keklerin ölçüm sırası ve renk dağılımı

Çizelge 4.25. Durum 1 fks tek tepsi pişirim görselleri



Çizelge 4.26. Durum 1 fks tek tepsi pişirme değerlendirme çizelgesi

Durum 1 FKS Pişirme Değerlendirme Tablosu			
Pişirilen Yiyecek; Kâğıt Kek			
3.Raf Standart Tepsi			
Değerlendirilecek Noktalar	Değerlendirme Oranı %	Puan (1-5)	Final Puanı
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	20	4	16
Üst Kısımdaki esmerleşme farkı	30	5	30
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	10	4	8
Üst Kısımdaki esmerleşme farkı	20	4	16
Alt ve Üst Kısım esmerleşme farkı	20	4	16
SONUÇ PUAN			86

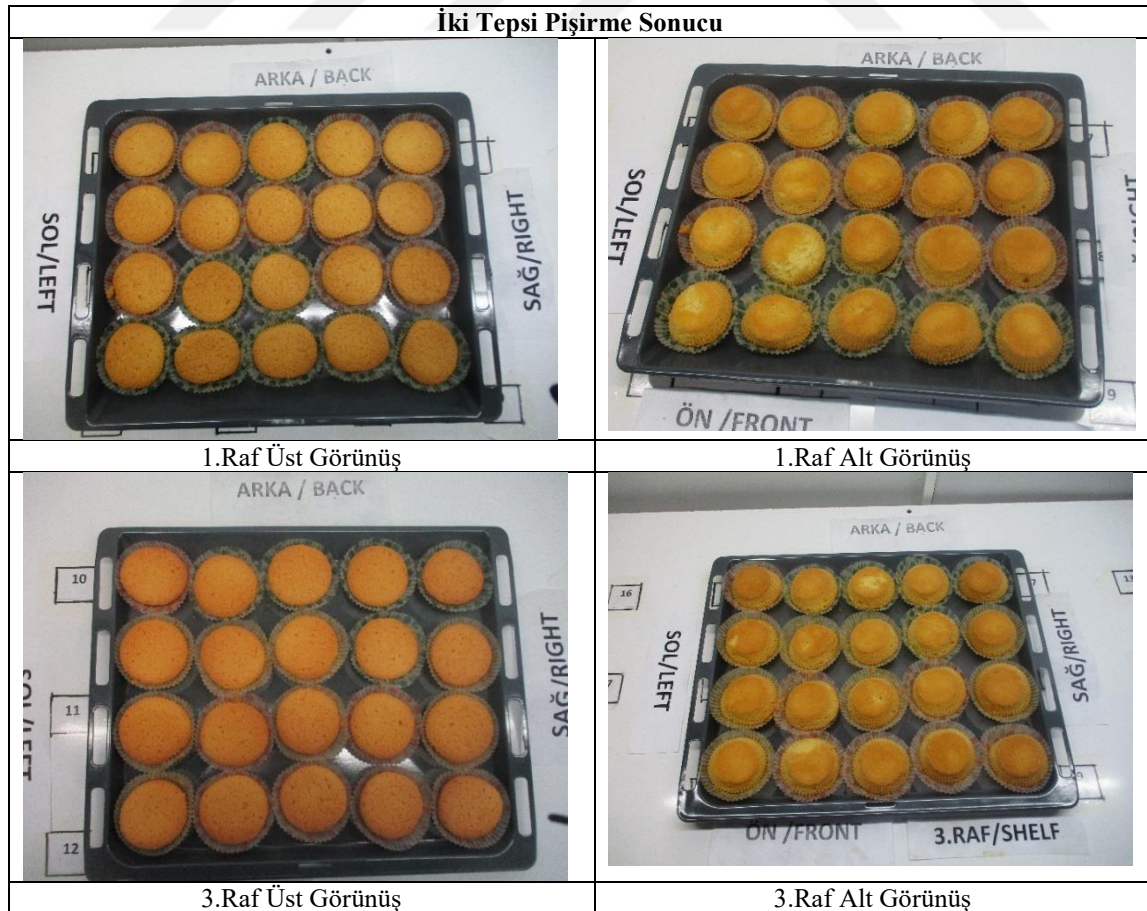
Çizelge 4.27. Durum 1 fks tek tepsi puan kriteri çizelgesi

Durum 1FKS Puan kriter tablosu							
Parametreler	Değerlendirme Oranı %	Raf	5	4	3	2	1
			Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	30		9,5 <x <10,5	9,0 <x <9,5 ya da 10,5 <x <11,0	8,5 <x <9,0 ya da 11,0 <x <11,5	8,0 <x <8,5 ya da 11,5 <x <12,0	<8,0 ya da >12,0
				9,1			

Çizelge 4.28. (devamı)

Üst Kısımdaki esmerleşme farkı	20	3	$0,0 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$3,0 < x \leq 4,0$	$4,0 < x$
			1				
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	10	3	$9,5 < x < 10,5$	$9,0 < x < 9,5$ ya da $10,5 < x < 11,0$	$8,5 < x < 9,0$ ya da $11,0 < x < 11,5$	$8,0 < x < 8,5$ ya da $11,5 < x < 12,0$	$< 8,0$ ya da $> 12,0$
				10,65			
Alt Kısımdaki esmerleşme farkı	20	3	$0,0 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$2,0 < x \leq 3,0$	$3,0 < x \leq 4,0$	$4,0 < x$
				2			
Alt ve Üst Kısım esmerleşme farkı	20		$0,0 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$2,0 < x \leq 3,0$	$3,0 < x \leq 4,0$	$4,0 < x$
				1,55			

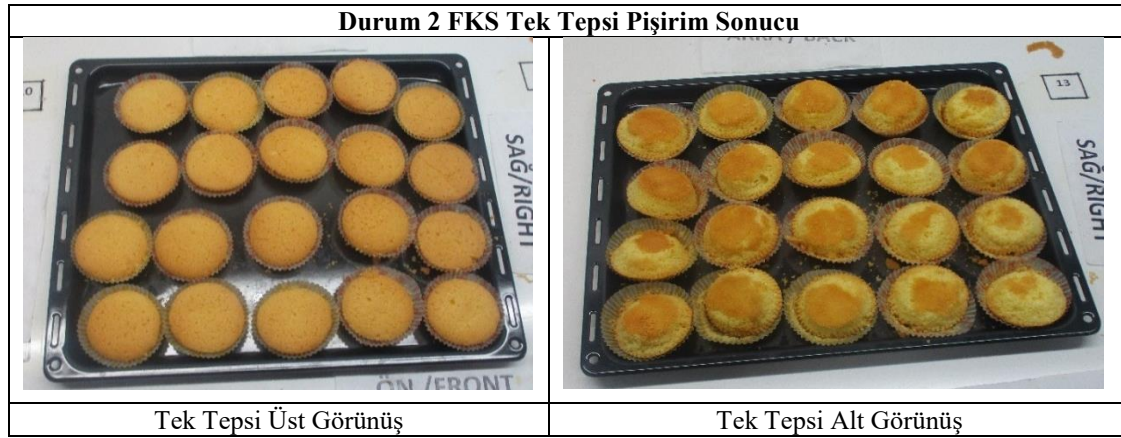
Çizelge 4.29. Durum 1 fks iki tepsi pişirim görselleri



