

**AYNI HACİMDE PİŞİRİLEN FARKLI GIDALARIN KOKULARININ
KARIŞMASINI ÖNLEME YÖNTEMLERİ GELİŞTİRİLMESİ VE
PARAMETRİK OLARAK İNCELENMESİ**

MERVE MÜHÜRÇÜOĞLU

ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ŞUBAT 2015

Fen Bilimleri Enstitüsü'nün Onayı

Prof. Dr. Duran KARAKAŞ

Enstitü Müdürü

Bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak gerekli çalışmaları yerine getirdiğini onaylarım.

Prof. Dr. Ömer ZORBA

Ana Bilim Dalı Başkanı

Okuduğumuz bu tezin Yüksek Lisans derecesinde bir tez olarak onaylanması, düşüncemize göre, amaç ve kalite olarak tamamen uygundur.

Doç. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK

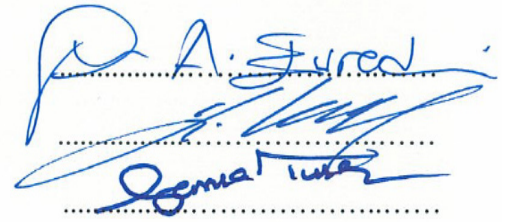
Tez Danışmanı

Jüri Üyeleri

1.Doç. Dr. Gülsün AKDEMİR EVRENDİLEK

2.Prof. Dr. Kezban CANDOĞAN

3.Doç. Dr. Semra TURAN


The image shows three handwritten signatures in blue ink, each on a dotted line. The first signature is 'P. A. Evrendilek', the second is 'K. Candogan', and the third is 'Semra Turan'.

ÖZET

AYNI HACİMDE PİŞİRİLEN FARKLI GIDALARIN KOKULARININ KARIŞMASINI ÖNLEME YÖNTEMLERİ GELİŞTİRİLMESİ VE PARAMETRİK OLARAK İNCELENMESİ

Mühürçüoğlu, Merve

Yüksek Lisans, Gıda Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Gülsün Akdemir Evrendilek

Şubat 2015, 216 sayfa

Çalışma kapsamında kek ve balık gibi aroma profili (uçucu lezzet bileşenleri profili) farklı ürünlerin eş zamanlı pişirilmesine olanak sağlayacak fırın pişirme şartlarının parametrik olarak incelenmesi ve bu şartlara uygun bir fırın tasarımının geliştirilmesi için veri toplanması hedeflenmiştir. Fırında pişirme sırasında pişirme parametrelerinin (45 ve 65 L hacim; 350, 450 ve 550°C ısıtıcı yüzey sıcaklıkları; turbo ve elektroturbo pişirme) ürünün özellikleri üzerindeki etkisini araştırmak amacıyla renk, tekstür, duyu özellikler ve balıktan kek üzerine absorbe olan balık aroma/koku maddelerinin tespiti sağlanmıştır. Pişirme fonksiyonuna bağlı olarak renk ve duyu özelliklerde farklı değişimler görülmüştür. Sıcaklık artışına bağlı olarak keklerin sertlik derecelerinde artış görülürken; esneklik değerlerinde azalma olmuştur. Eş zamanlı pişirme esnasında balıktan keke geçen aroma bileşenleri 45 L turbo fonksiyonda 350°C’de benzen, 1-kloro-2-metil- ve valerik asit; 450°C’de 2-

pentanon; 550°C’de 2-pentanon, metil-2-metilbütirat, 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-, benzen, 1-kloro-2-metil- ve 3-pentanol olarak tespit edilmiştir. 45 L elektroturbo fonksiyonda ise 350°C’de 2-pentanon ve bütıl bütirat; 450°C’de pentanoik asit, 2-metil- komponenti tespit edilirken; 45 L fırında 550°C’de aroma komponenti geçişı tespit edilmemiştir. 65 L turbo fırında 350°C’de benzen, 1-kloro-4-metil- ve hekzanoik asit, 450°C’de aseton, benzen, 1-kloro-4-metil-, valerik asit, hekzanoik asit, 2-metil- ve izovalerik asit ve 550°C’de asetik asit ve pentanoik asit, 2-metil- tespit edilmiştir. 65 L elektroturbo fırında 350°C’de aroma komponenti geçişı tespit edilmemiş; fakat 450°C’de aseton, karbondioksit, 550°C’de 2-propanon, 2,2-dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan, pentanoik asit, 2-metil- ve izovalerik asit aroma komponentleri saptanmıştır. Bu bilgiler eşliğinde keklerin diğır özellikleri de dikkate alınarak 45 L elektroturbo 550°C ve 65 L elektroturbo 350°C pişirme parametrelerinin aynı hacimde eş zamanlı pişirme için uygun parametreler olduğı bulunmuştur. Bu nedenle, tasarımı yapılacak fırınlarda bu pişirme parametrelerinin dikkate alınması tavsiye edilmektedir.

Anahtar kelimeler: Fırın tasarımı, aroma analizi, gaz kromatografisi, katı faz mikroekstraksiyon, aynı hacimde eş zamanlı pişirme

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF PREVENTIVE METHODOLOGIES AGAINST MIXING OF AROMA OF DIFFERENT FOODS COOKED IN THE OVEN UNDER THE SAME ENVIRONMENT AND PARAMETRICAL INSPECTION

Mühürçüoğlu, Merve

MSc., Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gülsün Akdemir Evrendilek

February 2015, 216 pages

Parametric inspection of simultaneous cooking conditions of foods such as cake and fish having different aroma profile (volatile flavor compound profile) and providing data to design a new cooking oven to provide simultaneous cooking of these foods were targeted in this study. In order to determine the effects of cooking parameters (45 and 65 L oven capacity; 350, 450 and 550°C heating surface temperature; turbo and electroturbo cooking) on cake samples, color, texture, sensory analyses and migration of aroma compounds from fish to cake were determined. Different amount of changes were detected depending on the cooking parameters. Increase in the temperature caused an increase in the hardness and a decrease in the springiness in the cake samples. Aroma compounds migrated from fish to cake at simultaneous cooking with 45 L oven capacity, turbo function at 350°C resistant

temperature were benzene, 1-chloro-2-methyl- and valeric acid; at 450°C was 2-pentanone, and at 550°C were 2-pentanone, methyl-2-methyl butyrate, 2-propenoic acid, 3-ethoxy-, ethyl ester, (E), benzene, 1-chloro-2-methyl-, and 3-pentanol, respectively. Migrated compounds with 45 L oven capacity working on electroturbo function were 2-pentanone and butyl butyrate at 350°C, and pentanoic acid, 2-methyl- at 450°C. No migration was observed with 45 L oven working on electroturbo function at 550°C. Benzene, 1-chloro-4-methyl- and hexanoic acid at 350°C, acetone, benzene, 1-chloro-4-methyl-, valeric acid, hexanoic acid, 2-methyl- and isovaleric acid at 450°C, and acetic acid and pentanoic acid, 2-methyl- were detected at 550°C with 65 L oven working on turbo function. No migration was observed with 65 L oven working on electroturbo function at 350°C; however, carbon dioxide and acetone at 450°C of 65 L oven working electroturbo function at 450°C and 2-propanone, 2,2-dimethyl-4,6-dioxo-1,3-dioxane, 2,2-dimethyl-4,6-dioxo-1,3-dioxane, pentanoic acid, 2-methyl-, and isovaleric acid were migrated at 550°C. To the accompaniment of these information and with consideration of cakes' properties 45 L electroturbo oven at 550°C and 65 L electroturbo oven at 350°C were suggested as cooking conditions for simultaneous cooking. Therefore, it is suggested to use these cooking parameters in new oven design.

Key words: Oven design, aroma analyses, gas chromatography, solid phase microextraction, simultaneous cooking



Aileme

TEŞEKKÜR

Tezimin tüm aşamalarında ilgi ve desteğini esirgemeyen, engin bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım sayın danışmanım Doç. Dr. Gülsün Akdemir Evrendilek'e sonsuz teşekkürlerimi ve sevgilerimi sunarım. Yaşamım boyunca yanımda olan ve beni destekleyen Ailem'e en içten minnet duygularıyla teşekkürü borç bilirim. Tezimin gerçekleşmesinde GC-MS analizlerinde büyük emek, yardım ve katkıları olan sayın Doç. Dr. Ebru Şenel ve Prof. Dr. H. Barbaros Özer'e, tez jürimde yer alarak değerli görüş ve bilimsel katkılarını sunan sayın Prof. Dr. Kezban Candoğan ve Doç. Dr. Semra Turan'a, aroma analizlerinde yardımcı olan Gıda Mühendisi Burak Bilen ve Burçin Cömert'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans tez projem, T.C. Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı-Bilim ve Teknoloji Genel Müdürlüğü (BSTB-BTGM) tarafından desteklenen ve Abant İzzet Baysal Üniversitesi ile Bolu Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesi tarafından ortaklaşa gerçekleşen "Aynı Hacimde Pişirilen Farklı Gıdaların Kokularının Karışmasını Önleme Yöntemleri Geliştirilmesi ve Parametrik Olarak İncelenmesi (Proje no:01561-STZ-2012-2)" başlıklı SAN-TEZ projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir. Katkılarından dolayı BSTB-BTGM'ne ve uzman Mazlum Akgün'e, Bolu Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesi'nde görev yapan Arçelik Pişirici Cihazlar Ürün Direktörü Adnan Tevfik Tüfekçi, Ar-Ge Yöneticisi Abdurrahman Şahin, Ar-Ge Sistem Tasarım Takım Lideri Mehmet Barış Göçer, Ar-Ge Elektronik Takım Lideri Uğur Çamlı, Ar-Ge Kıdemli Uzman Mehmet Zihni Gürlek, Ar-Ge Mühendisi Bengül Asar,

Ar-Ge Laboratuvar Teknisyeni Gözde Taşdemir ve Laboratuvar Teknisyeni Oğuz
Tan’a yardım ve desteklerinden dolayı teşekkürü borç bilirim.



İÇİNDEKİLER DİZİNİ

ÖZET.....	iii
ABSTRACT.....	v
İTHAF.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xvi
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
BÖLÜM 2.....	5
KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	5
2.1. Elektrikli Fırınlarda Yapısı ve Çalışma Prensipleri.....	7
2.2. Fırınlarda Pişirme Üzerine Etkili Olan Faktörler.....	10
2.3. Fırınlarda Isı Transferi ve Pişirme Koşullarının Kaliteye Etkileri.....	13
2.4. Aroma ve Lezzet Algısı.....	18
2.5. Aroma Bileşenlerinin Belirlenmesi.....	20
2.5.1. Katı faz mikroekstraksiyon (SPME).....	21
2.5.2. Gaz kromatografisi- kütle spektrometresi (GC-MS).....	25
2.6. Balıklarda Aroma Bileşenleri.....	28
2.7. Keklerde Aroma Bileşenleri.....	32

BÖLÜM 3.....	38
MATERYAL VE YÖNTEM.....	38
3.1.Materyal.....	38
3.1.1.Kek hamuru bileşenleri.....	38
3.1.2.Hamsi Balığı (<i>Engraulis encrasicolus</i>).....	38
3.1.3.Piştirme fırınları.....	39
3.2.Yöntem.....	41
3.2.1.Fırın tasarımı.....	41
3.2.2.Kek numunelerinin hazırlanması ve deney tasarımı.....	45
3.2.2.1.Kek numunelerinin hazırlanması.....	45
3.2.2.2.Deney tasarımı.....	47
3.2.3.Uygun piştirme parametrelerinin belirlenmesi.....	49
3.2.3.1.Voltaj ve güç değerlerinin belirlenmesi.....	49
3.2.3.2.Uygun piştirme sürelerinin belirlenmesi.....	52
3.2.4.Renk ölçümleri.....	53
3.2.4.1.Minolta cihazı ile renk ölçümü.....	53
3.2.4.2.Optimas ile renk ölçümü.....	54
3.2.5.Tekstür ölçümü.....	55
3.2.6.Duyusal analizler.....	60
3.2.7.Aroma maddeleri analizi.....	61
3.2.7.1.Aroma maddelerinin ekstraksiyonu.....	61
3.2.7.2.GC-MS koşulları.....	66
3.2.7.3.Aroma maddelerinin miktarlarının hesaplanması.....	67
3.2.8.İstatistiksel veri analizi.....	67

BÖLÜM 4.....	68
ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	68
4.1. Uygun Voltaj ve Güç değerleri.....	68
4.2.Uygun Pişirme Süreleri.....	69
4.3.Renk Değişimleri.....	71
4.4.Tekstürel Özellikler.....	83
4.5.Duyusal Özellikler.....	87
4.6.Aroma Bileşenleri Analizine İlişkin Bulgular.....	96
BÖLÜM 5.....	200
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	200
KAYNAKLAR.....	207
EKLER.....	215
EK A.....	215

ÇİZELGELER DİZİNİ

ÇİZELGE	Sayfa
3.1. Kek yapımında kullanılan malzemelerin çeşit ve miktarları.....	46
3.2. Deney tasarımı.....	47
4.1. Uygun voltaj ve güç değerleri.....	69
4.2. Optimas renk ölçüm skalasına göre renk değerleri 9.5-10.5 arasında bulunan keklerin pişirme süreleri.....	70
4.3. Aynı pişirme fonksiyonunda farklı sıcaklıklarda pişirilen kek örneklerinin renk değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.....	73
4.4. Kırkbeş litre hacimde farklı pişirme fonksiyonlarında pişirilen kek örneklerinde renk değerlerinin karşılaştırılması.....	74
4.5. Altmışbeş litre hacimde farklı pişirme fonksiyonlarında pişirilen kek örneklerinde renk değerlerinin karşılaştırılması.....	74
4.6. Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde renk değişimi.....	75
4.7. Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde sertlik ve esneklik tekstür özellikleri.....	85
4.8. Kırkbeş litre turbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyuşal özelliklerinin incelenmesi.....	92
4.9. Kırkbeş litre elektroturbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyuşal özelliklerinin incelenmesi.....	93

4.10.	Altmışbeş litre turbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyuşal özelliklerinin incelenmesi.....	94
4.11.	Altmışbeş litre elektroturbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyuşal özelliklerinin incelenmesi.....	95
4.12.	Kırkbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	99
4.13.	Kırkbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	107
4.14.	Kırkbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	115
4.15.	Kırkbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	122
4.16.	Kırkbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	130
4.17.	Kırkbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	138
4.18.	Altmışbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.....	147
4.19.	Altmışbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	155
4.20.	Altmışbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	163
4.21.	Altmışbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	173

4.22. Altmışbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	182
4.23. Altmışbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri	191
4.24. Turbo fonksiyonda farklı hacim ve farklı sıcaklıklarda balıktan keke geçen aroma komponentleri.....	198
4.25. Elektroturbo fonksiyonda farklı hacim ve farklı sıcaklıklarda balıktan keke geçen aroma komponentleri.....	199



ŞEKİLLER DİZİNİ

ŞEKİL	Sayfa
2.1. Elektrikli fırının yapısını oluşturan parçalar.....	8
2.2. Turbo fırın içerisinde hava dolaşımı.....	8
2.3. Elektrikli fırınlarda kullanılan rezistanlar.....	9
2.4. Fırın arkasındaki motor.....	9
2.5. Fırın pişirme fonksiyonları ve nitelikleri.....	11
2.6. Fırın üst ısıtıcısı (dış sarmal).....	12
2.7. Farklı sıcaklıklarda pişirilen keklerin görünüş ve gözenekliliği.....	18
2.8. Lezzet ve aroma olgusuna ait ana unsurlar.....	19
2.9. SPME’de ekstraksiyon işlemi.....	23
2.10. SPME’de desorpsiyon işlemi.....	23
2.11. Gaz kromatografisi - kütle spektrometresi sisteminin kısımları.....	26
2.12. Gaz kromatografisinde kullanılan kolon tipleri.....	27
2.13. HMF oluşum mekanizması.....	34
3.1. Hamsinin genel görünümü.....	39
3.2. Fırının önden görünüşü.....	40
3.3. Fırının kapağı açık durumda önden görünüşü.....	40
3.4. Fırın iç yüzeyi ve tasarımı.....	41
3.5. Yeni dizayn edilen fırın şeması.....	42
3.6. Fırının havalandırma sistemi ve elektronik kart.....	43

3.7.	Fırın ve soğutma sisteminin yandan kesit görünüşü.....	43
3.8.	Fırının turbo ısıtıcısı ve turbo fanı.....	44
3.9.	45 ve 65 litre hacimli fırınların kapağı açık şekilde önden görünümü....	45
3.10.	Balıksız tek başına pişirilen keklerde pişirme dizaynı.....	49
3.11.	Balık ile birlikte aynı fırın içerisinde eş zamanlı olarak pişirilen keklerde pişirme dizaynı.....	49
3.12.	Fırınlara bağlantısı yapılan güç kaynağı.....	50
3.13.	Pişirme sırasında fırın iç sıcaklığının güç değerine bağlı değişimi.....	51
3.14.	Optimas 6.5 yazılım programı ile çalışan renk ölçüm cihazı.....	55
3.15.	Tekstür profil analizinde sıkıştırma ve esneme hareketi.....	57
3.16.	Tekstür analizi örnek seçim dizaynı.....	58
3.17.	Tekstür analiz cihazı.....	58
3.18.	Kek örneğine ait tipik tekstür profil eğrisi.....	59
3.19.	Kek örneklerin panelistlere servis ediliş düzeni.....	60
3.20.	Katı faz mikroekstraksiyon yönteminin basamakları.....	62
3.21.	Kek örneklerinde aroma maddelerinin ekstraksiyonu.....	63
3.22.	Aroma analizi örnek seçim dizaynı.....	64
3.23.	Headspace vialleri ve ısıtma işlemi.....	65
3.24.	Uçucu aroma bileşenlerinin GC-MS cihazına enjeksiyonu.....	65
4.1.	Keklerin üst ve alt yüzey renk değişimleri.....	77
4.2.	Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde TPA-sertlik değeri değişimi.....	84
4.3.	Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde TPA-esneklik değeri değişimi.....	86

BÖLÜM 1

GİRİŞ

Günümüzde çalışan nüfusun artması sonucu tüketime hazır gıdalara olan talep sürekli olarak artmakta ve dolayısıyla gıdaların hazırlanması için harcanan süre her geçen gün azalmaktadır. Bu nedenle, genel olarak gıda endüstrisinde hızlı pişirme ve aynı anda farklı duyuşal özelliklere ve daha önemlisi farklı aroma (uçucu lezzet bileşeni)/koku profiline sahip gıdaların eş zamanlı pişirilmesi ile etkin pişirme metotları önem kazanmaktadır (Evrendilek, 2013).