Çizelge 4.30. Durum 1 fks üç tepsi pişirim görselleri

Üç Tepsi Pişirme Sonucu	
	
1. Raf Üst Görünüş	1. Raf Alt Görünüş
	
3. Raf Üst Görünüş	3. Raf Alt Görünüş
	
5. Raf Üst Görünüş	5. Raf Alt Görünüş

Çizelge 4.31. Durum 2 fks tek tepsi pişirim görselleri



Çizelge 4.32. Durum 2 fks tek tepsi pişirme değerlendirme çizelgesi

Durum 2 FKS Pişirme Değerlendirme Tablosu			
Pişirilen Yiyecek; Kâğıt Kek			
3.Raf Standart Tepsi			
Değerlendirilecek Noktalar	Değerlendirme Oranı %	Puan (1-5)	Final Puanı
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	20	4	16
Üst Kısımdaki esmerleşme farkı	30	5	30
Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	10	4	8
Üst Kısımdaki esmerleşme farkı	20	3	12
Alt ve Üst Kısım esmerleşme farkı	20	4	16
SONUÇ PUAN			82

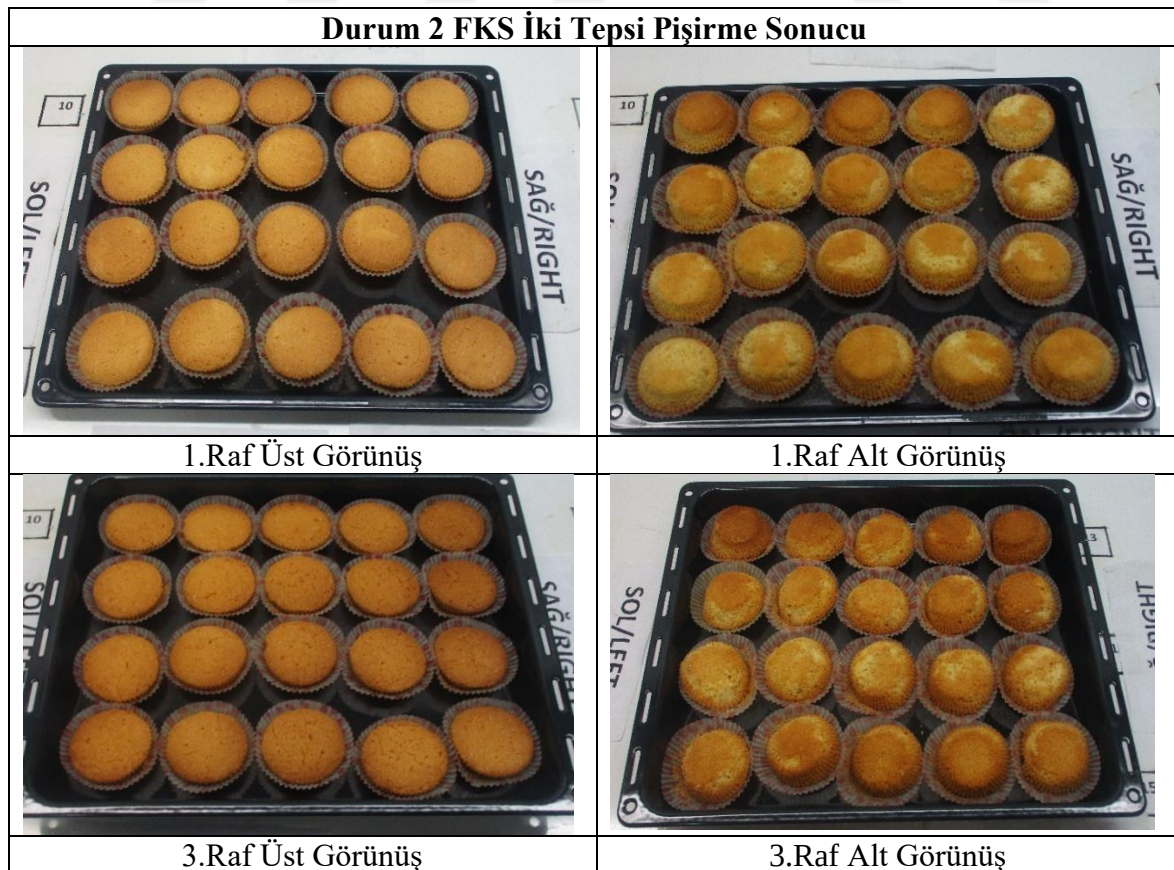
Çizelge 4.33. Durum 2 fks tek tepsi puan kriteri çizelgesi

Durum 2 FKS Puan kriter tablosu							
Parametreler	Değerlendirme Oranı %	Raf	5	4	3	2	1
			Çok İyi	İyi	Orta	Kötü	Çok Kötü
Üst kısımdaki ortalama esmerleşme	30		9,5 < x < 10,5	9,0 < x < 9,5 ya da 10,5 < x < 11,0	8,5 < x < 9,0 ya da 11,0 < x < 11,5	8,0 < x < 8,5 ya da 11,5 < x < 12,0	< 8,0 ya da > 12,0
				9,35			
Üst Kısımdaki esmerleşme farkı	20	3	0,0 < x <= 1,0	1,0 < x <= 2,0	1,0 < x <= 2,0	3,0 < x <= 4,0	4,0 < x
			1				

Çizelge 4.34. (devamı)

Alt kısımdaki ortalama esmerleşme	10	3	$9,5 < x < 10,5$	$9,0 < x < 9,5$ ya da $10,5 < x < 11,0$	$8,5 < x < 9,0$ ya da $11,0 < x < 11,5$	$8,0 < x < 8,5$ ya da $11,5 < x < 12,0$	$< 8,0$ ya da $> 12,0$
				10,85			
Alt Kısımdaki esmerleşme farkı	20	3	$0,0 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$2,0 < x \leq 3,0$	$3,0 < x \leq 4,0$	$4,0 < x$
					3		
Alt ve Üst Kısım esmerleşme farkı	20		$0,0 < x \leq 1,0$	$1,0 < x \leq 2,0$	$2,0 < x \leq 3,0$	$3,0 < x \leq 4,0$	$4,0 < x$
				1,50			

Çizelge 4.35. Durum 2 fks iki tepsi pişirim görselleri



Çizelge 4.36. Durum 2 fks üç tepsi pişirim görselleri

Durum 2 FKS Üç Tepsi Pişirme Sonucu	
	
1.Raf Üst Görünüş	1.Raf Alt Görünüş
	
3.Raf Üst Görünüş	3.Raf Alt Görünüş
	
5.Raf Üst Görünüş	5.Raf Alt Görünüş

Çizelge 4.37. Pişirim sonuçlarının karşılaştırılması

Pişirim Sonuçlarının Karşılaştırılması						
	Tek Tepsi	Süre-Enerji Tüketim Değerleri	İki Tepsi	Süre-Enerji Tüketim Değerleri	Üç Tepsi	Süre-Enerji Tüketim Değerleri
Durum 1 FKS	86	30DK-0,618 KWh	92	37 DK-0,658 KWh	76	42 DK-0,836 KWh
Durum 2 FKS	82	33DK-0,625 KWh	72	43 DK-0,735 KWh	51	55DK-0,927 KWh

Durum 1 ve durum 2 FKS'ler de yapılan pişirimler tek tepsi için 150 °C sıcaklık ayarı yapılırken 2 ve 3 tepsi pişirimlerde 160°C sıcaklık ayarı yapılmıştır. Pişirim sonuçları test için belirli olan referans renk baz alınarak kekler üzerinde belli notlarda alınan değerlerin ortalaması ile hesaplama tablosuna girilerek puanlar elde edilir. Yapılan pişirimlerde FKS'lerin pişirme sürecinde harcadıkları enerji değerleri kaydedilmiş olup, durum 1 FKS'nin durum 2 Fks 'ye göre daha az enerji tüketimi ile daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür.

Isı sağlama yeteneği

Yağsız pandispanya

Bu testin amacı, orta rafta ve orta sıcaklıkta pişirim yapılarak, ısı kaynağının düzgünlüğünü değerlendirmektir. Bu test, yalnızca karşılaştırmalı testler için geçerlidir.

İçindekiler

100 gr beyaz buğday unu, kabartıcı olmadan, 100 gr mısır nişastası (mısır nişastası), 3 gr kabartma tozu, 150 gr pudra şekeri (maksimum tane büyüklüğü 0,3 mm), 3 yumurta (55 g ila 60 g, kabuklu), 30 ml su (yaklaşık 45 °C), bu malzemeler bir kek yapmak için yeterlidir.

Prosedür

Yumurta aklarını sarılarından ayırılır. Yumurta aklarını su ile katı bir kıvam alana kadar çırpılır. Şeker ve yumurta sarılarını ekleyip 2,5 dakika çırpılır. Buğday unu, mısır unu ve kabartma tozunu birlikte elenir ve yavaşça yumurta ve şeker karışımına eklenir. Yağlanmamış bir fırın tepsisinin tabanına yağlı kâğıt serilir. Çelikten imal edilmiş, siyah renkli, yapışmaz kaplamasız, emeyesiz iç taban çapı (260 ± 15) mm ve yüksekliği (65 ± 10) mm'dir. Hamuru kaşıkla ve eşit kalınlıkta dağıtılır. Ön ısıtma, cihaza yerleştirme ve termostat ayarı ile ilgili olarak bu tür keklerin kullanım talimatlarına uyulur. Herhangi bir talimat verilmemişse, pastayı mümkün olduğu kadar fırın boşluğun merkezine yakın yerleştirilir ve kontrolü ise, fırın sıcaklığı basınçlı hava sirkülasyonu olan fırınlar için 150 °C ve doğal konveksiyonlu fırınlar için 175 °C olacak şekilde ayarlanır. Yaklaşık 35 dakika piştikten sonra keki cihazdan çıkarılır ve soğumaya bırakılır. Kek kalıptan çıkarılır ve kâğıt astarı

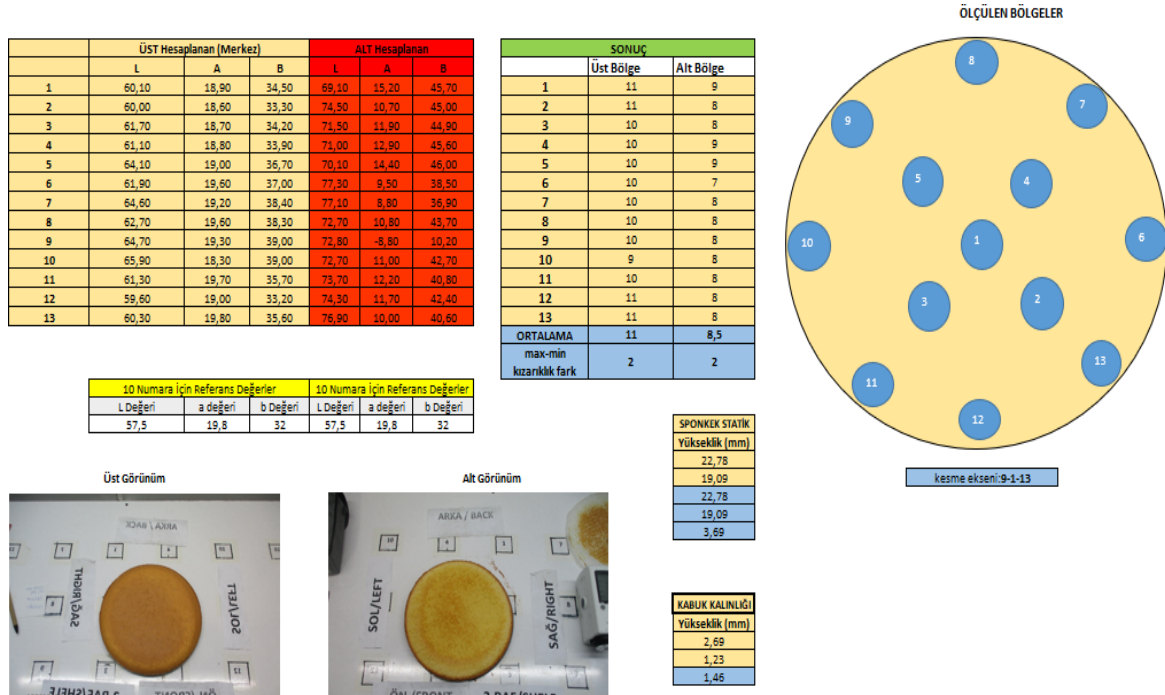
dikkatlice çıkarılır. Kullanım talimatı keklerin birden fazla seviyede pişirilebileceğini belirtiyorsa, test buna göre yapılır.