Tüketime hazır gıda ürünleri ne kadar güvenli olursa olsun duyuşal özellikleri açısından tüketici beğenisini kazanmazsa talep görmesi mümkün değildir. Bu nedenle tüketime hazır gıdalarda fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanında duyuşal özelliklerinin de korunması gerekmektedir. Bu gıdaların hazırlanmasında farklı yöntemler kullanılmakla birlikte evsel ve endüstriyel boyuttaki üretimlerde fırında pişirme yaygın olarak kullanılan bir uygulamadır. Tüketicilerin sağlıklı, güvenilir ve duyuşal özellikleri bakımından kaliteli ürünlere yönelmesi, gıdaların hazırlanması ve özellikle pişirilmesi aşamasında pişirme işleminin özenle yapılmasını gerektirmektedir. Fırında pişirme işlemi ve pişirmede kullanılan fırının nitelikleri pişmiş ürünün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ürünün pişirilmesi yanında pişmiş ürünlerin fiziksel ve özellikle de duyuşal özelliklerinin korunması ve/veya geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır (Evrendilek, 2013).

Gıdaların pişirilmesi amacıyla kullanılan fırınlar farklı boyut, dizayn ve kapasitede olmalarına karşın aroma/koku profili farklı olan ürünlerin eş zamanlı pişirilmesinde üründe var olan ve/veya pişirme süresince sıcaklık etkisiyle oluşan aroma maddeleri buharlaşarak fırın içerisindeki hava akımının sirkülasyonuna göre bir üründen ayrılarak diğer ürün yüzeyinde absorbe olmaktadır. Bu durumda absorbe olan aroma maddesinin niteliğine bağlı olarak ürünün aroma profili değişmekte, absorbe olan aroma maddelerinin niteliğine bağlı olarak ürünün duyu özellikleri olumsuz yönde etkilenmekte ve gerek pişirme etkinliği gerekse tüketici beğenisi açısından olumsuzluklara neden olmaktadır. Bu nedenle, kokuların karışmasını engellemek amacıyla yaygın olarak yapılan uygulama bu türlü ürünlerin ayrı ayrı pişirilmesidir. Pişirilen gıda ürünlerinin miktarı ve çeşitliliği göz önünde bulundurulduğunda uzun vadede ayrı zamanlarda pişirme zaman ve enerji kaybına yol açmaktadır. Özellikle günümüzde çalışan nüfusun ve iş yoğunluğunun artması nedeniyle mutfakta gıda ürünlerinin hazırlanmasında harcanan sürenin kısılması söz konusu olduğunda pişirme için harcanan ekstra zaman büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla, pişirme sırasında aroma/koku maddelerinin karışmasını engelleyecek şekilde yapılacak olan fırın tasarımı aynı anda iki ya da üç rafta farklı gıdalar pişirilmesini sağlayarak belirtilen olumsuzlukların giderilmesini sağlayacaktır (Evrendilek, 2013).

Fırında pişirme yaygın olarak kullanılan bir pişirme yöntemi olmasına karşın, pişirme etkinliğini belirleyen önemli faktörlerden biri pişirme sırasında farklı aroma profiline sahip ürünlerde kokuların birbirine karışmasıdır. Kek ve balık gibi farklı aroma profiline sahip ürünler fırında eş zamanlı pişirilecekse kokuların birbirine karışmasını engellemek için etkin pişirme metotları belirlenmeli ve kokularının

karışmasını önleme yöntemleri geliştirilmelidir. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı çalışma kapsamında, kek ve balık gibi aroma profili farklı ürünlerin eş zamanlı pişirilmesine olanak sağlayacak fırın pişirme şartlarının parametrik olarak incelenmesi, bu şartlara uygun bir fırın tasarımının geliştirilmesi ve pişirme sırasında pişirme parametrelerinin ürünün diğer özellikleri üzerindeki etkisini araştırmak için renk, tekstür, aroma ve duyuşal özellikleri gibi önemli parametrelerin ölçülmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda biri 45 litre diğeri 65 litre hacimli iki adet fırın tasarlanmış, istenilen ısıtıcı yüzey sıcaklıklarına (350, 450 ve 550°C) erişmek için dizaynı yapılan güç kaynağının bu fırınlara bağlantısı sağlanmıştır. Pişirme sırasında fırın üst resistant, alt resistant, turbo rezistant, fırın içi sıcaklığı, ısıtıcı yüzey sıcaklığı gibi fırında pişirme sırasında belirli noktalardaki sıcaklığın ölçülmesi amacıyla fırınların iç yüzeylerine elektrotlar yerleştirilmiş ve pişirme sırasında sıcaklık data logger vasıtasıyla bilgisayarla takip edilmiştir. Data logger bağlantısı yapıldıktan sonra güç kaynağında voltaj ve güç ayarlaması yapılarak minimum ısıtıcı yüzey sıcaklıklarını sağlayan voltaj ve güç tespiti yapılmış ve bu ön çalışmalardan sonra pişirme testlerine geçilmiştir. Pişirme testlerinden sonra kek örneklerinin renk ölçümleri gerçekleştirilerek Bolu Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesi'nde bulunan renk ölçüm cihazına göre kabul edilebilir olup olmadığı saptanmıştır. Kabul edilebilir olduğu renk ölçüm değeri aralığına göre keklerin pişirme süreleri belirlenmiştir. Geçerli olarak kabul edilen pişirme süreleri baz alınarak yapılan pişirmelerde CIE renk skalası kullanılarak L*, a* ve b* değerleri ölçülmüş ve tekstür analizleri yapılmıştır. Kek pişirme parametreleri ve parametrelerin kabulü gerçekleştirildikten sonra kek ve balık örnekleri, belirlenen pişirme parametrelerinde eş zamanlı pişirilerek duyuşal analizlerle kek üzerinde balık aromasının tespiti için çalışmalar

yapılmıştır. Duyusal analizlerde 10'lu hedonik skala kullanılarak dış görünüş, renk, tipik koku aroma, balıĝımsı koku-aroma, tekstür, tat, balıĝımsı tat, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Son olarak, gaz kromatografisi-kütle spektroskopisi (GC-MS) kullanılarak kek ve balık örneklerinin aroma profili/uçucu lezzet bileşenleri profili belirlenmiş, daha sonra pişirme sonrasında varsa kek üzerine absorbe olan balık aroma komponentlerinin tespiti gerçekleştirilmiştir.

Dizaynı yapılacak olan yeni fırın tasarımı benzer ürünlerden daha gelişmiş özelliklere sahip olacağı için tüketici tarafından büyük talep göreceği tahmin edilmektedir. Pazarın temel beklentisi olan aynı anda birden fazla rafta gıda pişirme çalışmaları içinde bir iyileştirme girdisi olacaktır. Yapılan pazar araştırmasında Türkiye ve diğer pazarlarda farklı gıdaların kokuları karışmadan eş zamanlı pişirildiği ve fırının içerisindeki kokuyu bertaraf eden sisteme sahip bir fırın bulunamamıştır. Bu ürün piyasadaki ilk fırın olacağı için büyük önem taşımaktadır.

BÖLÜM 2

KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

Günümüzün hızla gelişen endüstrilerinde teknolojik gelişmeler, güçlü rekabet ve hızla değişen ekonomik koşullar ürünlerde istenilen özellikleri belirlemektedir. Gıda işleme sistemlerinin geliştirilmesinde temel hedefler gıda güvenliği, az işlenmiş gıda üretimi, üstün kalite ve verimin minimum maliyetle elde edilmesi olarak sıralanabilir (Linko, 1998). Tüketici beklentilerinin artması ve gelişen teknolojilerin katkısı daha karmaşık prosesleri yaratmaktadır. Bu nedenle tüm diğer teknolojiler gibi gıda işlemede ürünlerin yüksek kalite ve standart formda olmasını sağlayacak yeni teknolojiler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Gıdalara yönelik geliştirilen teknolojiler ne kadar güvenli olursa olsun gıdaların duyuşal özellikleri açısından tüketici beğenisini kazanmazsa talep görmesi mümkün değildir. Bu nedenle proses edilen gıdalarda fiziksel ve kimyasal özelliklerin yanında duyuşal özelliklerinin de korunması gerekmektedir (Evrendilek, 2013).

Bir gıdanın lezzetini oluşturan tat ve aroma, gıdaların kalite yönünden ve tüketici tarafından kabul edilebilirliğini belirleyen önemli duyuşal etkenlerdir. Gıda formülasyonlarının hazırlanmasında ve yeni gıda ürünleri geliştirmede lezzet-gıda bileşenleri etkileşiminin bilinmesi gereklidir. Genel olarak bir gıdanın tat ve aroması; gıdanın bileşiminde bulunan bileşenler ile kullanılan ambalaj malzemesi, muhafaza ve pişirme gibi proses koşullarından önemli ölçüde etkilenmektedir. Bir gıda

matrisinden, onun bileşiminde bulunan uçucu aroma maddelerinin çevre atmosfere salınması bazı faktörlerce kontrol edilmektedir. Bu nedenle, yeni ürün geliştirmede veya mevcut ürünleri iyileştirmede gıda matrisinin bileşiminde bulunan uçucu aroma maddelerinin çevreye salınmasına etki eden faktörlerin ve gıda pişirme koşullarının aroma maddelerinin uçuculuğu üzerine olan etkilerinin bilinmesi gereklidir (Overbosch ve ark., 1991; Land, 1978).

Tüketicilerin sağlıklı, güvenilir ve duysal özellikleri bakımından kaliteli ürünlere yönelmesi gıdaların hazırlanması ve özellikle pişirilmesi aşamasında pişirme işleminin özenle yapılmasını gerektirmektedir. Fırında pişirme işlemi ve pişirmede kullanılan fırının nitelikleri pişmiş ürünün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Ürünün pişirilmesi yanında pişmiş ürünlerin fiziksel ve özellikle de duysal özelliklerinin korunması ve/veya geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Fırında pişirilen ürünlerde pişirme sırasında aynı anda eş zamanlı olarak farklı ürünler pişiriliyorsa sıcaklık etkisiyle bir ürünlerdeki aroma maddeleri uçuculuk kazanıp fırındaki sıcak hava sirkülasyonuna göre pişmekte olan diğer ürünün yüzeyine absorbe olabilmektedir. Bu durumda söz konusu ürün tipik aromasından başka özellikteki aroma profiline sahip olabilir ve bu ürünler tüketici tarafından red edilir; dolayısıyla ekonomik kayba neden olur. Bu durumu önlemek için farklı aroma profiline sahip ürünler farklı zamanlarda pişirilmektedir. Ürünlerin ayrı ayrı pişirilmesi söz konusu olduğunda ürünün aroma profili olumsuz etkilenmemekte; fakat pişirme süresi uzadığı için zaman ve enerji kaybı ortaya çıkmaktadır (Evrendilek, 2013).

Pişirme sonrasında elde edilecek ürünlerin kalitesi pişirme işleminde kullanılan fırının özelliklerine bağlıdır. Fırınlarda hava sirkülasyonu aroma

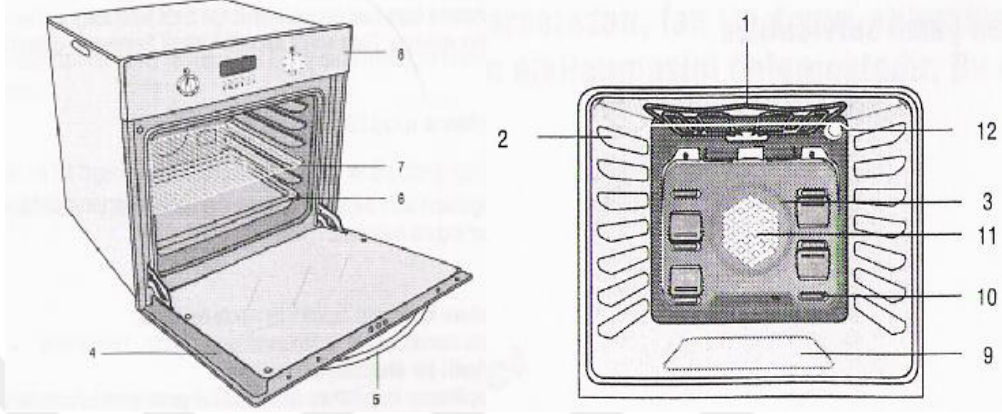
maddelerinin dolaşımını sınırlandırmalı; fakat etkin pişirmeyi sağlamalıdır. Ayrıca farklı aroma profiline sahip olan ürünlerin eş zamanlı olarak iki veya üç tepside pişirilmesinin sağlanması da zaman ve enerji tasarrufu sağlayacaktır (Evrendilek, 2013). Bu nedenle, bu ihtiyaçları karşılayacak fırınların tasarımı büyük önem taşımaktadır.

2.1. Elektrikli Fırınların Yapısı ve Çalışma Prensibi

Elektrikli fırınlarda genelde altta pişirme için alt fırın rezistantı, üstte kızartma için ya da normal pişirmede kullanılmak üzere üst rezistant bulunmaktadır. Rezistantlar, bakır borulardan yüzeylerini galvaniz kaplamak suretiyle yapılmışlardır. Şekil 2.1’de elektrikli fırının yapısını oluşturan parçalar gösterilmiştir. Elektrikli fırına konan yiyeceklerin pişme zamanına göre saat ayarlanarak ya da kendi isteğimize bağlı olarak fırın sıcaklığı termostatlara istenen dereceye ayarlanır. Pişirme sonunda saatten aldığı komutla veya yarı otomatik olarak termostatik şalter rezistantların akımını keser ve fırın kullanımı sonlandırılmış olur (Anonim, 2013).

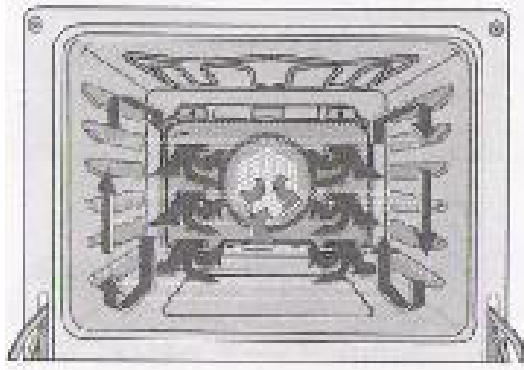
Turbo fırınlarda ise motora bağlı bir fan yardımı ile sıcak havayı tepsilerin arasında dolaştırılarak fırın içinde homojen bir ısı dağılımı sağlayan sistem vardır. Turbo fırında ısıtıcı eleman, iç hacim (şasi içi) içerisinde arka duvar üzerine yerleştirilmiştir. Fırının arka duvarında bir motor ve motorun döndürdüğü bir fan vardır. Fanı fırın içinden ayırmak için, fan koruma sacı denilen delikli bir sac kullanılır. Fan, koruma sacının orta kısmındaki emiş delikleri yardımı ile hava çekilir ve arka duvar üzerinde emiş delikleri yanında bulunan hava deliklerinden üflenir. Isınan hava tepsilerin alt ve üst yüzeylerinden geçerek pişirme olayını gerçekleştirir

(Şekil 2.2). Bu hava sirkülasyonu sebebiyle turbo fırında fırın içi sıcaklık dağılımı homojendir. Böylece düşük gaz veya elektrik sarfiyatı ile kısa zamanda alt, orta ve üst tepsilerde aynı pişme sıcaklığı değerleri meydana gelir (Anonim, 2013).



1.Fırın üst ısıtıcısı 2.Raflar 3.Turbo ısıtıcısı (sac arkasında) 4.Ön kapak 5.Tutamak 6.Tepsi 7.Tel ızgara 8.Kontrol paneli 9.Fırın alt ısıtıcısı (sac arkasında) 10.Hava çıkış delikleri 11.Turbo motor (sac arkasında) 12.Lamba

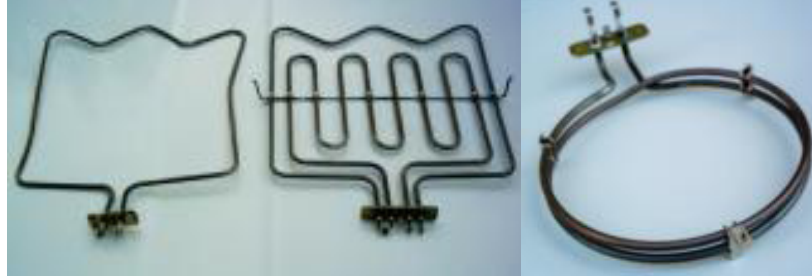
Şekil 2.1. Elektrikli fırının yapısını oluşturan parçalar (Anonim, 2013).



Şekil 2.2. Turbo fırın içerisinde hava dolaşımı (Anonim, 2013).

Rezistantlar: Fırın alt ve üst ısıtıcıları modellerine göre değişiklik göstermekle birlikte güçleri değişmektedir. Turbo rezistant; yalnız turbo özellikli

fırınlarda kullanılmaktadır ve rezistantın (turbo ısıtıcı) sağladığı ısı fan yardımı ile fırının her tarafına statik ısı yayar. Fırın içinde ısı bu sirkülasyonla yayılır. Şekil 2.3'te elektrikli fırınlarda kullanılan rezistantlar gösterilmektedir (Anonim, 2013).



Şekil 2.3. Elektrikli fırınlarda kullanılan rezistantlar (Anonim, 2013).

Termostat: Fırın sıcaklığının istenilen sıcaklıkta kalmasını sağlayan ve enerji tasarrufunu gerçekleştiren kumanda cihazıdır. Fırın sıcaklığı istenilen değere geldiğinde rezistantlara giden elektrik akımını keserek en az elektrik kullanımını sağlamış olur. Bazı modellerde zamanlayıcı ile birlikte dizayn edilir (Anonim, 2013).

Motor: Turbo fırınlarda fanın çalışmasını sağlayan motor (Şekil 2.4), fırının ankastre veya normal olmasına göre değişik güçlerde üretilmiştir. Soğutma pervanesi; çalışma anında fırın arkasındaki motor bölümünde oluşan sıcak havayı statörü etkilemeyecek şekilde yaymak üzere dizayn edilmiştir (Anonim, 2013).



Şekil 2.4. Fırın arkasındaki motor (Anonim, 2013).