Değerlendirme

TS 63350'de belirtilen kahverengi ton tablosu kullanılacaktır. Küçük uygunsuzluklar göz ardı edilir. Aşağıdaki sonuçlar belirtilmiştir:

- Üst kısımdaki maksimum kızarma farkı
- Alt kısımda maksimum kızarma farkı

Kek ortadan dikey olarak kesilir ve pişmesi değerlendirilir. Pastanın yüksekliği merkezde ve kenarın en alçak ve en yüksek noktasında ölçülür. Fırınlamanın değerlendirilmesi, kabuğun kalınlığının, çatlakların, kraterlerin ve dokunun görsel değerlendirmesini içerir. Fotoğraflar pişirme sonucunu belgelenebilir. Yapılan teste Durum 1 FKS'nin durum 2'ye göre aynı süre ve sıcaklıklarda daha fazla kabarma, daha fazla pişirme yaptığı görülmüştür. Yapılan değerlendirmede alınana puanlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır.



Şekil 4.31. Yağsız pandispanya ölçüm yöntemi

Çizelge 4.38. Yağsız pandispanya puan çizelgesi

Yağsız Pandispanya Puan Tablosu		
	Durum 1 FKS	Durum 2 FKS
Süre	32 dk.	32 dk.
Puan	80 puan	72 Puan

Çizelge 4.39. Durum 1 ve durum 2 fks yağsız pandispanya pişirim görselleri

Durum 1 FKS	Durum 2 FKS
	
Üst Görünüş	Üst Görünüş
	
Alt Görünüş	Alt Görünüş
	
Kalınlık Ölçümü	Kalınlık Ölçümü

Çizelge 4.40. (devamı)

	
Kabuk kalınlığı görünümü	Kabuk kalınlığı görünümü

Elmalı turta

Amac

Bu testin amacı, içi dolgulu bir malzeme için yeterli ısı sağlama yeteneğini değerlendirmektir. Bu test, yalnızca karşılaştırmalı testler için geçerlidir.

İçindekiler

Hamur için: 300 gr kabartıcı içermeyen beyaz buğday unu, 175 gr yağ oranı % (83 ± 2) olan tereyağı (tuzlu), 75 gr pudra şekeri (maksimum tane büyüklüğü 0,3 mm), 1 yumurta (55 g ila 60 g, kabuklu), ≤ 50 ml su Dolgu için 25 gr beyaz ekmek kırıntısı, 50 gr çekirdeksiz kuru üzüm, 400 gr taze pişmiş elma (hazır ağırlık), 75 g pudra şekeri, tane büyüklüğü maksimum 0,3 mm, bu malzemeler bir pasta yapmak için yeterlidir.

Prosedür

Un, şeker ve tereyağı birlikte karıştırılır. Çırpılmış yumurtayı ve yumuşak bir hamur elde etmek için yeterli suyu eklenir. Homojen bir kıvama gelene kadar karıştırılır ve hamur bir top haline getirilir. Hamur üzeri örtülüp en az yarım saat (5 ± 2) °C sıcaklıktaki buzdolabında saklanır. Elmaları soyulur, çekirdekler çıkarılır ve yaklaşık 13 mm kalınlığında dilimler halinde kesilir. Hamuru buzdolabından çıkarılır ve üçte iki ve üçte bir porsiyona bölünür, Her parça tekrar yoğurmadan 5 mm kalınlığında açılır. İç taban çapı (200 ± 15) mm ve yüksekliği (50 ± 15) mm olan bir fırın tepsisinin tabanını ve kenarlarını hizalamak için daha

büyük kısmı kullanılır. Pişirme tepsisi çelikten yapılmıştır, siyah renklidir ve yapışmaz kaplaması yoktur ve emaye değildir. Ekmek kırıntılarını hamurun üzerine eşit şekilde serpilir. Elma dilimlerini, kuru üzüm ve şeker galeta ununun üzerine eşit şekilde gelecek şekilde yerleştirilir. En üstü kalan hamur tabakası ile kaplanır. Kenarları kapatılır ve düzeltilir. Buharın kaçmasına izin vermek için üstte bir kesik yapılır. Bu turta için ön ısıtma, fırına yerleştirme, kontrol ayarı ve pişirme süresi ile ilgili kullanım talimatlarına uyulur. Eğer ki kullanma kılavuzunda herhangi bir talimat verilmemişse, turta mümkün olduğu kadar boşluğun merkezine yakın konumlandırılır ve termostat, basınçlı hava sirkülasyonu olan fırınlar için ortalama fırın sıcaklığı 160 °C ve doğal sirkülasyonlu fırınlar için 185 °C olacak şekilde ayarlanır. Konveksiyon ve turta pişene kadar cihazda bırakılır. Cebri hava sirkülasyonlu fırınlarda, her rafa bir turta yerleştirilmek üzere, kullanma talimatına uygun olarak maksimum raf sayısı kullanılır. Tüm turtalar aynı anda cihazdan çıkarılır. Doğal konveksiyonlu fırınlarda kullanma talimatına uygun olarak tek rafta veya iki ayrı rafta aynı anda en fazla iki turta pişirilir. İki ayrı raf kullanılıyorsa, önce pastalardan biri cihazdan çıkarılıp diğeri yerine taşınabilir. Alternatif olarak turtalar bir kez değiştirilebilir. Cihazda iki turtayı aynı anda pişirmek için yeterli alan yoksa sadece bir turta pişirilir.

Değerlendirme

Turta fırında çıkarılır ve soğumaya bırakılır. Turtanın üst ve alt kısmındaki kızarma üniformitesi, belirlenen renk ölçme aleti veya TS 63350'de belirtilen kahverengi ton cetveli kullanılarak değerlendirilir. Aşağıdaki sonuçlar belirtilmiştir:

- Üst kısımdaki maksimum kızarma farkı,
- Alt kısımda maksimum kızarma farkı.

Pasta dikey olarak kesilir ve dolgunun yeterince pişip pişmediğini kontrol etmek için değerlendirilir. Pişirme süresi belirtilir. Yapılan testte turtalar süre, sıcaklık ve görsel olarak değerlendirilmiştir. 170 °C derecede pişirilen turtalar durum 1 fks de 50 dakikada pişerken, durum 2 fks 55 dakikada piştiği gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.42. Durum 1 ve durum 2 fks elmalı turta pişirim görselleri

Durum 1 FKS	Durum 2 FKS
Üst Görünüş	Üst Görünüş
Alt Görünüş	Alt Görünüş
İç dolgu	İç dolgu

Dörtlü Milföy Böreği Isı sağlama yeteneği**Amaç**

Bu testte amaç fırın içerisinde dörtlü milföy pişiriminin yapılması ile fırındaki dikey ve yatay ısı dağılımının daha geniş alanda incelenmek istenilmektedir.

İçindekiler

Milföy hamuru standart marketlerde hazır olarak satılan sıradan marka hamurdan alınarak test gerçekleştirir. İç harç olarak peynir koyulur. Milföy hamuru üzerine yumurta gibi herhangi bir sos sürülmez.