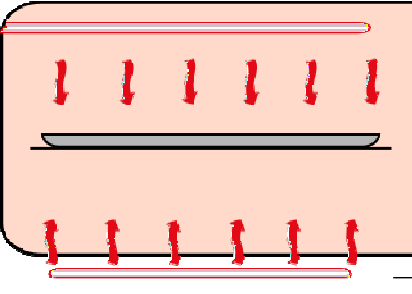
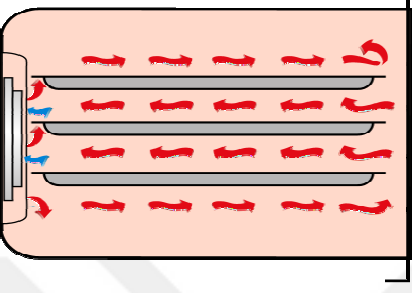
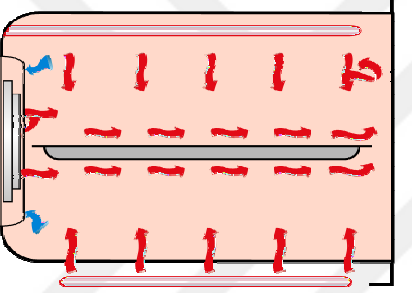
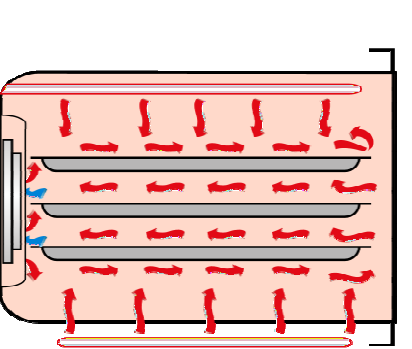
2.2.Fırınlarda Pişirme Üzerine Etkili Olan Faktörler

Fırında pişirme, gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan bir işlem olup; temelde ısıtma ortamına konan ürünün istenen sıcaklığa kadar ısıtılması ve eş zamanlı olarak kurutulması prensibine dayanmaktadır. Bu işlem; işlenen ürünün mikrobiyolojik yükünün indirgenmesi, nem içeriğinin azaltılması, renk, koku ve tat gelişimi gibi üründe fiziksel ve kimyasal birçok değişimin gerçekleşmesine olanak sağlar. Fırın koşullarından fırın ortam sıcaklığı, ısıtıcı yüzey sıcaklıkları, fırın hacmi, fan varlığı/hava hızı, pişirme fonksiyonu pişirme işleminin etkinliğini ve toplam işlem süresini doğrudan etkileyen faktörlerdir (Sakin ve ark., 2006).

Isıtıcı yüzey sıcaklığının etkisi: Aroma/koku componentleri; molekül ağırlığı, buharlaşma sıcaklıkları ve polariteleri gibi farklı faktörlere bağlı olarak farklı sıcaklıklarda buhar fazına geçmektedirler. Isıtıcı yüzey sıcaklığı; fırın içi sıcaklığı, fan devri ve ısıtıcı gücüne göre değişmektedir (Evrendilek, 2013).

Pişirme fonksiyonunun etkisi: Gıdadan çıkan gazların ve buharın miktarı, gıdaya aktarılan ısı miktarı ve ısı transfer hızına göre değişmektedir. Özellikle gıdaların üst yüzeyinden gaz ve buhar çıkışı ve kabuk oluşumu ısı aktarım şekline göre değişir (Evrendilek, 2013).

Fırındaki pişirme modlarının her birine fonksiyon denir. Pişirme çeşitlerinin fırın sektöründeki ifadesi bu şekildedir. Fırınlara, genellikle birden fazla fonksiyona sahiptir. En temel fonksiyonlar turbo, statik, elektroturbo ve 3D fonksiyonlarıdır. Şekil 2.5'te fırın pişirme fonksiyonları ve özellikleri gösterilmektedir.

	Statik Alt ve üst ısıtıcı çalışmaktadır. Sadece tek tepsi pişirilebilmektedir.
	Turbo Turbo ısıtıcı ve turbo fan çalışmaktadır. Tek, iki veya üç tepsi aynı anda pişirilebilmektedir.
	Elektroturbo Turbo fan, alt ısıtıcı ve üst ısıtıcı çalışmaktadır. Sadece tek tepsi pişirilebilmektedir.
	3D Fırının bütün ısıtıcıları ve turbo fanı çalışmaktadır. Tek, iki veya üç tepsi aynı anda pişirilebilmektedir. Fakat çok tepsideki yeterliliği turbo fonksiyonu kadar iyi değildir.

Şekil 2.5. Fırın pişirme fonksiyonları ve nitelikleri (Evrendilek, 2013).

Statik pişirme fonksiyonunda (konvansiyonel pişirme) fırında sadece alt ve üst ısıtıcılar (Şekil 2.6) çalışmaktadır. Üst ısıtıcı ısındığında kızılışmaktadır. Bu

sayede hem taşınım hem de radyasyonla ısı transferi ile pişirme başlar. Alt ısıtıcı fırının hacminin altında, üst ısıtıcı ise fırın hacminin içindedir. Üst ısıtıcının yüzey sıcaklığı 600°C'yi bulduğu için kokuların bir kısmı ısıtıcı yüzeyinde yanar. Statik pişirme iki veya daha fazla rafta pişirme yapmaya uygun değildir. Çünkü üst raftaki gıdanın üstü üst ısıtıcının radyasyon ısısı sebebiyle hızlı pişer. Alt rafın üst kısmı ve üst raftaki gıdanın altı ise sadece fırın içi sıcaklığının etkisiyle piştiğinden yavaş pişer. Fırındaki diğer pişirme fonksiyonu turbodur. Turbo fonksiyonda turbo ısıtıcı ve turbo fan çalışmaktadır. Turbo fan, koruma sacının orta kısmındaki deliklerden havayı emer. Yan kısımlarındaki deliklerden ise dışarı atar. Bu hava sirkülasyonu sebebiyle turbo fırında fırın içi sıcaklık dağılımı homojendir. Bu durum aynı anda birden fazla gıdanın farklı rafta pişirilmesine olanak sağlamaktadır. Elektroturbo pişirme fonksiyonunda ise alt ve üst ısıtıcı ile birlikte fan çalışmaktadır. 3D (multifonksiyon) konumda alt ısıtıcı, üst ısıtıcı, turbo ısıtıcı (fırının bütün ısıtıcıları) ve turbo fanı çalışır. Kokuları birbirine karıştırmadan alt ve üstün daha iyi pişmesinin istendiği durumlarda turbo fırın konumuna alternatif olarak kullanılır. Fakat çoklu tepsideki yeterliliği turbo fonksiyonu kadar iyi değildir (Evrendilek, 2013).



Şekil 2.6. Fırın üst ısıtıcısı (dış sarmal) (Evrendilek, 2013).

Fırın hacminin etkisi: Pişirme yapılan fırının hacminin, kokuların karışmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü kokuyu gıdadan gıdaya taşıyan hava partiküllerinin fırın içerisinde dolaşımı sırasında alması gereken mesafe değişmektedir (Evrendilek, 2013).

2.3. Fırınlarda Isı Transferi ve Pişirme Koşullarının Kaliteye Etkileri

Fırında pişirme işlemi kimyasal, fiziksel ve biyokimyasal değişikliklerin meydana geldiği karmaşık bir süreçtir. Fırın duvarları, çevresi ve ürün içerisinde ısı akışıyla merkezde hızlı bir ısı artışına neden olan, yüzeyde ise kabuk gelişimini sağlayan eş zamanlı kütle ve ısı transferi sürecidir. Isı ve kütle transferi; radyasyon, kondüksiyon, doğal veya zorlanmış konveksiyon ile gerçekleşir (Carvalho ve Martins, 1993).

Pişirme koşulları fırınlanmış ürünlerde kaliteyi belirleyen önemli faktörlerden biridir. Fırın sıcaklığı, pişirme süresi ve fırın içi nem değeri kaliteyi etkileyen pişirme koşulları arasındadır. Ürün kalitesini geliştirmek ve enerji tüketimini azaltmak amacıyla fırın koşullarının uygun şekillerde optimize edilmesi gerekmektedir. Fırında pişirme işlemi sırasında kimyasal reaksiyonların kinetiğini anlamak için, ısı işlem süresince fiziksel (sıcaklık, ısı akışı, nem, vs.) ve kimyasal (reaksiyona giren maddeler ve ürün konsantrasyonları) değişkenlerin takibi gereklidir. Ancak ısı ve kütle transferlerinin modellenmesi ve bunların kimyasal reaksiyonlar ile bağlantısının belirlenmesi karmaşık gıda sistemleri için zorlu bir yaklaşımdır. Gıdaların kompleks kompozisyonları, reaksiyona giren maddelerin çeşitliliği ve gıda işleme sırasında meydana gelen değişimler (su aktivitesi, su içeriği, bileşenler

arasındaki etkileşimler, ürünün iç ve yüzey sıcaklık değişimleri vb.) bu ürünlerin reaksiyon kinetiğinin belirlenmesini zor hale getirmektedir. Bunun için güvenilir ve tekrarlanabilir deneysel verilere ihtiyaç vardır (Hadiyanto ve ark., 2007).

Piştirme sürecinin uygun şekilde geliştirilmesi için proses süresince meydana gelen fizikokimyasal değişimlerin anlaşılması gereklidir. Son yıllarda, fırında piştirme süresince eş zamanlı kütle ve ısı transfer modellemesi için artan bir ilgi oluşmuştur. Ekmek ve bisküvi ile kıyaslandığında keklerde ısı ve kütle transfer sürecinin modellenmesine yönelik çok az çalışma vardır. Sablani ve ark. (1998) bu sürecin modellenmesi amacıyla çalışmalar yapmışlardır. Piştirme süresince fırın duvarlarından ürün üzerine radyasyonla (ışınım), ürün yüzeyinden ürün merkezine kondüksiyonla ısı transferi olduğunu kanıtlamışlardır. Aynı zamanda ürün yüzeyinden fırın içerisine doğru su buharı transferi gerçekleşmektedir. Zheleva ve Kambourva (2005)'ya göre ısıнын %10'dan daha az bir kısmı konveksiyonla aktarılırken büyük kısmı radyasyonla ürün yüzeyine aktarılır.

Li ve Walker (1996) hibrit ve geleneksel tip fırınlarda ısı transfer özellikleri ve optimal fırınlama koşullarını belirlemeye çalışmışlardır. Hava etkili (impingement) fırınlarda yüzeyde meydana gelen ısı transferi nedeniyle piştirme süresinin %50 azaldığını saptamışlardır. Hava etkili mikrodalga fırınlarda ise piştirme süresi yarı yarıya kısalmıştır. Bu tip fırınlarda piştirilen keklerde hacimde %15'lik bir azalma ve daha sıkı bir doku gözlenmiş, renkte ise herhangi bir değişiklik meydana gelmemiştir. Piştirme süresince gerekli olan enerji; hava etkili fırınlarda 109 kJ değeriyle en az, geleneksel fırınlarda 175 kJ değeriyle en fazladır. Hava etkili mikrodalga fırınlarda ise gerekli enerji bu değerler arasındadır (144 kJ).

Sakin ve ark. (2009) yaptıkları çalışmada fırınlarda ısı aktarım katsayısını belirlemeye çalışmışlardır. Bulunan sonuçlara göre, fırın sıcaklığı arttıkça yüzey ısı aktarım katsayısı artmaktadır. Fan varlığında (turbo) yapılan pişirmelerde fan olmadan (statik) yapılan pişirmelere göre daha yüksek ısı aktarım katsayı değeri bulunmuştur.

Proses koşulları kek kalitesinin geliştirilmesinde önemli rol oynar. Fırında pişirme işlemi pişirme sıcaklığı ve pişirme süresi ayarlanarak kontrol edilmektedir. Keklerin hacim ve tekstürleri kek kalitesini belirleyen önemli kalite kriterlerindendir. Hacim genişlemesi, enzimatik faaliyetler, protein koagülasyonu ve nişastanın kısmen jelatinizasyonu pişirme esnasında meydana gelen etkileşimlerdir ve esneklik, sertlik, nemli yüzey yapısı gibi kalite özelliklerini etkilemektedir (Pyler ve Gorton, 1988). İyi kalitedeki bir kek lezzetli aroması yanında, homojen ve düzenli bir yapıya, kabarmış geniş hacme, iyi bir renk ve görünüme sahip olmalıdır. Çok yüksek pişirme sıcaklıkları koyu yüzey rengi, hacim ve şekil bozuklukları gibi istenmeyen özelliklere neden olmaktadır. Düşük pişirme sıcaklıkları ise soluk yüzey rengi, hacim bozukluğu ve kötü tekstür oluşumuna neden olmaktadır (Al-Dmoor, 2013).

Fırında pişirme işlemi sırasında pandispanya keklerinin kütle ve ısı değişimlerinin modellenmesi ve bu değişimlerin kek kalitesi üzerine etkilerinin saptanması amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Baik ve ark., 2000; Broyart ve ark., 1998; Broyart ve Trystram, 2002; Fahloul ve ark., 1995; Lostie ve ark., 2002).

Taip ve ark. (2014) tarafından pişirme sıcaklığı ve hava akışının kek kalitesi (sertlik, esneklik, hacim genişlemesi ve nem içeriği) üzerine etkisi araştırılmıştır. Yapılan çalışmada, kek örnekleri 160, 170 ve 180°C’de hava akışı varlığında ve hava akışı olmadan pişirilmiştir. Hava akışının pişirme süresi üzerinde etkili olduğu,

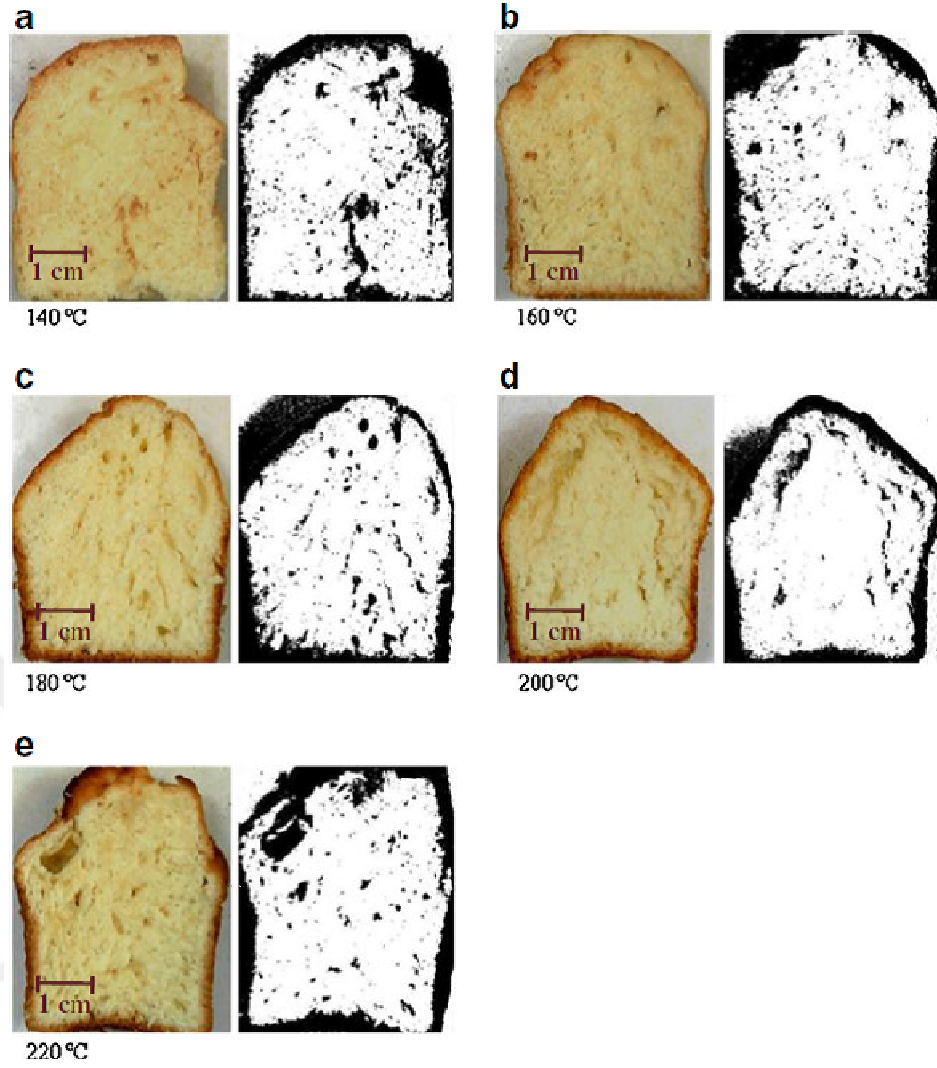
pişirme sıcaklığının ise hacim genişlemesi ve esneklik üzerinde daha etkili olduğu bulunmuştur. Hava akışı varlığı (1.88 m/s) pişirme süresinin kısılmasını (%25.58-45.16) sağlarken; bu şartlarda sıcaklık değişimi pişirme süresinde çok fazla değişikliğe yol açmamıştır. Ancak, hava akışı olmadan pişirilen keklerde sıcaklık değişimi pişirme süresi üzerinde etkili olmuş ve sıcaklık arttıkça pişirme süresi kısalmıştır. Çünkü yüksek sıcaklık fırın duvarları ve kek arasındaki ısı transferini artırmakta böylece kek içerisindeki sıcaklık daha hızlı artmakta ve pişirme süresi kısalmaktadır.

Sıcaklık ve hava akışının keklerin tekstürü üzerine etkisi karşılaştırıldığında, 160°C’de hava akışı varlığında pişirilen keklerde görülen sertlik, hava akışı olmadan 160°C’de pişirilen keklerden daha fazladır. 170 ve 180°C’de pişirilen keklerde ise hava akışının kek tekstürü üzerine herhangi bir etkisi görülmemiştir. Sertlik ve kek hacimleri arasında negatif bir korelasyon vardır ve daha geniş hacimli keklerde sertlik daha düşüktür. Benzer şekilde keklerin esnekliği ve sertliği arasında da negatif bir korelasyon vardır ve daha sert kekler daha zayıf esneklik göstermektedir (Cauvain ve ark., 2005).