Prosedür

Bu test için ön ısıtma, fırına yerleştirme, kontrol ayarı ve pişirme süresi ile ilgili kullanım talimatlarına uyun. Herhangi bir talimat verilmemişse, test tepsileri belirlenen raflara konumlandırılır ve termostat, basınçlı hava sirkülasyonu olan fırınlar için ortalama fırın sıcaklığı 160 °C ve doğal sirkülasyonlu fırınlar için 185 °C olacak şekilde ayarlanır. Milföyler pişene kadar cihazda bırakılır. Cebri hava sirkülasyonlu fırınlarda, her rafa bir tepsi yerleştirilmek üzere, kullanma talimatına uygun olarak maksimum raf sayısı kullanılır. Tüm tepsiler aynı anda cihazdan çıkarılır.

Değerlendirme

Tepsiler cihazdan çıkarılır ve soğumaya bırakılır. Milföylerin üst ve alt kısmındaki kızarma üniformitesi, belirlenen renk ölçme aleti veya TS 63350'de belirtilen kahverengi ton cetveli kullanılarak değerlendirilir.

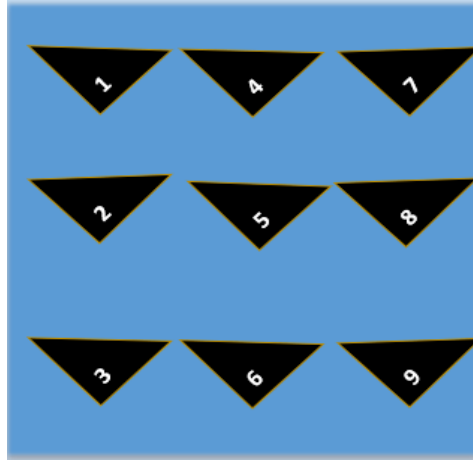
Aşağıdaki sonuçlar belirtilmiştir:

- Üst kısımdaki maksimum kızarma farkı,
- Üst kısımdaki ortalama kızarıklık,
- Alt kısımda maksimum kızarma farkı,
- Alt kısımdaki ortalama kızarıklık,

Milföylerin kabarıklıkları kontrol edilerek yeterince pişip pişmediğini kontrol etmek için değerlendirilir. Pişirme süresi belirtilir.

Renk Numarası	NCS Renk Kodu	Değerler
17	S 8502-Y	30,2<L<34,4
16	S 7020-Y50R	34,3<L<38,6
15	S 6030-Y50R	38,5<L<44,5
14	S 5040-Y40R	44,4<L<50,4
13	S 4050-Y30R	50,3<L<53,4
12	S 4040-Y30R	53,3<L<56,6
11	S 4030-Y30R	56,5<L<60,5
10	S 3040-Y30R	60,4<L<65,7
9	S 2060-Y20R	65,6<L<71,1
8	S 2040-Y20R	71<L<77,1
7	S 1050-Y20R	77<L<80,1
6	S 1040-Y20R	80<L<88,1
5	S 0530-Y10R	88<L<90,9
4	S 0520-Y10R	90,8<L

L	A	B
57,3	19,5	30,5



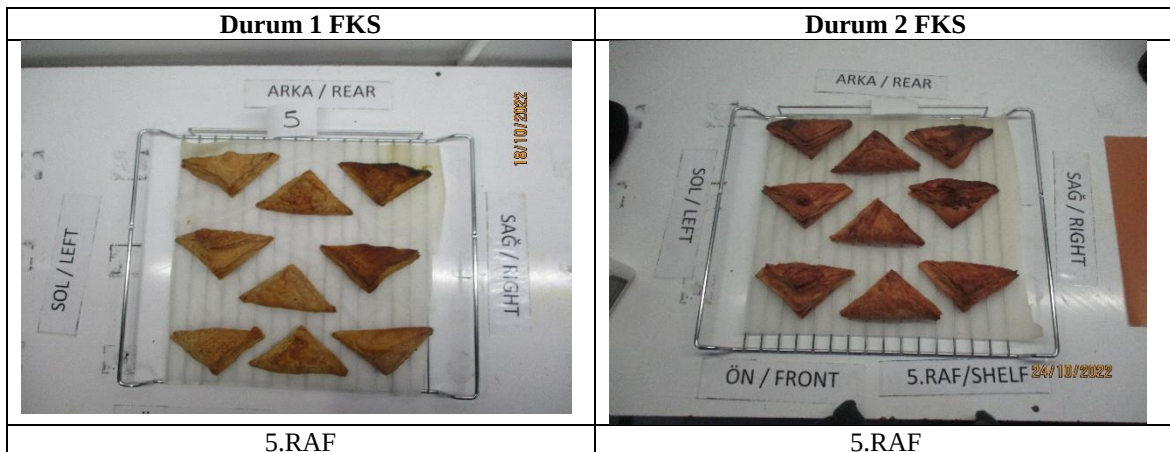
Şekil 4.32. Dörtlü milföy referans renk kodu ve ölçüm sırası

Durum 1 ve Durum 2 FKS'ler de yapılan pişirimler 4 tepsi için 180 °C sıcaklık ayarı yapılmıştır. Pişirim sonuçları test için belirli olan referans renk baz alınarak milföy börekleri üzerinde belli notlarda alınan değerlerin ortalaması ile hesaplama tablosuna girilerek puanlar elde edilmiştir, ölçüm sistemine göre durum 1 FKS'nin durum 2 FKS 'den daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür.

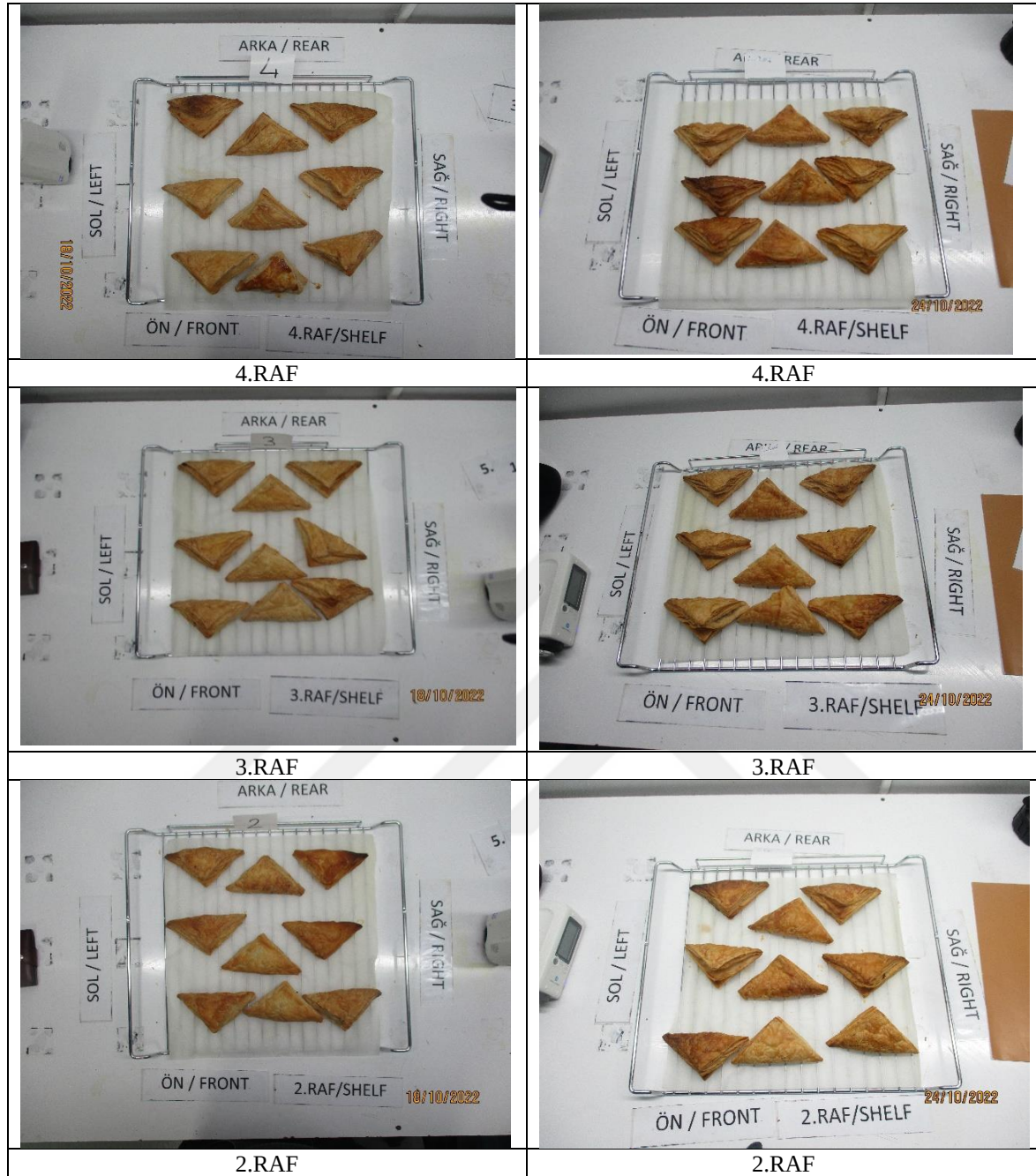
Çizelge 4.43. Durum 1 ve durum 2 fks dörtlü milföy puan çizelgesi

Mılfoý Puan Tablosu		
	Durum 1 FKS	Durum 2 FKS
Süre	50 dk.	56 dk.
Puan	41 puan	37 Puan

Çizelge 4.44. Durum 1 ve durum 2 fks dörtlü milföy pişirim görselleri



Çizelge 4.45. (devamı)



Tepsi üzerinde belli noktalarda sıcaklık verisinin alınması

Bu testte durum 1 ve durum 2 FKS'ler de 5 noktaya bağlanan termokupllar ile normal bir çalışmada fırın FKS'nin davranışı incelenmiştir. Çalışma 3 tepside yapılmış olup, fksnin dikey ve yatay ısı dağılımı belirlenmeye çalışmış, raflar arası sıcaklık değeri farkına bakılmıştır. Bu yöntem ile tek seferde yapılacak farklı tip yiyeceklerin hangi rafta pişirilebileceği konusunda yardımcı olması amaçlanmıştır. Fırın 1 saat boyunca çalıştırılmıştır ortalama sıcaklık verileri alınmıştır. Alınan veriler sonucunda Durum 1

FKS'nin sıcaklık değerlerinin ve sıcaklık sapma değerlerinin daha tutarlı olduğu görülmüştür.

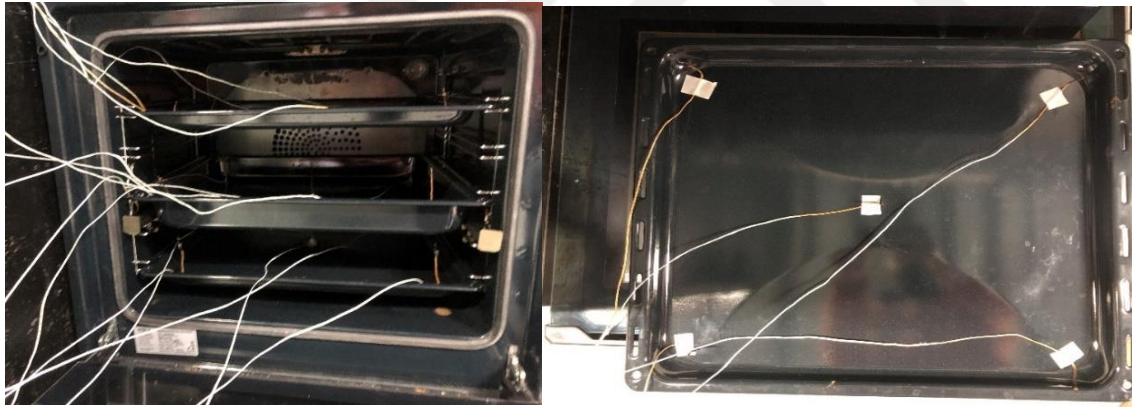
5.RAF	167,0		166,5
		165,6	
	162,0		159,8
3.RAF	160,8		171,9
		157,8	
	163,9		146,6
1.RAF	165,4		164,6
		157,2	
	168,8		143,0

(a)

5.RAF	156,3		155,9
		166,9	
	156,1		162,2
3.RAF	153,5		160,8
		150,6	
	154,6		144,8
1.RAF	165,1		140,6
		154,5	
	152,0		140,3

(b)

Şekil 4.33. Durum 1 (a) ve durum 2 (b) fks ortalama sıcaklık verileri



Resim 4.15. Tepsi üzerine yerleştirilen termokupl konumları

5. SONUÇ VE TARTIŞMA

Modern dünyada insan yaşamının konfor ve kalitesini artırılmaya başlandığından beri dünyada ve ülkemizde enerji tüketim değerleri yıllarca artmaktadır. Tüketilen enerji kaynaklarının en önemlisi şüphesiz ki elektrik en üst sırada yer almaktadır. Elektrik günlük yaşamımız da çok büyük bir yer almaktadır. Özellikle evlerde kullanılan ev aletlerinin büyük çoğunluğu elektrik vasıtasıyla çalışmaktadır. Elektrikli ev aletlerinin tükettiği enerji miktarı ülke ekonomilerinde önemli yer tutmaktadır. Bu kapsamda özellikle ülke bakanlıkları ve beyaz eşya firmaları enerji sarfiyatının düşürülmesi amacıyla belli Ar-Ge çalışmaları yapmaktadır. Enerji tüketim değerlerinin azaltılması maddi olarak değil aynı zamanda gelecekte yaşanılabilir bir dünya bırakmak adına büyük önem arz etmektedir.