Ureta ve ark. (2014) tarafından, 140-220°C arasında değişen fırın pişirme sıcaklıklarında muffin keklerinin tekstür, renk, gözeneklilik, kütle kaybı, kabuk ve merkez su içerikleri gibi kalite özelliklerini inceleyen bir araştırma yapılmıştır. Kekler 140, 160, 180, 200 ve 220°C fırın sıcaklıklarında pişirilmiş ve fırın sıcaklığı data logger ile bağlantılı T-tipi sıcaklık ölçüm cihazları (termokupllar) aracılığıyla takip edilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda keklerde eş zamanlı kütle ve ısı transferi gerçekleşmiş, keklerin merkez sıcaklığı hızlı bir şekilde artmış ve yüzeyde kuru kabuk benzeri tabaka oluştuğu gözlenmiştir. İç sıcaklıktaki artış hamurun şekil

değişimine ve hacmin genişlemesine olanak sağlamıştır. Isı akış sensörü tarafından tespit edilen ısı transfer katsayısı $30 \text{ W/m}^2\text{°C}$ olarak bulunmuştur. Keklerdeki kütle transferi ürünün merkezinden yüzeye doğru buharlaşma ile gerçekleşmiştir. Buharlaşma muffin keklerini iç merkez bölge (nemli) ve dış yüzey (susuz kuru bölge) olmak üzere iki kısma ayırır. Keklerin iç su değerleri, pişmemiş hamurdaki su içeriği ile neredeyse aynı kalırken; pişirmenin sonuna doğru çok az miktarda azalmıştır. Dış yüzey ise pişirme işlemi boyunca su kaybı göstermiş ve yüzey su içeriklerinde önemli değişiklikler görülmüştür. Dış yüzeyde oluşan kabuk bir kütle bariyeri gibi görev alarak iç kısımdan su kaybını önlemiş ve iç yüzeyin kurumasını engellemiştir. Yapılan çalışmada değişen fırın sıcaklıklarının iç kısmın su içeriğini (ortalama %31.61) çok fazla etkilemediği görülmüş ve su içeriği hamurdaki başlangıç değeriyle (%34) yakın bulunmuştur. Bu durum suyun uzaklaşmasının (dehidratasyonun) ürünün dış yüzeyinde olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmada sıcaklıkların keklerin gözenekliliği üzerine etkisi karşılaştırıldığında, düşük sıcaklıklarda daha küçük gözenek (11 mm^2 'den az) ve daha homojen bir yapı oluşumu görülmüştür. Yüksek sıcaklıklarda ise oluşan gözenekler genişlemiş ve ürün şeklinde bozulmalar meydana gelmiştir (Şekil 2.7).

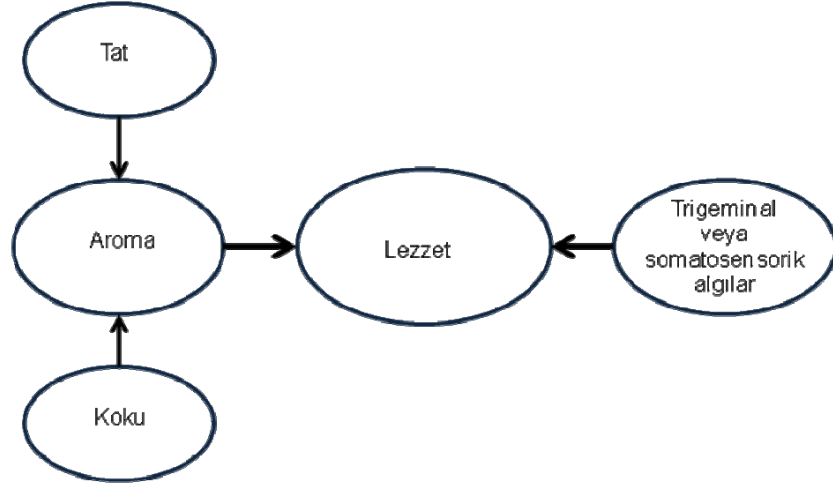
Kalite özellikleri açısından değerlendirildiğinde $180\text{-}200\text{°C}$ arasında pişirilen kekler, daha gözenekli ve daha yumuşak kabuk yüzeyi oluşturduğundan tüketiciler tarafından tercih edilmiştir (Ureta ve ark., 2011).



Şekil 2.7. Farklı sıcaklıklarda pişirilen keklerin görünüş ve gözenekliliği (Ureta ve ark, 2014).

2.4. Aroma ve Lezzet Algısı

Herhangi bir gıdanın aroması onun kokusu, tadı ve burun ile ağız boşluğunda hissedilen trigeminal duyuların toplamıdır. Diğer bir ifade ile aroma, insan ile gıda arasında oluşan bir reaksiyondur (Bayrak, 2006). Aroma ve lezzet olgusuna ait temel özellikler Şekil 2.8’de verildiği gibidir.



Şekil 2.8. Lezzet ve aroma olgusuna ait ana unsurlar (Bayrak, 2006).

Bir gıda maddesinin lezzeti, bileşiminde bulunan çok sayıda molekülden ve tat, aroma, ağız hissi, doku ve diğer duyuların bileşiminden meydana gelir. Tat duyusu, dil üzerindeki ve ağız boşluğundaki gustatori hücreleri tarafından algılanan, hemen tamamı uçucu olmayan ve gıdanın tükürükle birleştiğinde oluşan kimyasal bir algıdır. Bununla beraber, lezzetin önemli bir kısmının (aroma), ağız boşluğundan genizdeki olfaktori hücrelerine ulaşan uçucu bileşenler (aromatikler) tarafından oluşturulduğu kabul edilmektedir. Gıdanın çiğnenmesi esnasındaki kinestetik etki (mekanik his) ve ses de lezzet algısı üzerine etkindir. Birçok tüketicinin gıda satın alma ve kabul tercihlerinde lezzet, diğerlerine (fizyolojik faktörler, ürün bilgileri, görünüş, fiyat v.b.) ilaveten önemli bir faktördür. Aroma ya da olfaksiyon, gıdaların kalite ve lezzetini belirlemede şüphesiz büyük bir öneme sahiptir. Protein, vitamin ve iz elementler bakımından ne kadar zengin olursa olsun, hiçbir insan, kokusu ve tadı hoş olmayan gıdadan zevk almaz. Hatta istenmeyen aroma bileşenleri bir gıdanın reddedilmesini sağlar (Overbosch ve ark., 1991; Land, 1978).

2.5. Aroma Bileşenlerinin Belirlenmesi

Gıdaların tüketilmesi ve tercih edilmesi insanın görme, tatma, koklama gibi duyularının uyarılmasıyla ilgilidir. Görünüş ve yapısal özellikleri ile birlikte gıdanın aroma özellikleri, tüketici beğenisinin ve tercihinin belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir. Gıdaların aroması yüzlerce farklı uçucu bileşenin ortak etkisi sonucu oluşmaktadır. Her bir bileşenin aroma profiline katkısı farklı düzeylerde olmaktadır (Reineccius, 1994).

Gıdalarda bulunan uçucu aroma bileşenlerinin analizi, gıda hammaddelerinin üretim aşamasından depolama aşamasına kadar olan basamaklarda kontrolünü sağlamaktadır. Aroma maddeleri iz miktarlarda bulunduğundan, bu maddelerin belirlenmesinde güvenilir ve çok duyarlı analiz yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Gaz kromatografisi (GC), uçucu faza geçebilen organik bileşiklerin analizinde sıkça kullanılan bir tekniktir. Ancak aroma bileşenlerinin derişiminin çok düşük olduğu bazı çalışmalarda, aroma bileşenlerinin gaz kromatografi sistemine verilmeden önce konsantre hale getirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle aroma analizlerinin ilk aşamasını aroma maddelerinin üründen uygun bir ekstraksiyon yöntemiyle alınması işlemi oluşturur. Aroma maddelerinin analizinde özellikle en hassas nokta, ekstraksiyon yönteminin seçimidir. Bu amaçla sıvı-sıvı ekstraksiyonu ve katı-faz mikroekstraksiyon yöntemleri kullanılmaktadır (Vila ve ark., 1999).

2.5.1. Katı faz mikroekstraksiyon (SPME)

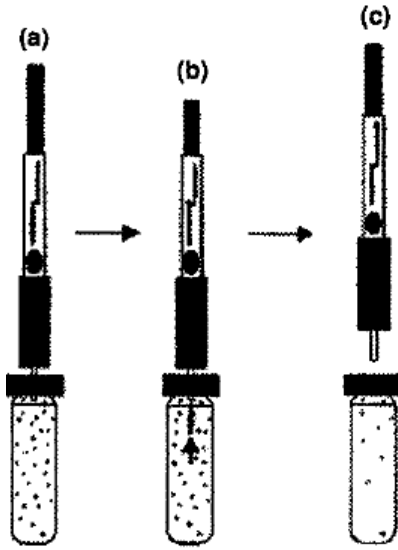
Aroma bileşenleri taze ve işlenmiş gıda maddelerinin en önemli kalite kriterlerinden biridir. Kompleks gıda matrislerinde genellikle ppt, ppb gibi düşük konsantrasyonlarda bulunan farklı polarite ve reaktiviteye sahip organik bileşiklerdir. Aroma bileşenlerinin gıda örneklerinden ekstraksiyon yöntemleri bu bileşenlerin uçucu karaktere sahip olmalarından yararlanılarak dizayn edilmiştir. Aroma bileşenlerinin analizinde, örnek hazırlama işlemi genellikle statik ve dinamik tepeboşluğu, sıvı-sıvı ekstraksiyon veya sürekli destilasyon-ekstraksiyon teknikleri kullanılarak ilgili bileşenlerin konsantre edilmesini içermektedir. Bu metotlar uzun örnek hazırlama süresi, kompleks ekipman dizaynı ve çok fazla organik çözügen tüketimi gibi dezavantajlara sahiptir (Kataoka ve ark., 2000).

Çeşitli ürünlerden uçucu ve yarı uçucu bileşenlerin kalitatif ve kantitatif analizi için katı faz mikroekstraksiyon (SPME) yöntemi geliştirilmiştir. Pawliszyn ve Mani (1999) tarafından geliştirilen SPME, örnek matrisinden uçucu bileşenlerin ekstraksiyonunu sağlayan hızlı ve çözügensiz bir örnek hazırlama tekniğidir. Söz konusu teknik, gıda maddelerinde bulunan çok çeşitli uçucu ve yarı uçucu organik bileşenlerin belirlenmesinde ve karakterizasyonunda gaz kromatografisi (GC)-kütle spektrometresi (MS) ile kombine bir şekilde kullanılmaktadır. Katı faz mikroekstraksiyon, gıdalarda ve özellikle içeceklerde uçucu flavor profilinin belirlenmesinde basit, hızlı, ekonomik ve çözücü kullanımı gerektirmeyen bir ekstraksiyon yöntemi olması nedeniyle kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Kataoka ve ark., 2000; Holt, 2001). SPME yöntemi ile, GC ve GC-MS tekniklerinin özellikle kompleks aromaya sahip gıdalarda aroma bileşiklerinin belirlenmesinde

başarılı sonuçlar verdiği bildirilmiştir (Ibanez ve ark., 1998).

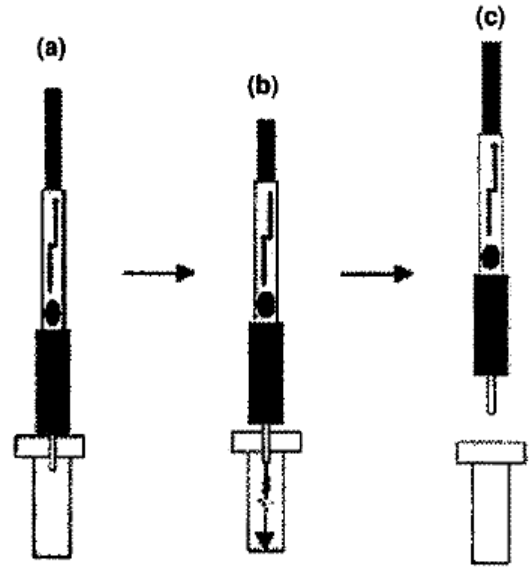
SPME; örnek hazırlama, ekstrakte etme, konsantre hale getirme gibi birçok işi tek bir basamağa indirgeyen çok yönlü bir tekniktir. Bu teknik, SPME fiber üzerine uçucu ve yarı uçucu maddelerin adsorpsiyonu ve maddelerin GC enjeksiyon portuna yerleştirilen SPME fiberden termal olarak GC kolonuna desorpsiyonu ilkesine dayanmaktadır. Sistemin esası, belirli sıcaklıkta buharlaşmayı sağlamak ve oluşan buhardaki bazı bileşenlerin fiber tarafından absorbe edilerek belirli sürede dengeye ulaşmasına dayanmaktadır. Genellikle 2-30 dakika süre sonunda dengeye ulaşıldığında absorbe veya adsorbe edilen bileşenleri içeren fiber örnekten uzaklaştırılmaktadır. Analiz sürecince toplanan bu bileşenler gaz kromatografisinin enjeksiyon portunda belirli süre desorbe olarak taşıyıcı gaz ile birlikte sürüklenmekte, ayrırmakta, uygun kolon ve detektör ile analiz edilmektedir (Stashenko ve Martinez, 2007). SPME’de ekstraksiyon işlemleri Şekil 2.9’da, desorpsiyon işlemleri ise Şekil 2.10’da görüldüğü gibi gerçekleşir.

Uçucu bileşenlerin örnek/tepeboşluğu/fiber arasındaki dağılımı; örnek matriksi, örneğin yağ içeriği, tuz konsantrasyonu, pH’sı, istenmeyen bazı bileşenlerin bulunması, uçucu bileşenin polaritesi ve uçuculuğu, örnek ve tepe boşluğu hacimleri, örneğin çalkalanması ya da karıştırılması, örneğin sıcaklığı ve fiber seçiciliği gibi pek çok faktöre bağlıdır (Matich, 1999).



(a) SPME enjektörü vial içerisine delinerek daldırılır (b) SPME fiber, örnek içine veya tepe boşluğuna bırakılır (adsorpsiyon) (c) Fiber, enjektör içine çekilir ve vialden ayrılır.

Şekil 2.9. SPME’de ekstraksiyon işlemi (Supelco, 2001).



(a) SPME enjektörü GC enjeksiyon portuna yerleştirilir (b) Fiber, GC enjeksiyon portuna çıkartılır (desorpsiyon) (c) Fiber, enjektör içine çekilir ve enjektör GC’den ayrılır.

Şekil 2.10. SPME’de desorpsiyon işlemi (Supelco, 2001).

Fiber sabit fazları ve fiber seçimi: SPME sisteminin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için öncelikle hedef bileşenin kimyasal doğasına uygun bir fiber sabit fazının seçilmesi gerekmektedir. Fiber üzerindeki sabit faz uçucu, yarı uçucu veya uçucu olmayan bileşenleri farklı örnek matrislerinden ekstrakte edebilir. Fiber sabit fazının etkinliği hedef bileşenin molekül ağırlığı, büyüklüğü, kaynama noktası ve buhar basıncı, hedef bileşenin ve fiberin polaritesi, hedef bileşen ve fiber üzerindeki fonksiyonel gruplar, fiberin ekstraksiyon mekanizması gibi faktörlere bağlıdır. Ticari olarak bulunan farklı tipteki polimerik fazlarla kaplanmış fiberler polaritelerine göre apolar, bipolar veya polar olarak ve ayrıca adsorbent ya da

absorbent tip fiber olup olmadıklarına göre sınıflandırılabilirler. Apolar fiberler hidrokarbonlar gibi apolar bileşenlerin, polar fiberler ise asitler, alkoller, fenoller ve aldehitler gibi polar bileşenlerin ekstraksiyonunda daha etkindirler (Mani, 1999; Matich, 1999).

Farklı fiberler vasıtası ile numuneden polardan apolar özelliğe kadar çeşitli aralıklardaki bileşenleri analiz etmek mümkündür. SPME yöntemi için ticari olarak kullanılan fiber kaplamalar oldukça az sayıdadır. En yaygın kullanılan fiber kaplama maddeleri; polidimetilsiloksan (PDMS), divinilbenzen (DVB)/PDMS, karboksen (CARB)/PDMS ve poliakrilat (PA)'dır. PDMS en yaygın kullanılan kaplama maddelerinden olup tek başına veya farklı oranlarda kullanılmaktadır. En önemli avantajı yüksek sıcaklıklara (300°C'ye kadar) dayanmasıdır. PDMS'nin ekstraksiyon kapasitesi diğer bazı kaplama maddeleri ile modifiye edilebilir. CARB 1.000-1.200 m²/g gibi geniş alana sahiptir. Bunun yanında mikroporöz yapısı nedeniyle eser miktardaki uçucuları ve düşük molekül ağırlıklıları da adsorbe edebilmektedir. DVB ise makroporlarca zengin olup bu da yarı uçucuların ekstraksiyonu için uygun özellik kazandırmaktadır. DVB, disülfürler ve trisülfürler gibi polar bileşenlerin ekstraksiyonu için uygundur. Metaller ve sadece karbon, hidrojen atomlarını içeren bileşikler (alkanlar) gibi polar olmayan bileşenler için PDMS veya CARB/PDMS kaplamalı fiberlerin; alkoller, aldehitler, ketonlar, eterler ve karboksilik asitler gibi polar bileşenlerin analizinde polar olmayan PDMS ve polar materyal DVB karışımının kullanılması uygundur. Ayrıca, CARB/PDMS veya DVB/CARB/PDMS kaplamalar polar ve polar olmayan bileşenlerin ekstraksiyonunda etkili olmaktadır (Balasubramanian ve Panigrahi, 2010).