Özellikler ülkemizin de dahi olduğu Avrupa Birliği enerji politikası fasıl 15'te belirtilen 3 temel amacı bulunmaktadır.

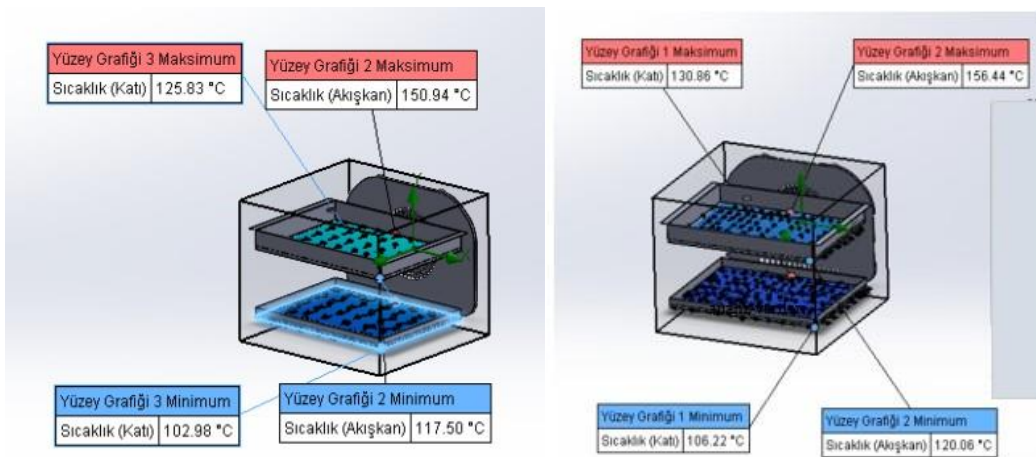
1. Topluluğun rekabet edilebilirliğine katkı sağlamak,
2. Enerji arz güvenliğini temin etmek,
3. Sürdürülebilir kalkınma temelinde çevrenin korunmasına katkı sağlamak.

Avrupa Birliği enerji politikası konusunda kararlı bir siyasi irade ortaya koyarak ortak bir enerji politikası oluşturma yolunda ilerlemektedir. Paris Anlaşması'nın imzalanmasının ardından, AB 30 Kasım 2016 tarihinde "Tüm Avrupalılar İçin Temiz Enerji Paketi"ni açıklamıştır. Bu paket, AB'nin sera gazı emisyonlarında %40'a varan azaltım sağlama hedefine destek olmak için yenilenebilir enerjilerin enerji tüketimi içindeki payını %32'ye çıkarmayı ve enerji verimliliğini %32,5 artırmayı hedeflemektedir. Bu hedeflerin 2019 yılına kadar AB enerji politikası çerçevesinde gözden geçirilmesi planlanmaktadır. Bu çerçeve stratejisi, AB'nin küresel enerji dönüşümüne liderlik etme hedefiyle uyumlu olarak tasarlanmıştır.

Bu fasıl kapsamında Enerji verimliliği ve enerjinin rasyonel kullanılması başlığı altında yer alan Avrupa Birliği mevzuatı, enerji tüketen ürünlerin eko-tasarım gereksinimlerini gibi enerji verimliliğine ilişkin ana mevzuatlar belirlemiştir.

- Enerji Verimliliği Direktifi (Enerji Verimliliğine İlişkin, 2012/27/AB sayılı Direktifi tadil eden, 11 Aralık 2018 tarihli ve (AB) 2018/2002 sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi)

Bu çalışma kapsamında evlerde günlük olarak kullanılan ankastre fırınlarda enerji verimliliği iyileştirmesi adına yapılmıştır. Ankastre fırınlarda tek seferde homojen ve birden fazla pişirme yapabilmek adına rezistans vasıtasıyla ortaya çıkan ısıyı pişirme hacminde yatay ve dikey olarak homojen dağıtılması istenilmektedir. Fırın içerisinde bulunan ring rezistansta ortaya çıkan ısı fan vasıtasıyla zorlanmış taşınımına maruz bırakılır. Zorlanmış taşınım ile ısı fan koruma sacının etkisi ile fırın içerisine homojen olarak dağıtılması amaçlanmıştır. Çalışmada ankastre fırınlarının performansının iyileştirilmesi amacıyla farklı fan koruma sacı tasarımları yapılmış tasarlanan bu fan koruma sacları nümerik ve deneysel olarak incelenmiştir. Fan koruma sacı üzerinde bulunan havalandırma delikleri fanın dönüş yönü etkisi ile fırın içerisinde havanın dağıtımına etkisi de belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmayı 2 bölümde incelenecek olunursa; 1.bölümde tasarım ve nümerik analiz kısmı incelenmiştir. 3 boyutlu tasarım programında öncelikle bir fırın modeli oluşturularak hedef geometri elde edilmiştir. Piyasada bulunan belli başlı firmaların fan koruma sacları incelenerek, oluşturulan geometriye uygun olarak belirli fan koruma sacları tasarlanmıştır. Tasarlanan bu saclara nümerik analizler yapılmış, elde edilen analiz verileri karşılaştırılmıştır. Analizlerde fanın dönüş yönü ve havalandırma deliklerinin analize olan etkisi incelenmiştir. Sonuç itibarı ile tasarlanan 2 farklı tasarıma sahip olan fan koruma saclarının fırın tepsileri üzerinde alınan sıcaklık değerleri irdelendiğinde Şekil 5.1’de görüldüğü gibi ankastre fırının performansının **%3 ile %5** oranında arttığı tespit edilmiştir.



Şekil 5.1. Fan koruma sacları 1. ve 2. rafa ait maksimum ve minimum sıcaklık değerleri

2.bölümde analiz verileri ışığında belirlenen 2 adet fan koruma sacına deneysel testler yapılmıştır. Yapılan bu testler standart gereksinimleri karşılığı olan müşteri güvenliğinin sağlanması daha sonra ise fırın performansı incelenmiştir. Performans testleri enerji verimliliği başta olmak üzere pişirme testleri ve belirlenen belli test metotları ile değerlendirilmiştir. Tasarlanan fan koruma sacının ürün enerji sınıfını eko dizayn gereksinimleri kapsamında A+ enerji sınıfı olduğu testlerde görülmüştür. Bu çalışma neticesinde artık ısıyı fırın içerisinde doğru bir şekilde yönlendirmenin enerji verimliliğine etkisinin ne kadar önemli olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde yapılan pişirme testlerinde hem enerji tüketim değerleri hem de homojen pişirme değerlerinin standartlara uygun olduğu görülmüştür.