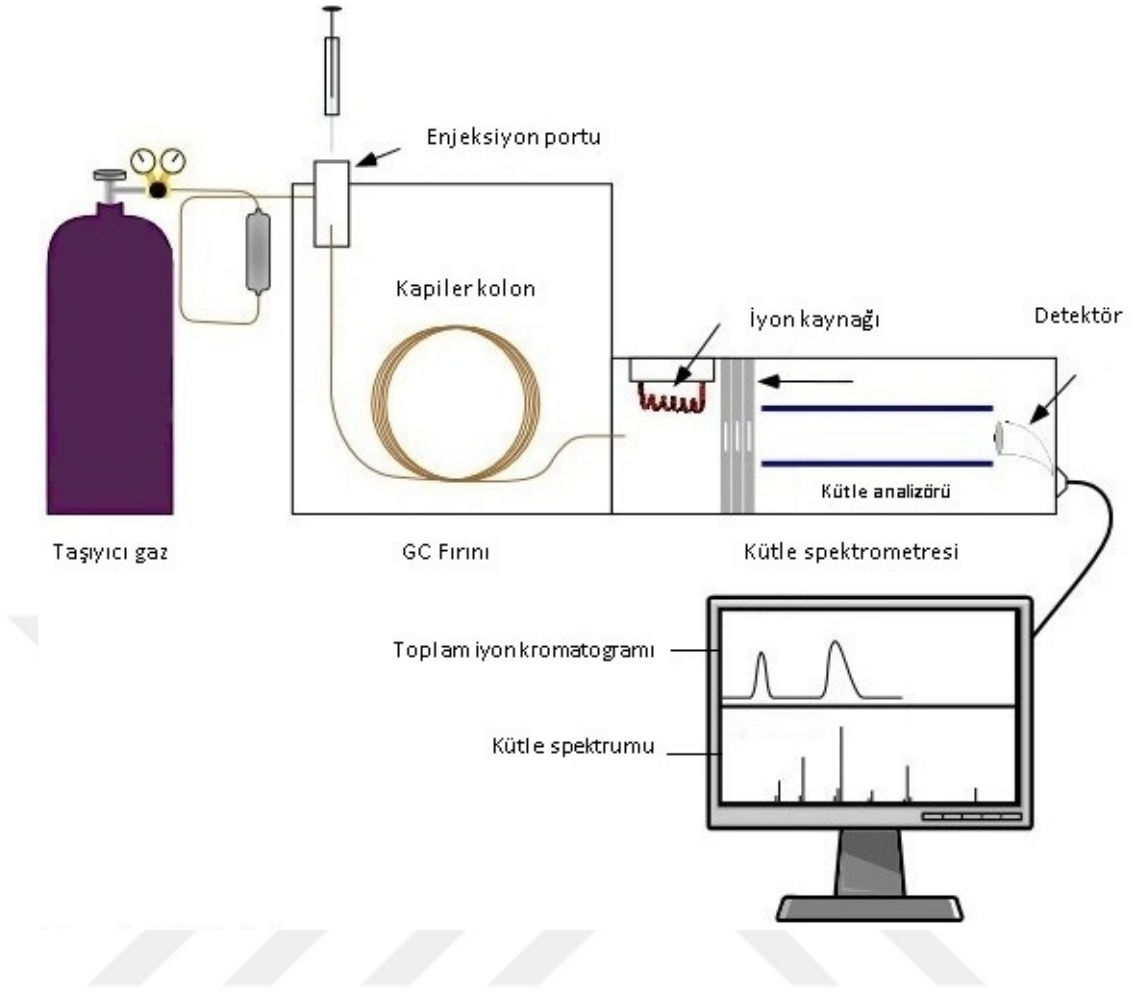
2.5.2. Gazkromatografisi-kütle spektrometresi (GC-MS)

Bir karışımda gaz halinde bulunan veya kolayca buharlaştırılabilen bileşenlerin birbirinden ayrılması amacıyla gaz kromatografisi yöntemi kullanılır. Bu yöntemde ayrılma, bileşenlerin farklı katı yüzeylerdeki farklı adsorpsiyon ilgilerine göre gerçekleşir. Numunede bulunan bileşenler bir cihazla spektrum haline getirilir ve bu spektrumda bulunan her pik ayrı bir bileşeni gösterir (Yücel, 2010).

GC cihazı genel olarak altı kısımdan meydana gelir:

- Sürükleyici gaz, basınç ve akışı ayarlayan kısım,
- Numune enjekte etme kısmı,
- Kolon kısmı,
- Detektör kısmı,
- Isıtma kısmı,
- Kaydetme kısmı

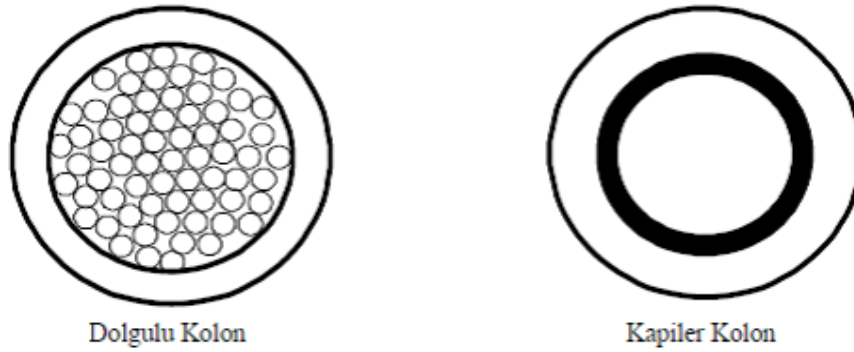
GC’de, kolondan önce örnek maddesinin buharlaştırılması için ısıtılan bir bölme veya katı örneklerin gaz halindeki ürünlere dönüştürülmesi için bir piroliz bölmesi vardır. Hemen ardından sıcaklığı programlanabilen bir fırın içine yerleştirilmiş olan kolon gelmektedir. Sıvı örnekler bir şırıngayla bir septumdan giriş kısmına enjekte edilirler. Kolon çıkışına yerleştirilen bir dedektörden sinyal izlenir ve bir integratör ile kaydedilir (Yücel, 2010). Şekil 2.11’de GC-MS sisteminin kısımları gösterilmiştir.



Şekil 2.11. Gaz kromatografisi-kütle spektrometresi sisteminin kısımları (Anonim, 2014a).

GC yönteminde hareketli faz olarak helyum, azot veya argon gibi inert bir gaz kullanılır ve bu gaza taşıyıcı gaz adı verilir. Kullanılan kolonlar 2-10 mm iç çapında ve 1-5 m boyundadır. Fakat inert bir katı dolgu maddesi üzerine uçucu olmayan bir sıvı kaplanması yerine, bu sıvı filminin doğrudan ince bir cam veya silika kapiler borunun iç yüzeyine tutundurulması ile 0.2-0.5 mm iç çapında ve 10-50 m gibi çok uzun kapiler kolonların kullanılması mümkün olabilir. Kapiler kolonların verimliliği ve ayırıcılığı, dolgulu kolonlara oranla çok daha iyidir (Yücel, 2010). Şekil 2.12’de

kapiler ve dolgulu kolonlar ile bunlara ait özellikler gösterilmiştir.



	Dolgulu	Kapiler
Uzunluk (metre)	0.5-10	5-100
İç Çap (mm)	2-4	0.1-0.25

Şekil 2.12. Gaz kromatografisinde kullanılan kolon tipleri (Yücel, 2010).

Holmes ve Morrell (1957) ilk defa gaz GC-MS kombinasyonunu oluşturmuşlardır. GC ve MS kombinasyonları ile oluşturulan cihazlar karmaşık organik ve biyokimyasal bileşiklerin tanımlanmasında kullanılan son derece hassas ve spesifik enstrümanlardır. GC-MS sistemi çok bileşenli karışımlardaki elementlerin belirlenmesinde, gaz fazında bulunan ya da gazlaştırılabilen numunelerin kromatografik yöntemle ayrımı ve kütle spektrumlarının alınması aracılığıyla organik moleküler yapıya sahip maddelerin tayinlerinde, kalitatif ve kantitatif çalışmalar için kullanılan yüksek performanslı ve yüksek hızlı bir gaz kromatografisi kütle spektrometresi sistemidir. GC’de, GC’nin kapiller kolonları ile karışımdaki maddeler birbirinden ayrıldıktan sonra iyonlaştırarak kütle spektrometresinde karışımdaki maddelerin kütlelerine bağlı olarak elementler tayin edilir. Bu uygulamada kromatografik kolondan çıkan bileşikler için ayrı ayrı spektrumlar

toplanır. Bu spektrumlar daha sonra işlenmek üzere bir bilgisayarda depolanır. Cihaz içerisinde bulunan kütüphaneler yardımı ile bilinmeyen maddeler tanımlanabilir (Skoog ve ark., 1998).

GC yönteminde nitel analiz, incelenebilen maddeler için belli sıcaklıktaki alıkonma sürelerinin birbirinden farklı olmasından yararlanılarak yapılır. Bir iç standart maddesinin analiz örneğine eklenmesi ve sonuçların bu maddeye bağlı olarak belirtilmesi tercih edilen bir yoldur. Nicel analiz ise kromatogramdaki piklerin altlarında kalan alanların hesaplanması ile veya pik yüksekliğinin ölçülmesi ile yapılır. Örneğin, enjekte ettiğimiz bir karışımda başlangıçta eşit miktarlarda A ve B bileşenlerinin olduğunu varsaydığımız bir durumda, kromatogramda bu bileşenlere ait piklerin altında kalan alanlar da birbirine eşit olacaktır (Anonim, 2014b).

2.6. Balıklarda Aroma Bileşenleri

Su ürünleri dünya besin gereksiniminin önemli bir kısmını karşılayan temel bir gıda endüstrisidir ve bu sektör dünyada en hızlı büyüyen gıda sektörüdür. Su ürünleri üretimi potansiyeli açısından özellikle iç sular zenginliğimiz yanında deniz ürünleri yetiştiriciliği alanında son yıllarda sağlanan gelişmeler sonucu ihracat konusunda Türkiye önemli bir düzeyde gelişmiştir. Ülkemizde deniz balıkları yetiştiriciliğinde sağlanan büyük gelişmelere rağmen, yetiştiriciliği yapılan ve aynı zamanda avcılık yoluyla sağlanan balık türlerinde aroma maddeleri konusunda ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Miktarları nanogram ve miligram arasında değişen aroma maddelerinin en önemli özellikleri çok düşük konsantrasyonlarda bile duyuşal olarak algılanmaları ve kalite üzerinde belirleyici rol oynamalarıdır. Önemli bir kalite kriteri

olmasına rağmen balık çeşitlerimizin aroma maddeleri ve her balık çeşidinin kendine özgü yani o balık çeşidini karakterize eden aroma aktif bileşikler üzerinde çalışmalar yok denecek kadar azdır (Çayhan, 2009).

Olafsdottir ve Fleurence (1998) balık kokularını bazı temel gruplar halinde sınıflandırmışlardır. Bu gruplar taze balık kokusu, mikrobiyal bozulma sonucunda oluşmuş kokular, oksidasyon sonucu oluşan kokular, çevreden kazanılmış kokular ve işleme (tütüleme, fırınlama, pişirme, kızartma vb.) esnasında oluşmuş kokulardır. Taze balık kokusunun balığın avlanmasından sonra birkaç gün sürdüğü bildirilmiştir. Daha sonra oksidasyon ürünleri ve mikrobiyal metabolitlerin balığın aromasına hakim olduğunu saptamışlardır. Taze balık kokusundan sorumlu olan bileşikler lipoksigenaz aktivitesiyle balığın doymamış yağ asitlerinden oluşan 6-, 8- ve 9-karbonlu aldehitler, ketonlar ve alkollerdir. 6- karbonlu bileşikler (hekzanal, (E)-2-hekzanal, (Z)-3-hekzanal) yeşil bitki ve ot benzeri kokuların oluşumundan sorumludurlar.

Baek ve Cadwallader (1997) tarafından yapılan çalışmada balıklarda 300'ün üzerinde aroma maddesi belirlenmiştir. Bu bileşikler enzimatik reaksiyonlar, lipid otooksidasyonu, mikroorganizma faaliyeti ve çevresel faktörlerden oluşmaktadır. Bu bileşikler içerisinde lipidlerden, uzun zincirli çok doymamış yağ asitlerinden lipoksigenaz enziminin aktivitesi sonucunda oluşan, aroma maddeleri taze balık aromasının oluşumunda en önemli rolü oynamaktadır.

Çayhan (2009), kefal (*Mugil cephalus*) balıklarının aroma maddeleri ve bu balıkları karakterize eden aroma aktif bileşiklerin GC-MS-O (oflaktometri) teknikleri kullanılarak belirlenmesi amacıyla çalışma yapmıştır. Yapılan bir çalışmada 20 adet aldehit, 14 adet azotlu bileşik, 7 adet alkol, 4 adet lakton, 3 adet keton, 2 adet ester, 2

adet terpen bileşiği, 2 adet naftalen bileşiği, 2 adet alken, 2 adet kükürtlü bileşik ve 1 adet asit olmak üzere toplam 59 adet aroma maddesi belirlenmiştir. Aroma maddelerinin toplam miktarı 13.51 mg/kg olarak bulunmuştur. Aldehitler sayı ve miktar olarak aroma maddelerinin en büyük kısmını oluşturan uçucu maddelerdir. Aldehitleri miktar olarak azotlu bileşikler ve alkoller izlemiştir. Yapılan çalışmada 29 adet aroma-aktif bileşik belirlenmiştir. Tanımlanan aroma aktif bileşiklerin 16'sını uçucu aldehitler, 4'ünü azotlu bileşikler, 2'sini ketonlar, 1'ini alkol bileşiği ve 1'ini lakton bileşiği oluşturmuştur. Aldehitlerin kefal balığının en önemli aroma-aktif bileşikleri olduğu gözlenmiştir. Uçucu aldehitler içerisinde (Z)-4-heptanal (pişmiş balık) ve nonanal (yeşil bitki-meyvemsi) en güçlü aroma-aktif bileşikler olarak belirlenmiştir. Benzer sonuçlar hamsi balığında (Cha ve Cadwallader, 1998), kültür somon (*Salmo salar*) balığında, berlam (*Merluccius merluccius*) balığında (Triqui, 2006) ve gökkuşağı alabalığında (*Oncorhynchus mykiss*) (Selli ve ark., 2006) da bulunmuştur.

Prost ve ark. (1998) GC-O tekniğiyle kalkan balığının aroma-aktif bileşiklerini belirlemişlerdir. Araştırmacılar kalkan balığında toplam 34 adet aroma aktif bileşik saptamışlardır. Bu bileşikler arasında trimetilamin (balık kokusu), 2,3-bütanedion (tereyağ), (Z)-4-heptenal (patates), 4-metil-2-pentanol (mantar), (E,Z)-2,6-nonadienal (salatalık), and (E,E)-2,4-dekadial (salatalık)'in önemli aroma-aktif bileşikler olduğunu vurgulamışlardır.

Selli ve ark. (2006) gökkuşağı alabalıklarının (*Oncorhynchus mykiss*) aroma aktif bileşiklerini GC-O tekniğini kullanarak belirlemişlerdir. Aroma maddelerinin ekstraksiyonunda vakumlu buhar damıtma tekniği kullanılmıştır. Araştırmacılar toplam 38 adet aroma-aktif bileşik saptamışlardır. Aroma aktif bileşikler arasında

(E)-2-nonenal, 2-etil-1-hekzanol, 2-metilisoborneol, geosmin, 2- metil naftalen ve 8-heptadesen'in gökkuşağı alabalıklarında kötü kokular kazandırdığını vurgulamışlardır. Aroma aktif bileşiklerin belirlenmesinde aroma yoğunluğu ve belirlenme sıklığı teknikleri kullanılmıştır.

Edirisinghe ve ark. (2007) sarı-yüzgeçli orkinos (*Thunnus albacares*) balığının aroma maddeleri içeriğini katı faz mikro ekstraksiyon tekniği ile ekstrakte edip, GC-MS ile belirlemişlerdir. Araştırmacılar, aroma maddeleri içerisinde hekzanal ve 2-nonanon'un miktar olarak en fazla olduğunu bildirmişlerdir. Öte yandan, depolama süresine bağlı olarak bu balıklarda 3-metil-1-bütanol ve 3-hidroksi-2-bütanon miktarında artış meydana geldiğini vurgulamışlardır.

Ganeko ve ark. (2008) sardalya balıklarında GC-MS ve GC-O cihazlarıyla aroma ve aroma-aktif bileşikleri belirlemişlerdir. Taze sardalya balıklarında aroma maddeleri katı faz mikro ekstraksiyon tekniği ile ekstrakte edilmiş ve toplam 33 adet (8 hidrokarbon, 5 keton, 1 furan, 1 kükürt bileşiği, 12 aldehit ve 6 alkol bileşiği) aroma maddesi saptanmıştır. Bu bileşikler içerisinde 2,3- pentadion, hekzanal ve 1-penten-3-ol sardalya balıklarının temel aroma maddeleri olarak saptanmıştır. GC-O tekniği ile balıklara 1-penten-3-ol'ül boya kokusu, 2,3-pentadion'un karamel kokusu, hekzanal'in yeşilimsi bitki kokusu, (Z)-4- heptanal'in deniz kokusu, oktanal'in turuncgil kokusu, 1-okten-3-ol'ün mantar kokusu kazandırdığını saptanmışlardır.

Balıklarda tespit edilen aroma komponentlerinden uçucu aldehitler ve alkoller genellikle doymamış yağ asitlerine lipoksigenaz enziminin etkisi sonucunda oluşmaktadır. Turchini ve ark. (2004) kahverengi alabalık (*Salmo trutta* L.) örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada, balıkların uçucu aldehit ve alkol miktarlarının sahip oldukları n-3 çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarlarıyla doğru orantılı

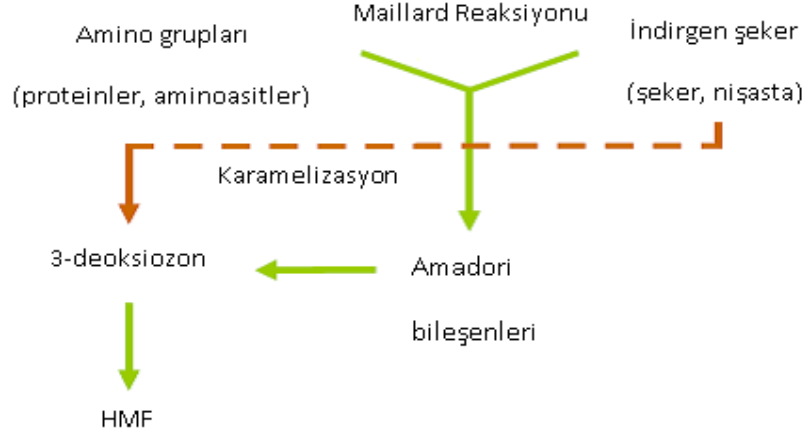
olduklarını bildirmişlerdir. Bu bileşikler düşük algılanma eşik değerlerinden dolayı balıklarda karakteristik taze balık aromasının oluşumunda en önemli aroma maddeleridir (Kawai, 1996). Azotlu bileşikler içerisinde pirazinler heterosiklik yapıda olup kendilerine has organoleptik özelliklere sahiptirler. Piroller ise Maillard reaksiyonu sırasında Strecker tipi parçalanma sırasında oluşmaktadırlar (Hidalgo ve Zamora, 2004). Azotlu bileşikler balık ve balık soslarına yanık ve amin benzeri kokular kazandırmaktadırlar (Peralta ve ark. 1996). Ketonlar, balık ve diğer deniz ürünlerinde yağların oksidasyonu, amino asitlerin parçalanması ve Maillard reaksiyonları sırasında oluşan aroma maddeleridir (Chung ve ark., 2002). Öte yandan, Haard ve Simpson (2000) deniz ürünlerinde alkollerin ketonlara dönüştüğünü ve oluşan ketonların sahip oldukları düşük algılanma eşik değerlerinden dolayı önemli aroma maddeleri olduklarını bildirmişlerdir. Terpen bileşikleri ise balıkların kendi vücutlarında sentezlenmeyen, besin maddesi olarak tükettiği bitkisel materyallerden yani çevresel faktörler sonucu oluşan aroma maddeleridir.

2.7. Keklerde Aroma Bileşenleri

Gıda ürünleri ısıtılma işlemleri sonucunda ısı ve kütle transferi nedeniyle yoğun değişimler gösterirler. Ekmek, kek, bisküvi, kurabiye gibi ürünlerin fırında pişirilmesi esnasında tekstürel, fizikokimyasal ve duyu özelliklerinde birçok değişiklik meydana gelir (Sablani ve ark., 1998). Tüm bu pişirme kaynaklı değişiklikler tüketicilerin ürünü duyu yönden kabul etmeleri açısından önemlidir. Gıda ürünlerinin fırınlanması, uçucu aroma bileşenlerinin oluşumu ve aromanın geliştirilmesinde önemli bir rol oynar. Oluşan bileşenleri karakterize etmek oldukça

zor olsa da; Maillard reaksiyonu, karamelizasyon ve lipid peroksidasyonu bu değişimlerin çoğunu açıklar. Fırıncılık ürünlerinde aroma bileşenleri; indirgen şekerler ve proteinler, peptitler, amino asitlerin -NH₂ grupları arasında gerçekleşen Maillard reaksiyonları sonucunda oluşur. Bu reaksiyon bazı gıdaların renk ve aroma oluşumunda önemli rol oynamakta ve reaksiyon süresince oluşan bir çok bileşik gıdalara karakteristik tat ve koku sağlamaktadır (Baltes, 1982). Ancak Maillard reaksiyonları fırınlama sırasında bu ürünlerin oluşumunu sağlayan tek reaksiyon değildir, lipid oksidasyonu ve karamelizasyon da önemli rol oynamaktadır. Tüm bu reaksiyonlar alifatik aldehytler ve furfural bileşiklerinin oluşumunda görev alır (Grosch ve Schieberle, 1997; Kroh, 1994; Whitfield, 1992).

Hidroksimetilfurfural (HMF), furaldehit ve 2-metilfurfural gibi sıcaklık ve su aktivitesine yüksek hassasiyet gösteren furfural bileşikleri ısıtılma indikatörleri ve fırınlama göstergesi olarak kullanılmaktadır (Ait Ameer ve ark., 2006; Ramirez-Jimenez ve ark., 2000a). HMF, yüksek sıcaklık ve düşük pH değerlerinde Maillard reaksiyonu ile şekerlerin ve Amadori bileşenlerinin parçalanmasıyla oluşur. Kek ve kurabiye gibi ürünlerde sükröz şeker kaynağı olarak kullanıldığında HMF daha çok karamelizasyon sonucunda oluşmaktadır (Kroh, 1994). Şekil 2.13'te karamelizasyon ve Maillard reaksiyonları sonucu HMF oluşumu basit bir şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2.13. HMF oluşum mekanizması (Rega ve ark., 2009).

Son yıllarda ekmek, bisküvi, kraker, kek gibi yaygın olarak tüketilen fırıncılık ürünlerinin aroma bileşenlerinin saptanması, miktarı ve lezzet üzerine etkisini saptamak amacıyla çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Fırınlanmış ürünlerde uçucu aroma bileşenlerinin saptanmasında, son üründen bu maddelerin solvent ekstraksiyonu (Ramirez-Jimenez ve ark., 2000b) veya tepe boşluğu yöntemiyle (Poinot ve ark., 2007; Pozo- Bayon ve ark., 2006a ve 2006b) ekstrakte edilmesi gerekmektedir. Rega ve ark. (2009), Ait-Ameur ve ark. (2008) pişirme sırasında örnek üzerinden salınan uçucu aroma bileşenlerinin belirlenmesi amacıyla SPME yönteminin etkinliğini göstermişlerdir.

Uçucu bileşenler üzerine yapılan çalışmaların çoğu bunların tanımlanması ve gıdaların duyu özelliklerine etkisi üzerine olmuştur. Rega ve ark. (2009) tarafından pandispanya keklerinde aroma bileşenlerin saptanması amacıyla çalışmalar yapılmıştır. Fırınlanan pandispanya keklerinden ekstrakte edilen pirazinler ve 5-HMF gibi bazı uçucu bileşenlerin Maillard reaksiyonlarının bir indikatörü olduğunu göstermişlerdir. Bu çalışmada tepe boşluğu (HS) HS-SPME yöntemiyle kek örneğinden aroma bileşenlerinin ekstraksiyonu sağlanmış, GC-O ile bu

bileşenlerinin tanımlanması ve miktarının belirlenmesi yapılmıştır. Hazırlanan kek örnekleri 170°C’de 25 dakika süreyle kontrollü koşullarda pişirilmiştir. DVB/Car/PDMS tipi fiberler, 7.5 L/dak akış hızı, 5±2°C başlangıç sıcaklığı tekrarlanabilirlik açısından en iyi sonuçları vermiştir. Örnekleme sırasında sıcak hava akışı nedeniyle ekstraksiyon odasının sıcaklığı hızlı bir şekilde artmış ve ekstraksiyon/fırınlama işleminden 15 dakika sonra 39±5°C sıcaklığa ulaşmıştır. Bu çalışma sonucunda, 40’tan fazla uçucu bileşenin ekstraksiyonu sağlanmıştır, HMF gibi SPME ve tepe boşluğu yöntemiyle ekstraksiyonu zor olan ürünlerin bile ekstraksiyonu gerçekleştirilmiştir. Aroma bileşenleri farklı kimyasal sınıflara aittir ve pişirme sırasında oluşan farklı reaksiyonlar sonucunda oluşmuş veya çiğ materyalden gelmişlerdir. 2-metil propanal, 2-metil bütanol ve 3-metil bütanol, sırasıyla valin, izolösin ve lösin gelen Strecker aldehitleridir (Cremer ve Eichner, 2000). Bu bileşenler malt/çikolata aromasından sorumlu oldukça kokulu bileşiklerdir (Beal ve Mottram, 1994). Fenilalaninden gelen fenilasetaldehit, bal/gül kokusundan sorumlu aroma bileşenidir (Hofmann ve Schieberle, 2000). Bazı aroma bileşenleri ise lipid oksidasyonu sonucu oluşmaktadır. Nonanal, (E,Z)-2,4-decadienal gibi alifatik aldehitler; 1-octen-3-ol ve 2-pentilfuran gibi alkoller linoleik asit degradasyonu sonucu oluşmaktadır ve yağlı/meyveli aromadan sorumludur (Neff ve ark.,2000; Whitfield, 1992). Heterosiklik bileşenler arasında çok sayıda pirazin bileşiği tespit edilmiştir. Bu bileşenler Maillard reaksiyonu ürünleri olup fırınlanmış ürünlerde sıklıkla rastlanmaktadır. Rega ve ark. (2009) tarafından yapılan bu çalışmada bileşenler üç pişirme aralığında (0-5, 5-15 ve 15-25 dakika) SPME tekniği ile DVB/Car/PDMS fiber kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Alifatik aldehitler ve 1-oktanol fırınlamanın başlangıcında (ilk 5 dakikaya kadar) lipid degradasyonu

sonucunda oluşmuştur. Pentilfuran, 2-undekanal, (E,E)-2,4 dekadienal bileşenleri de lipit degradasyonu ile ortama salınan aroma bileşenleridir. Üç pişirme aralığında (0-5, 5-15 ve 15-25 dakika) pişirilen örneklerde, SPME tekniği ile Maillard reaksiyonları ile alakalı aroma bileşenlerinin oluşumu gözlenmiştir. DVB/Car/PDMS fiber kullanılarak strecker aldehitleri ve pirazinler, Car/PDMS fiber kullanılarak furanik bileşenler ve enolizasyon ürünleri ekstrakte edilmiştir. Oluşan strecker aldehitleri 3-metil bütanal, benzaldehit, fenil asetaldehit iken; pirazinler ise 2-metil pirazin, 2,5-dimetil pirazin, 2,3,5-trimetil pirazindir. Bunlar arasında 2,5-dimetil pirazin ve 3-metil bütanal yüksek miktarlarda bulunmaktadır. Furanik bileşenler grubunda furfural, furoneol, 5-hidroksimetilfurfural oluşumu gözlenmiştir. 5-hidroksimetilfurfural, 2,3-dehidro-3,5-dehidroksi-6-metil-4(H)-piran-4-on ise enolizasyon ürünleri olarak oluşan bileşenlerdir. Kek örneklerinde Maillard reaksiyonu ile ilişkili aroma bileşenleri 5 dakikadan daha kısa pişirme süresi içinde, hekzanal, nonanal ve 1-okten-3-ol gibi lipit oksidasyonu ile ilişkili ürünler ise 5 dakikalık pişirme süresi içinde oluşmuştur. Hamur örneğinde ise sadece hekzanal bileşeni deney koşullarında saptanabilir ölçüde bulunmuştur. HMF bileşeni çok düşük konsantrasyonlarda olduğundan HS-SPME ekstraktlarında saptanamamış; ancak 25 dakika pişirme süresinde HPLC ile saptanabilir düzeye ulaşmıştır. Yapılan bu çalışma HS-SPME tekniğinin HMF gibi oldukça polar, 2-metilpropanal gibi oldukça uçucu aroma bileşenlerinin saptanması ve izlenmesinde uygun bir teknik olduğunu göstermiştir.

Rega ve ark. (2010), keklerin fırında pişirilmesi sırasında meydana gelen kimyasal değişimler, bu değişimlere kek boyutlarının etkisi ve fırındaki ısı akışının belirlenmesi amacıyla çalışma yapmışlardır. Kekler iç ve dış (kabuk) yüzey olmak

üzere iki kısımdan oluşmaktadır ve bu iki kısımda meydana gelen ısı akışları birbirinden farklıdır. Bu çalışma için birisi daha derin (60 gramlık hamur içeren) diğeri daha ince (20 gramlık hamur içeren) bir tepside pişirilen iki kek formasyonu oluşturulmuş ve kekler 170°C’de 25 dakika süreyle pişirilmiştir. Kalın kek örnekleri ile kıyaslandığında ince keklerde daha yüksek merkez sıcaklığı (147°C) ve daha düşük su içeriği (%9) saptanmıştır. Beklendiği üzere ince kekler daha kuru ve kalın bir kabuk yüzeyi oluşturmuştur ve HMF konsantrasyonu daha fazla bulunmuştur. HMF, şekerlerin (karamelizasyon) ve Amadori bileşenlerinin (Maillard reaksiyonları) parçalanması sonucunda oluşmuştur. Pişirmenin ilk 5 dakikasında HMF saptanmamış, bu süreden sonra hızlı bir şekilde kek matrisi içinde HMF miktarında artış meydana gelmiştir.

Farklı sıcaklık (140, 170 ve 200°C) uygulanan keklerde kek yüzeyindeki evaporatif ısı transferi; ürünün yüzey sıcaklığı, fırın içindeki havanın nemi ve sıcaklığına bağlı olarak takip edilmiştir. Keklerin su içeriği 5 dakikada bir ölçülerek su transferi saptanmaya çalışılmıştır. İlk 5 dakika içerisinde ürünün merkez ve yüzey sıcaklığı hızlı bir şekilde artış göstermekte, su içeriği ise sıcaklık artışına bağlı olarak azalmaktadır. Su içeriği ve kurutma oranına bağlı olarak örneklerdeki suyun büyük bir kısmı buharlaştığında, buharlaşma gizli ısı azaldığından yüzey sıcaklığında artış meydana gelmektedir. Yapılan çalışmada maksimum ısı akısı 6000 W/m² olarak bulunmuş ve deney sonunda 1000 W/m²’ye düşmüştür (Baik ve ark., 1999).

Zareifard ve ark. (2009) ticari keklerin pişirilmesinde kullanılan tünel tipli endüstriyel elektrikli fırınlarda ısı transferini belirlemeye çalışmışlardır. Pişirme başlangıcında maksimum yüzey ısı akısı 6300-7550 W/m² olarak ölçülmüş, 200°C’lik fırınlama sırasında 1570-2500 W/m²’ye düşmüştür.

BÖLÜM 3

MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Kek hamuru bileşenleri

Kek hamuru hazırlanmasında margarin, toz şeker, yumurta (büyük boy), un, hamur kabartma tozu ve tuz kullanılmıştır. Hamur yapımında kullanılan malzemelerin çeşit ve miktarları Arçelik Bolu Pişirici Cihazlar İşletmesi tarafından belirlenmiştir. Pişirme denemelerinde kullanılan kek örnekleri için standart bir kek tarifi kullanılmış ve bütün denemeler bu standart kek tarifine göre yapılmıştır.

3.1.2. Hamsi balığı (*Engraulis encrasicolus*)

Araştırmada balık materyali olarak Bolu Gıda Pazarı balıkçı tezgahlarından elde edilen hamsi (*Engraulis encrasicolus*, LINNAEUS, 1758) kullanılmıştır. Hamsinin tercih edilme nedeni; ekonomik ve kolayca bulunabilir olması, ülkemiz tüketicilerinin çok tüketmesi ve kuvvetli aromaya sahip olmasıdır.

Engraulidae familyasına ait olan ve dünya denizlerinde çeşitli türleri bulunan hamsi, Karadeniz ve Marmara denizinde sürüler halinde yaşayan pelajik, planktonla

beslenen göçmen bir balıktır. Ülkemiz balıkçılığında önemli yer tutan hamsi, sonbahar ve kış mevsimlerinde (Eylül-Şubat arası) gırgır adı verilen çevirme ağlarıyla avlanmaktadır. Karadeniz’den avlanan hamsinin boyu ortalama 10-15 cm olup, kırmızı etli ve yağlı balık sınıfına girmektedir (Genç, 2007; Gülyavuz ve Ünlüsayın, 2008). Araştırma kapsamında balıkçı tezgahlarından alınan hamsilerin genel görünümü Şekil 3.1’de gösterilmektedir. Hamsiler analiz edilinceye kadar buzdolabı koşullarında muhafaza edilmişlerdir.

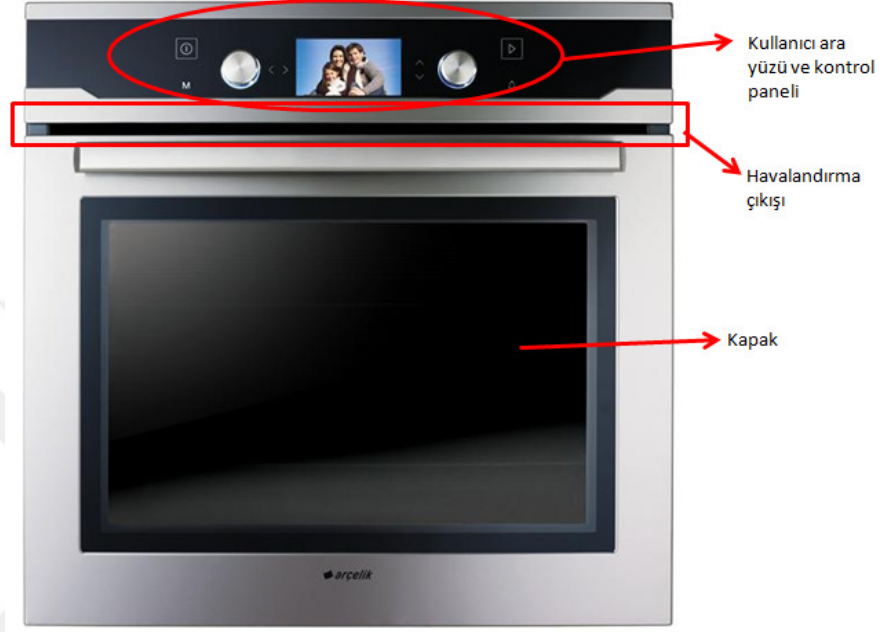


Şekil 3.1. Hamsinin genel görünümü.

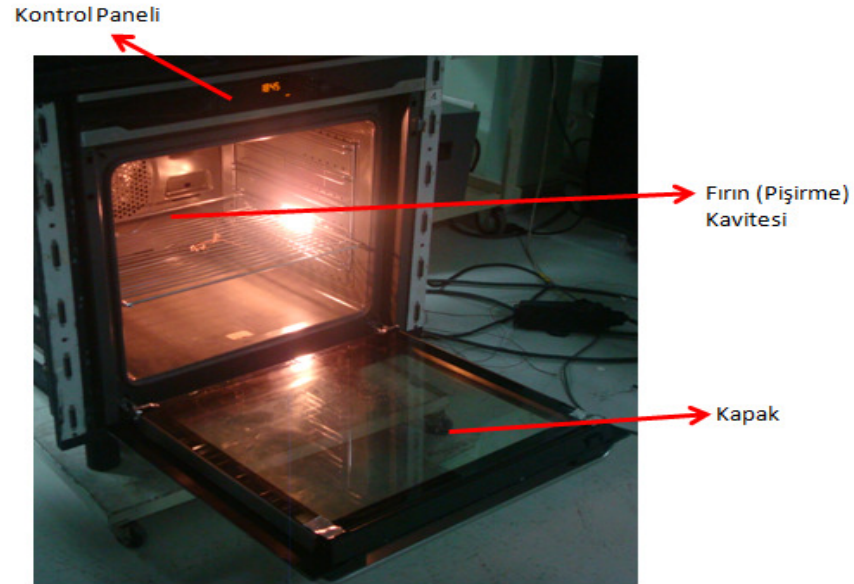
3.1.3. Pişirme fırınları

Kek hamuru ve balık örneklerinin ayrı ayrı ve eş zamanlı pişirilmesi için Arçelik Bolu Pişirici Cihazlar İşletmesi’nde biri 45 litre hacimli diğeri 65 litre hacimli iki adet fırın tasarımı, dizaynı ve prototipi gerçekleştirilmiştir. Fırınlar pişirmenin yapıldığı bir fırın kavitesi ve kaviteyi kapatan bir kapaktan oluşmaktadır.

Ayrıca elektronik ve mekanik olarak çeşitleri bulunan kullanıcı ara yüzü ve kontrol paneli de fırın üzerinde yer almaktadır (Şekil 3.2). Fırınlara kullanıcı arayüzü ile kumanda edilmekte olup pişirme işlemi ise fırın (pişirme) kavitesi içerisinde yapılmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.2. Fırının önden görünüşü.



Şekil 3.3. Fırının kapağı açık durumda önden görünüşü.