ELEKTRİKLİ FIRIN ENERJİ VERİMLİLİK SINIFI HESABI

Elektrikli fırınlar için ölçülen tüketim miktarı ve kullanılabilir hacim aşağıdaki formülde yerine yazılarak I değeri bulunur. Bu değer tablo-1'e bakılarak enerji sınıfı belirlenir.

for electric ovens:

$$EEI_{cavity} = \frac{EC_{electric\ cavity}}{SEC_{electric\ cavity}} \times 100$$

$$SEC_{electric\ cavity} = 0.0042 \times V + 0.55 \text{ (in kWh)}$$

EEI_{cavity} : çy tipi fırının her bir bölümü için Enerji Verimlilik Endeksidir, ilk ondalık haneye yuvarlanır.

$SEC_{electric\ cavity}$: bir döngü esnasında çy tipi elektrikli fırın bölümündeki standart yükü ısıtmak için gereken Standart Enerji Tüketimidir, kWh ile ifade edilir ve ikinci ondalık haneye yuvarlanır.

V : Ev tipi fırının bölümünün litre (L) cinsinden ifade edilen hacmidir, en yakın tam sayıya yuvarlanır.

$EC_{electric\ cavity}$: bir döngü esnasında çy tipi elektrikli fırın bölümündeki standart yükü ısıtmak için gereken Enerji Tüketimidir, kWh ile ifade edilir ve ikinci ondalık haneye yuvarlanır.

$EC_{electric\ cavity}$	$SEC_{electric\ cavity}$	V	EEI_{cavity}
0,684	0,8524	72	80,244017

ENERJİ SINIFI

A+

Table 1: Energy efficiency classes of ovens	
Energy Efficiency Class	Energy Efficiency Index (EEI_{cavity})
A+++ (most efficient)	$EEI_{cavity} < 45$
A++	$45 \leq EEI_{cavity} < 62$
A+	$62 \leq EEI_{cavity} < 82$
A	$82 \leq EEI_{cavity} < 107$
B	$107 \leq EEI_{cavity} < 132$
C	$132 \leq EEI_{cavity} < 159$
D (least efficient)	$EEI_{cavity} \geq 159$

Şekil 5.2. Enerji verimliliği sınıfı değerlendirme sayfası

KAYNAKÇA

- Altun, Ö., Yıldız, Ş. & Anık, T. (2019). Ankastre ev tipi fırınlarda fırın kapağının enerji tüketimi ve enerji seviyesine etkisinin deneysel olarak incelenmesi. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25 (4), 403-409.
- Bilen, F. (2021). *Ankastre fırınlarda farklı delik opsiyonlarına sahip u bükümlü yeni tip fan kapakları ile homojen pişirme ve enerji verimliliği optimizasyonu*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya.
- Betgü, M. (2017). *Farklı koşullarda pirolitik çevrimin incelenmesi ve sıcaklık algoritmasının geliştirilmesi* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir
- Doğan, H. & Yılankırkan, N. (2015). Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve projeksiyonu. *Gazi University Journal of Science Part C: Design and Technology*, 3(1), 375-384.
- Işık, Ö. *Kapalı Hacimler İçerisinde Işınım ile Isı Geçişi ile Enerji Etkinliğinin Artırılması* Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- IEC 60350-1. (2013, October). *Household electric cooking appliances – Part 1: Ranges, ovens, steam ovens and grills – Methods for measuring*
- IEC 60335-1:2020 (2020-September) *Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements*
- IEC 60335-2-6:2014. (2014 February) *Household and similar electrical appliances - Safety - Part 2-6: Particular requirements for stationary cooking ranges, hobs, ovens and similar appliances*.
- Karagöl ve Kavaz. (2017, Nisan). *Dünyada ve Türkiye'de yenilenebilir enerji*. Analiz. Seta, 197, 18-28.
- Karataş, H. (2007). *Elektrikli fırınlarda enerji tüketim deneylerinin modellenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- Kantaş, M. (2007). *Ev tipi elektrikli fırınların performansının sayısal ve deneysel incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Kadal, M. (2011). *Isıtılan hacimlerde enerji saçınımı azaltma ve enerji verimliliğini iyileştirme çalışmaları*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Öztürk, A. B. (2016). *Beyaz eşya sektörü*. İş Bankası, İktisadi Araştırmalar Bölümü, 8- 11- 24-28-34

Yalçinkaya, N. (2009). *Cebri ısıtılan bir hacimdeki cismin ısınma performansının deneysel ve nümerik incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

İnternet: Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (2022). *Yılları Türkiye elektrik sistemi puant güç ve enerji talebi grafiği*. URL: <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/sektorlere-gore-nihai-enerji-tuketimi-i-85804>. Son Erişim Tarihi: 19.06.2023

İnternet: Gazbir (2016). *2016 yılı doğal gaz dağıtım sektörü değerlendirme raporu*. <https://www.gazbir.org.tr/yillik-raporlar/150>. Son Erişim Tarihi: 19.06.2023

İnternet: Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2023). *Türkiye'ye de yıllara göre enerji senaryosu*. URL: <https://enerji.gov.tr/eigm-raporlari>. Son Erişim Tarihi: 19.06.2023

İnternet: Türkiye Beyaz Eşya Sanayiciler Derneği (2022). *TÜRKBESED son 5 yıl rakamları*. URL: <http://www.turkbesd.org/bilgiler.php?P=26> Son Erişim Tarihi: 19.06.2023

İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu (2018, Şubat 21). *Nüfus Projeksiyonları, 2018-2080*. URL: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Nufus-Projeksiyonlari-2018-2080-30567#:~:text=N%C3%BCfuzumuz%202069%20y%C4%B1l%C4%B1na%20kadar%20artarak,100%20bin%20904%20ki%C5%9Fi%20olacakt%C4%B1r>. Son Erişim Tarihi: 19.06.2023

İnternet: İş bankası. (2016, Mart). *Beyaz eşya sektörü iktisadi araştırmalar bölümü*. URL: <https://ekonomi.isbank.com.tr/tr/Sayfalar/dayanikli-tuketim-mallari.aspx>. Son Erişim Tarihi: 19.06.2023

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Oktay GÜN

Bilimsel Faaliyetler (Yayınlar, Bildiriler, Katıldığı Projeler)

1-) GÜN, O., ATA, S., A. “NUMERICAL AND EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF THE EFFECT OF FAN PROTECTION PLATE DESIGN ON ENERGY EFFICIENCY AND COOKING IN BUILT-IN OVENS”. 8. *ULUSLARARASI 19 MAYIS YENİLİKÇİ BİLİMSEL YAKLAŞIMLAR KONGRESİ*, pp:183, 23-24 Kasım 2022, Samsun, Türkiye.