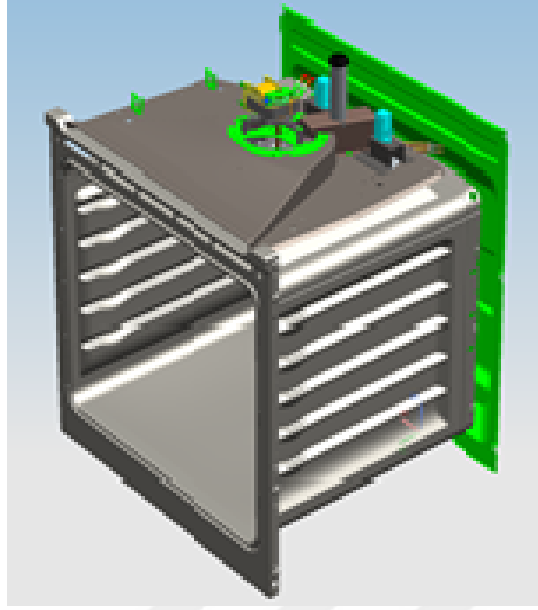
3.2. Yöntem

3.2.1.Fırın tasarımı

Piştirme parametrelerinin belirlenmesi amacıyla ve piştirme denemelerinde kullanılmak üzere iki adet fırın tasarımı yapılmıştır. Diğer piştirme özellikleri aynı olmak kaydıyla (turbo-elektroturbo; 350, 450 ve 550°C minimum ısıtıcı yüzey sıcaklığı) bu fırınlardan bir tanesi 45 litre diğeri ise 65 litre hacimli olarak dizayn edilmiş ve prototipleri yapılmıştır. Tasarlanan ev tipi fırınlar; pişirmenin yapıldığı fırın kavitesi, kaviteyi kapatan bir kapak, havalandırma sistemi, kullanıcı ara yüzü ve kontrol panelinden oluşmaktadır. Şekil 3.4 ve Şekil 3.5'te piştirme denemelerinde kullanılmak üzere tasarlanan ve prototipleri yapılan fırınların şematik bir gösterimi yer almaktadır.



Şekil 3.4. Fırın iç yüzeyi ve tasarımı.

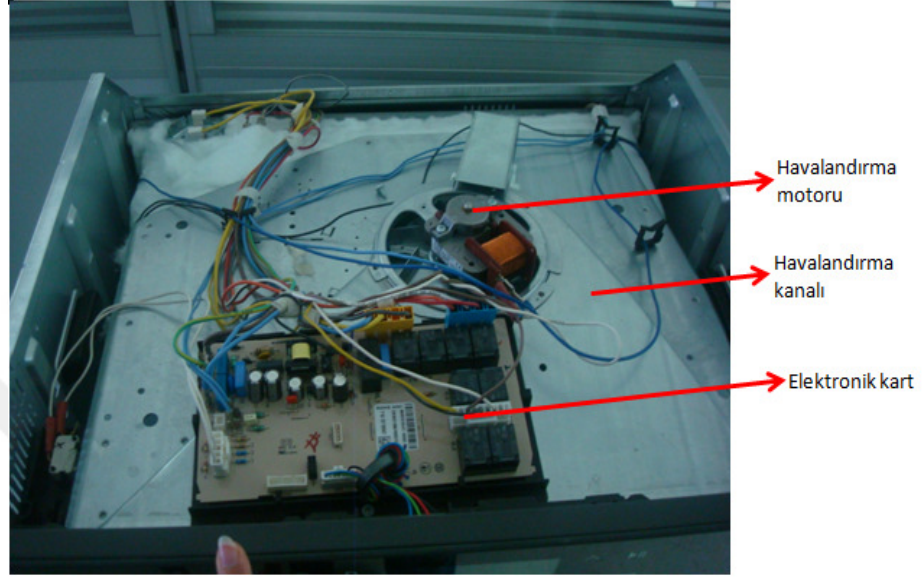


Şekil 3.5. Yeni dizayn edilen fırın şeması.

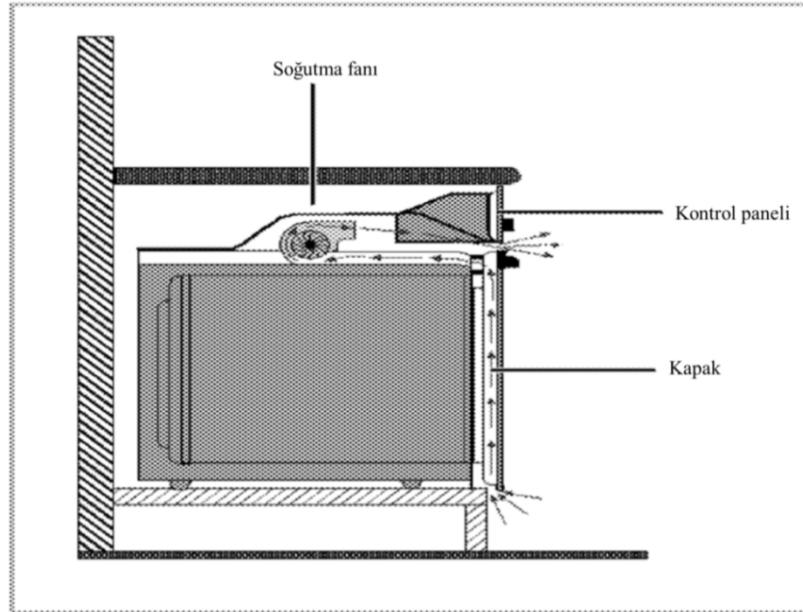
Fırınlarda kullanıcı arayüzü ile kumanda edilmektedir. Kullanıcı arayüzü elektronik veya mekanik olabilmektedir. Sıcaklık ve fonksiyon seçimi komutator denilen elektromekanik parçalar ile yapılmaktadır. Elektronik arayüzlerde ise arayüzü kontrol eden bir elektronik kart vardır (Şekil 3.6). Kullanıcının arayüz aracılığıyla fırına aktardığı girdiler elektronik kart tarafından değerlendirilip fırının kontrol sistemine karar verilmektedir. Elektronik fırınlarda fırının ve arayüzün kontrolüne yönelik yapılabilecekler daha fazladır; çünkü kullanıcıya daha fazla olanak sunmaktadır.

Fırınlarda sıcak ürünler olduklarından dolayı güvenlik standartları mobilyanın ve kullanıcının ilişkili olduğu yüzeyler için sıcaklık limitleri getirmektedir. Ankastre yani mobilyaya gömülü fırınlarda fırının soğuması zor olduğundan dolayı soğutma fanı ve havalandırma sistemi kullanılmaktadır (Şekil 3.6 ve Şekil 3.7). Havalandırma sistemi sayesinde fırının yan, arka ve alt duvarlarından taze hava emilir. Bu taze hava

duvarları ve mobilyayı soğutmaktadır. Bu havaya elektronik kartın üstünden emilen hava, kapaktan iki camın arasından ve bacadan çıkan hava karışarak fırının ön kısmından, panonun altından dışarı çıkar. Bu sayede hem mobilya, fırının panosu, kapak camı ve elektronik kart yüksek sıcaklıktan korunmuş olur.

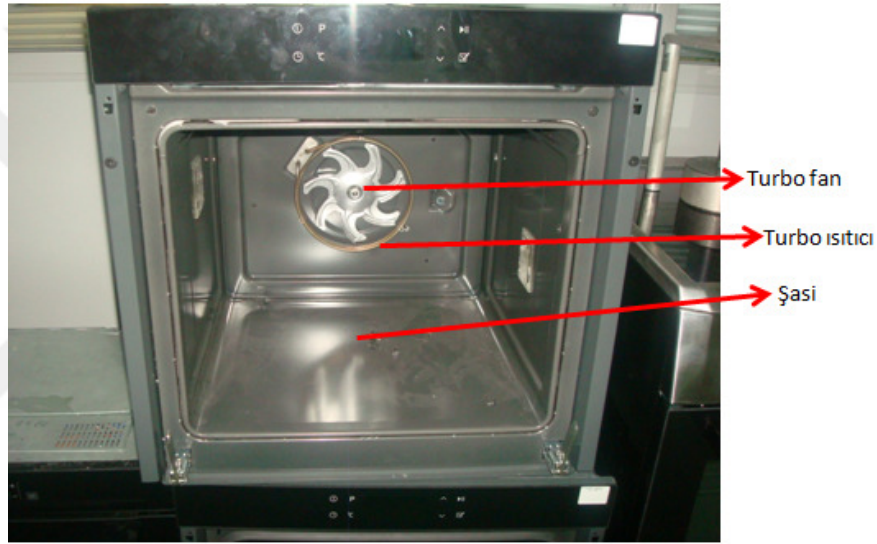


Şekil 3.6. Fırının havalandırma sistemi ve elektronik kart.



Şekil 3.7. Fırın ve soğutma sisteminin yandan kesit görünüşü.

Tasarlanan fırınlarda pişirme işlemi kavite içerisinde yapılmaktadır. Fırınlarda 4 çeşit ısıtıcı vardır. Bu 4 ısıtıcıdan üçü kavitenin içinde biri ise kavitenin altındadır. Zorlanmış taşınım ile pişirme (turbo) fonksiyonlarında kavitenin içindeki turbo fan ve turbo ısıtıcı kullanılmaktadır. Bu turbo ısıtıcı ve turbo fanı fan koruma sacı denilen bir sac güvenlik sebebiyle kapatmaktadır (Şekil 3.8). Isınan hava, fan koruma sacının üstündeki deliklerden kaviteye girerek gıdayı pişirmektedir (fan koruma sacı resimde gösterilmemiştir).

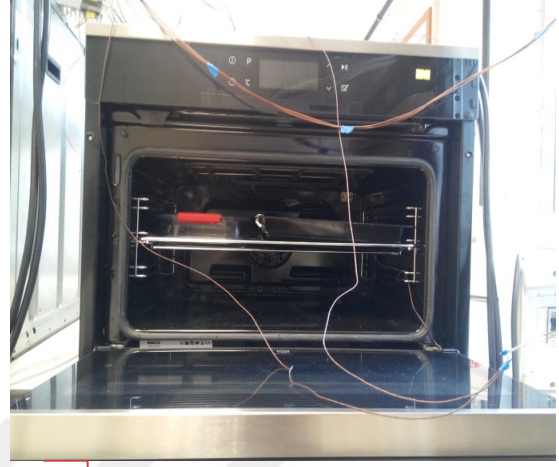


Şekil 3.8. Fırının turbo ısıtıcısı ve turbo fanı.

Araştırma kapsamında, pişirme parametrelerinin belirlenmesi amacıyla ve pişirme denemelerinde kullanılmak üzere tasarlanan 45 ve 65 litre hacimli fırınların kapağı açık şekilde önden görünümü Şekil 3.9’da gösterilmiştir.



65 Litre hacimli fırın



45 Litre hacimli fırın

Şekil 3.9. 45 ve 65 litre hacimli fırınların kapağı açık şekilde önden görünümü.

3.2.2. Kek numunelerinin hazırlanması ve deney tasarımı

3.2.2.1. Kek numunelerinin hazırlanması

Yumurta, un, şeker, kabartma tozu, yağ ve tuz karışımından oluşan hamur standart cup kek kalıplarında pişirilmiştir. Keklerin hazırlanması ve pişirilmesi Arçelik firmasının standardize ettiği ve firmanın pişirme testlerinde kullanılan yöntemle göre gerçekleştirilmiştir. Pişirme denemelerinde kullanılan kek örnekleri için standart bir kek tarifi kullanılmış ve bütün denemeler bu standart kek tarifine göre yapılmıştır. Hamur yapımında kullanılan malzemelerin çeşit ve miktarları Arçelik Bolu Pişirici Cihazlar İşletmesi tarafından belirlenmiş olup Çizelge 3.1’de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Kek yapımında kullanılan malzemelerin çeşit ve miktarları.

60x60 TEPŞİ	60x60 TEPŞİ BOYUTU	60x60 TEPŞİ BOYUTU
BOYUTU (1 TEPŞİ)	(2 TEPŞİ)	(3 TEPŞİ)
170 g margarin	340 g margarin	510 g margarin
170 g toz şeker	340 g toz şeker	510 g toz şeker
3 adet yumurta	6 adet yumurta	9 adet yumurta
225 g un	450 g un	675 g un
7.5 g kabartma tozu	6 g kabartma tozu	22.5 g kabartma tozu
3 g tuz	6 g tuz	6 g tuz
TOPLAM: 605. 5 g	TOPLAM: 1211 g	TOPLAM: 1816.5 g

Yapılışı: Tüm malzemeler oda sıcaklığında olmalıdır. Margarin ve şeker krem kıvamına gelene kadar birlikte çırpılır (1. seviyede başlayarak 4. seviyeye çıkartılır, yaklaşık 5 dakika). Yumurtalar karışıma birer birer katılarak iyice karıştırılır (1. seviyede başlayarak 4. seviyeye çıkartılır, yaklaşık 2.5 dakika). Un, kabartma tozu ve tuz birlikte elenir. Unlu karışım mevcut karışıma eklenerek karışım homojen hale getirilir (1. seviyede başlayarak 4. seviyeye çıkartılır; maksimumda yaklaşık 1 dakika). 28 ± 0.5 gr karışım hassas terazi yardımıyla standart cup kek kağıtlarına tartılır. 60x60 tepsiye 20 adet kağıtta kek yerleştirilir, uygun sıcaklık ve pişirme sürelerinde pişirilir. Pişme işleminden sonraki 30 dakika içinde kekler soğumaya bırakılır ve 30 dakika sonunda keklerin kağıtları uzaklaştırılır.

3.2.2.2. Deney tasarımı

Piştirme fonksiyonunun, ısıtıcı yüzey sıcaklığının ve fırın hacminin piştirme, aroma ve tekstür üzerine etkisini saptamak amacıyla Çizelge 3.2’de gösterilen deney tasarımı izlenmiştir.

Çizelge 3.2. Deney tasarımı.

Numara	Piştirme fonksiyonu	Isıtıcı sıcaklığı (°C)	Fırın hacmi (Litre)	Balık
Deneme 1	Turbo	350	45	Yok
Deneme 2	Turbo	350	65	Yok
Deneme 3	Turbo	450	45	Yok
Deneme 4	Turbo	450	65	Yok
Deneme 5	Turbo	550	45	Yok
Deneme 6	Turbo	550	65	Yok
Deneme 7	Elektroturbo	350	45	Yok
Deneme 8	Elektroturbo	350	65	Yok
Deneme 9	Elektroturbo	450	45	Yok
Deneme 10	Elektroturbo	450	65	Yok
Deneme 11	Elektroturbo	550	45	Yok
Deneme 12	Elektroturbo	550	65	Yok
Deneme 13	Turbo	350	45	Var
Deneme 14	Turbo	350	65	Var

Deneme 15	Turbo	450	45	Var
Deneme 16	Turbo	450	65	Var
Deneme 17	Turbo	550	45	Var
Deneme 18	Turbo	550	65	Var
Deneme 19	Elektroturbo	350	45	Var
Deneme 20	Elektroturbo	350	65	Var
Deneme 21	Elektroturbo	450	45	Var
Deneme 22	Elektroturbo	450	65	Var
Deneme 23	Elektroturbo	550	45	Var
Deneme 24	Elektroturbo	550	65	Var

Araştırma kapsamında pişirme, aroma ve tekstür üzerine etkisi incelenen pişirme fonksiyonları turbo (fan destekli) ve elektroturbo (statik+fan); ısıtıcı yüzey sıcaklıkları 350, 450 ve 550°C; fırın hacimleri ise 45 ve 65 litredir. Keklerin balıksız olarak tek başına pişirildiği 12 adet pişirme, kek ve balığın aynı fırın içerisinde eş zamanlı pişirildiği 12 adet pişirme olmak üzere toplam 24 pişirme testi yapılmıştır. Keklerin tek başına pişirildiği denemelerde kekler, 60x60 boyutlu bir adet tepside 20 kağıtta kek (cup kek) (Şekil 3.10) olacak şekilde hazırlanmış ve fırınların orta rafında istenilen fonksiyon ve sıcaklıklarda pişirilmiştir. Kek ve balığın aynı fırın içerisinde eş zamanlı pişirildiği denemelerde ise daha küçük boyutlu bir tepside 12 adet kağıtta kek bulunmaktadır (Şekil 3.11). 100-150 gram balık örneğinin tartıldığı borcam ile 12 adet kağıtta kekin bulunduğu tepsi (Şekil 3.11), fırınların orta rafına yan yana konularak kek ve balıklar aynı fırın içerisinde eş zamanlı olarak istenilen sıcaklık ve fonksiyonda pişirilmiştir.



Şekil 3.10. Balıksız tek başına pişirilen keklerde pişirme dizaynı (60x60 boyutlu bir adet tepside 20 kağıtta kek).



Şekil 3.11. Balık ile birlikte aynı fırın içerisinde eş zamanlı olarak pişirilen keklerde pişirme dizaynı (Küçük boy tepside 12 adet kağıtta kek, borcamda 100-150 gram balık örneği).

3.2.3. Uygun pişirme parametrelerinin belirlenmesi

3.2.3.1. Voltaj ve güç değerlerinin belirlenmesi

İstenilen ısıtıcı yüzey sıcaklıklarına (350, 450 ve 550°C) erişmek için dizaynı yapılan güç kaynağının fırınlara bağlantısı yapılmış (Şekil 3.12) ve pişirme sırasında fırın üst resistant, alt resistant, turbo rezistant, fırın içi sıcaklığı gibi fırında pişirme sırasında belirli noktalarındaki sıcaklığın ölçülmesi amacıyla fırınların iç yüzeylerine elektrotlar yerleştirilmiş ve pişirme sırasında sıcaklık data logger vasıtasıyla bilgisayarla takip edilmiştir. Data logger bağlantısı yapıldıktan sonra güç kaynağında

voltaj ve güç ayarlaması yapılarak çeşitli denemeler sonucunda istenilen ısıtıcı yüzey sıcaklıklarını sağlayan voltaj ve güç tespit edilmiştir.



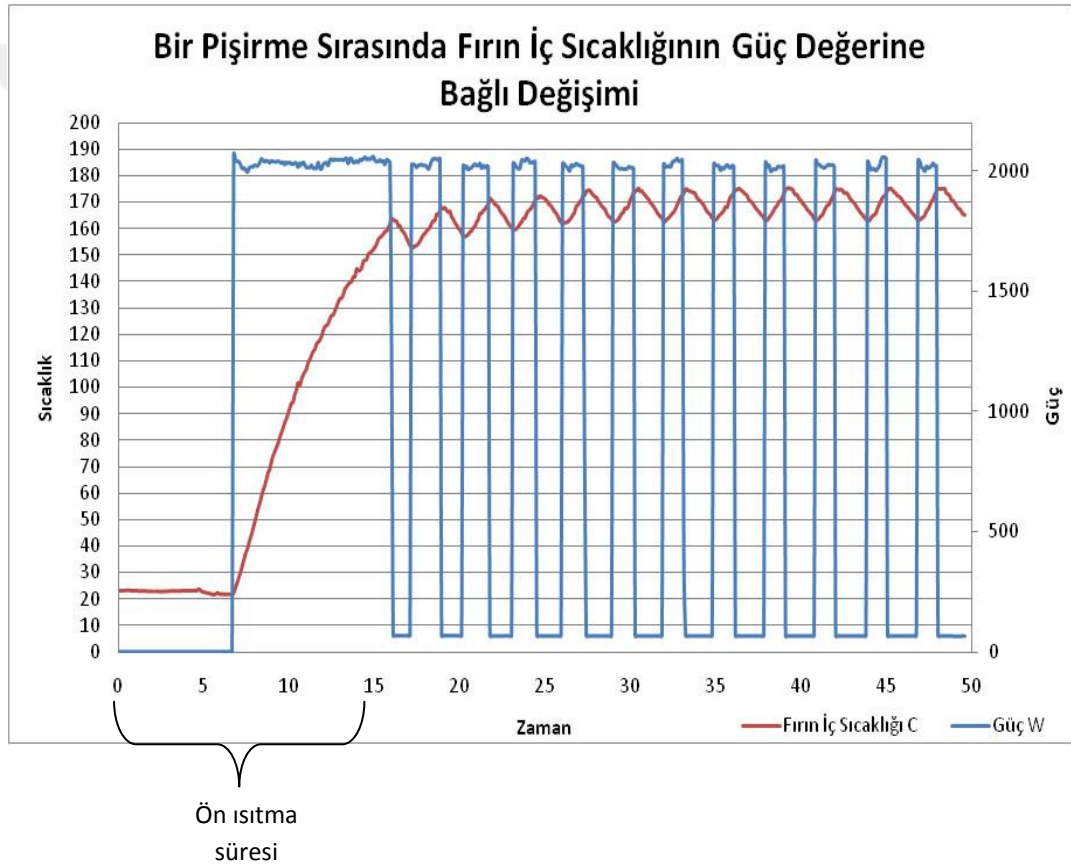
Şekil 3.12. Fırınlara bağlantısı yapılan güç kaynağı.

İstenilen sıcaklıklar olan 350, 450 ve 550°C fırın içi sıcaklığı olmayıp ısıtıcı yüzey sıcaklıklarıdır. Voltaj ve güç tespitinde data logger aracılığıyla takip edilen ısıtıcı yüzey sıcaklıkları; turbo (fan destekli) pişirme fonksiyonu için turbo rezistant sıcaklığı, elektroturbo (statik+fan) pişirme fonksiyonu için üst rezistant ve alt rezistant sıcaklığıdır. İstenilen ısıtıcı yüzey sıcaklığını sağlayan uygun voltaj ve gücün belirlendiği ayarlamaların tümünde fırın içi sıcaklığı 150°C olarak ayarlanmış ve bu sıcaklık başlangıçta kullanıcı ara yüzü vasıtasıyla fırına girilmiştir.

Fırın içindeki sıcaklık sensörü, fırının iç sıcaklığını sürekli olarak denetler ve kullanıcının ayarladığı sıcaklığa (150°C) gelip gelmediğini kontrol eder. Fırının içindeki ısıtıcılar buna bağlı on-off şeklinde çalışır. Yani sürekli olarak açılır ve

kapanır. Fırının ayarlanan sıcaklığa veya ona yakın bir sıcaklığa gelip ısıtıcıyı off konuma getirdiği süreye ön ısıtma süresi denir. Ön ısıtma süresinden sonra ısıtıcılar on-off çalışmaya devam eder. Isıtıcıların bu çalışma mantığına *algoritma* denir. Elektronik fırınlar algoritma tasarımı yapma olanağı sağlayan fırınlardır. Farklı amaçlar için farklı algoritmalar geliştirme olanağı mevcuttur.

Pişirme sırasında fırın iç sıcaklığının güç değerine bağlı değişimi örnek bir grafikte Şekil 3.13'te gösterilmiştir.



Şekil 3.13. Pişirme sırasında fırın iç sıcaklığının güç değerine bağlı değişimi.

Şekle göre pişirme 7. dakikada başlamıştır. Kullanıcı fırın içi sıcaklığını 170°C'ye ayarlayıp fırını çalıştırmıştır. Fırın ayarlanan 170°C sıcaklığa ulaşınca

ısıtıcıyı off konuma getirmiş ve bu sıcaklığa ulaşınca kadar geçen ön ısıtma süresi 15 dakika olarak belirlenmiştir. Bu süreden sonra ısıtıcı sürekli olarak on-off konumunda çalışmakta ve fırın içi sıcaklığını dengelemektedir.

3.2.3.2. Uygun pişirme sürelerinin belirlenmesi

İstenilen ısı yüzey sıcaklıklarına minimum güç ile ulaşmak için uygun voltajların belirlenmesinin ardından, pişirme denemeleri için standart kek tarifinden yararlanılarak kek örnekleri hazırlanmıştır. Hazırlanan kek örnekleri (60x60 boyutlu bir adet tepside 20 cup kek) tespit edilen voltajlarda farklı sürelerde pişirilmiş, 30 dakika soğumaya bırakıldıktan sonra cup kekler pişirildiği kağıt kalıplardan çıkarılarak pişirme sürelerinin belirlenmesi için renk ölçümüne geçilmiştir. Pişirme süreleri Arçelik Pişirici Cihazlar İşletmesi'nde bulunan renk ölçüm cihazında (Win ing.-büro Werner Neabuer Baunach, Almanya) Optimas 6.5 (Brookvale NSW, Sydney) yazılım programına göre belirlenmiştir. Bu cihaza göre keklerin pişmiş olarak kabul edilmesi için ortalama renk aralığı 9.5-10.5 arasında olmalıdır. Kek örnekleri farklı sürelerde pişirilmiş; 9.5 renk değerinin altında kalan ölçümlerde pişirme süresi artırılarak, 10.5 renk değerinin üzerinde kalan ölçümlerde ise pişirme süresi azaltılarak çeşitli denemeler yapılmıştır. Renk ölçümleri sonucu 9.5-10.5 renk aralığına düşen kek örnekleri geçerli-olumlu kabul edilmiş ve bu renk ölçüm değerlerine göre uygun pişirme süreleri belirlenmiştir. Pişirme sürelerinin belirlenmesinde ön ısıtma süresi dahil edilmemiş, balıksız tek başına keklerin pişirildiği ve kek ve balıkların birlikte eş zamanlı pişirildiği denemelerin her ikisinde de aynı pişirme süreleri kullanılmıştır; çünkü keklerin piştiği sıcaklık değerinde

balıklar çoktan pişmiş olacaktır. Bu nedenle sadece balıksız kek örneklerinin pişirildiği pişirme sürelerinin bulunması yeterli olmuştur.

3.2.4. Renk ölçümleri

3.2.4.1. Minolta cihazı ile renk ölçümü

Belirlenen pişirme sürelerinde kek örnekleri (60x60 boyutlu bir adet tepside 20 kağıtta kek), 45 ve 65 litre hacimli fırınların orta rafında istenilen sıcaklık ve fonksiyonlarda tek başına pişirilmiş, 30 dakika soğumaya bırakıldıktan sonra renk ölçümü yapılmıştır. Renk ölçümlerinde Minolta CR-400 (Konica Minolta, Inc., Osaka, Japonya) model renk ölçer (kolorimetre) kullanılmıştır. Ölçümler kek örneklerinin üst yüzeylerinde gerçekleştirilmiş olup; 20 adet kek örneğinin her biri için renk ölçüm değerleri kaydedilmiştir. Sonuçlar CIE LAB renk skalasına göre L* (0:koyuluk, 100:açıklık), a* (-:yeşillik, +:kırmızılık) ve b* (-:mavilik, +:sarılık) değerleri olarak belirtilmiştir. Bu ölçümlere ilave olarak ΔE (toplam renk farkı) değeri de hesaplanmıştır. Toplam renk değeri farkı aşağıdaki formüle göre hesaplanmış olup standart olarak BaSO₄ plakası kullanılmıştır. Standart plakanın L* değeri 96.9, a* değeri 0.0 ve b* değeri 7.2 olarak alınmıştır.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

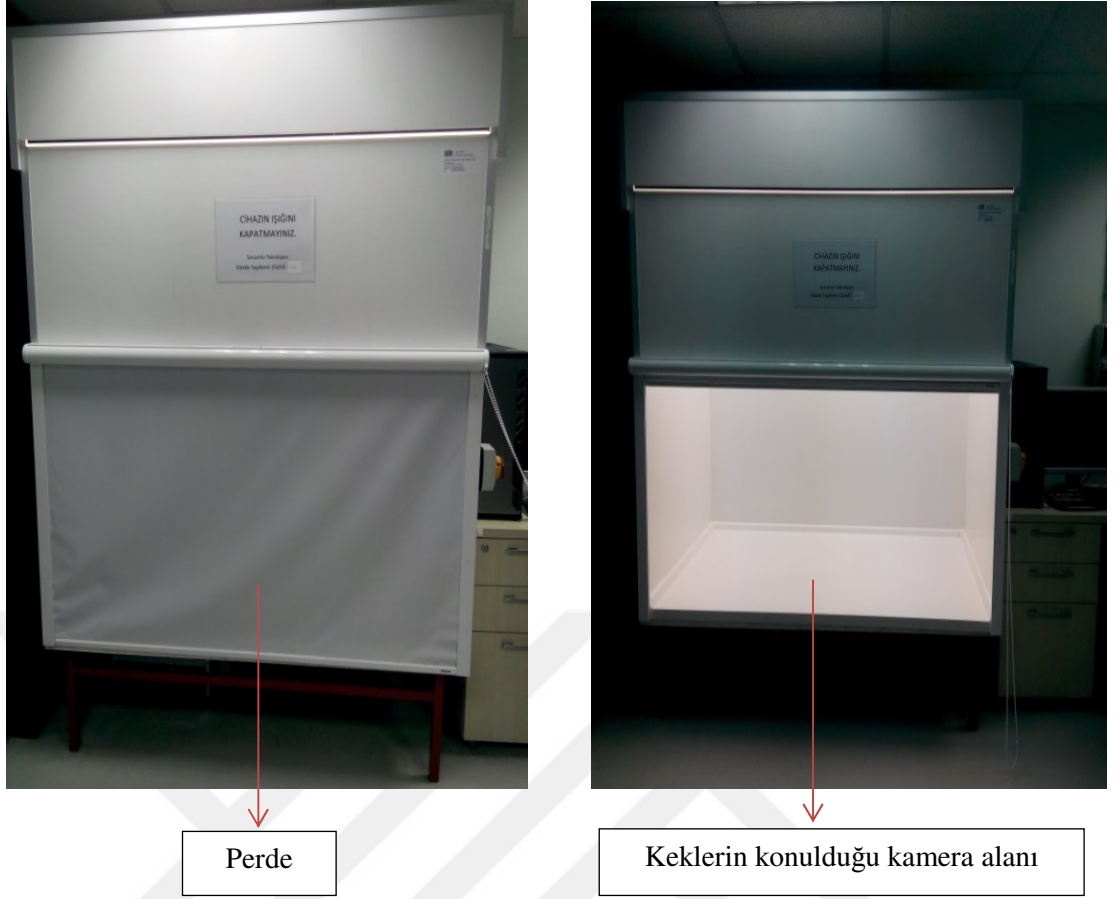
$$\Delta L^* = L^*_{örnek} - L^*_{standart}$$

$$\Delta a^* = a^*_{örnek} - a^*_{standart}$$

$$\Delta b^* = b^*_{örnek} - b^*_{standart}$$

3.2.4.2. Optimas ile renk ölçümü

Belirlenen pişirme sürelerinde kek örnekleri (60x60 boyutlu bir adet tepside 20 kağıtta kek), 45 ve 65 litre hacimli fırınların orta rafında istenilen sıcaklık ve fonksiyonlarda tek başına pişirilmiştir. Pişirilen kekler 30 dakika soğumaya bırakıldıktan sonra kağıtları uzaklaştırılarak renk ölçümüne geçilmiştir. Bilgisayar bağlantısı ile Optimas 6.5 yazılım programı çalıştırılarak Şekil 3.14'te gösterilen renk ölçüm cihazı ile kek örneklerinin renk ölçümleri yapılmıştır. Optimas 6.5 yazılım programı açılmadan yaklaşık 2 saat önce cihazın ışığı açılmalıdır. Cihazın sıcaklığı belli bir değere yükselmelidir. Program üzerinden sıcaklık değeri kontrol edilerek sıcaklık 43°C olduğunda ölçüme başlanmalıdır. Pişirilen kekler tepside alındığı şekliyle cihazın kamera alanına (Şekil 3.14) şablon yardımı ile konularak yerleri saptandıktan sonra şablon alınır. Cihazın perdesi kapatılarak önce keklerin üst yüzeylerinin sonra kekler ters çevrilerek keklerin alt yüzeylerinin fotoğrafı cihaz aracılığıyla çekilir. Tepside bulunan bütün kek örnekleri taranarak veriler elde edilir. Keklerin ortalama renk aralığı 9.5-10.5 değerleri arasında olmalıdır. Renk ölçümleri bu değerler arasına düşen kekler geçerli-olumlu kabul edilmiştir. Keklerin pişirme süreleri de daha önce anlatıldığı gibi bu cihazın renk ölçüm aralıkları baz alınarak belirlenmiştir.



Şekil 3.14. Optimas 6.5 yazılım programı ile çalışan renk ölçüm cihazı.

3.2.5. Tekstür ölçümü

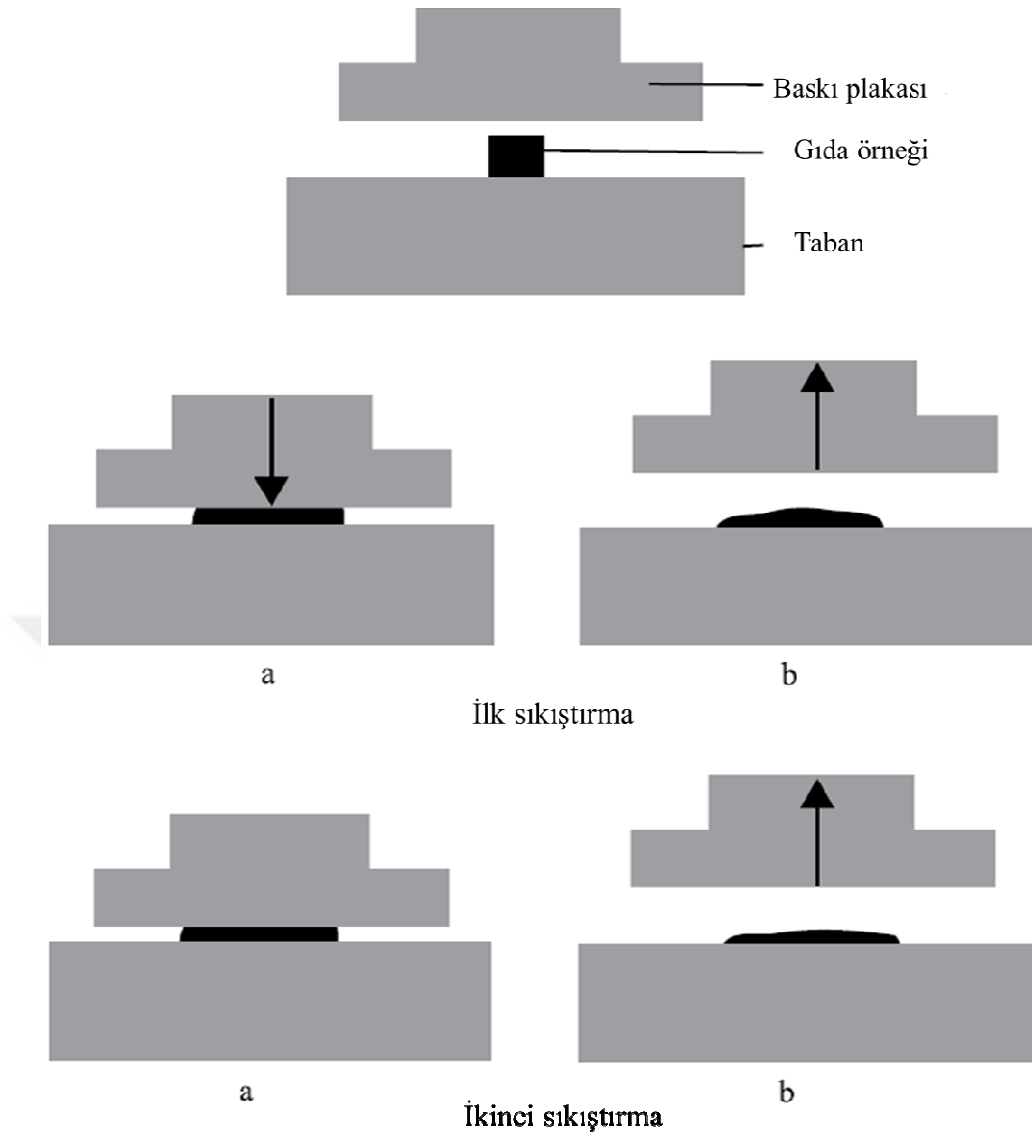
Tekstür, besinlerin yapısal, mekanik ve yüzey özelliklerinin, görme, işitme, dokunma ve kinestetik yol ile belirlendiği bir kalite kriteridir. Tekstürel özellikler mekanik (sertlik, yapışkanlık, viskozite, elastikiyet, bağlılık) ve geometrik özellikler (boyut, şekil özellikleri) olarak sınıflandırılır (Szczeniak, 2002).

Tekstür duyusal bir özellik olmasına rağmen spesifik olarak başta fiziksel olarak ya da objektif metotlar (enstrümantal metot) ile ölçülebilir. Tekstürün değerlendirilmesi organoleptik metotlar (duyusal metot) ile subjektif olarak

belirlenebilirken; aynı zamanda objektif olarak bazı gereçler ve kimyasal yöntemler ile de saptanabilir (Cardello ve ark., 1982; Szczesniak, 2002).

Tekstür profil analizi (TPA) ilk olarak Szczesniak (1963) tarafından kullanılmış daha sonra Bourne (1978) tarafından geliştirilmiştir. Fiziksel olarak tekstür analiz cihazı kullanılarak ölçülen TPA sonuçları ile duyuşal olarak algılanan TPA sonuçları arasında bir bağlantı olduğu ancak fiziksel olarak ölçülen sonuçlar ile duyuşal algılayış arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı bildirilmiştir (Szczesniak, 1963).

TPA, örnek üzerinde yaratılan çift sıkıştırma kuvveti sonucunda oluşan deformasyonu ya da örneğin uygulanan kuvvete direncini ölçmektedir (Şekil 3.15). TPA aleti normal gıda tüketimi sırasında ağzın gerçekleştirdiğı ezme, koparma, çiğneme gibi davranışların bir simülatörü gibi çalışmaktadır (Brennan, 1980).



Şekil 3.15. Tekstür profil analizinde sıkıştırma ve esneme hareketi a) İlk ve ikinci baskıda sıkıştırma hareketi, b) İlk ve ikinci baskıda esneme hareketi (Bourne 2002).

Araştırma kapsamında istenilen sıcaklık ve fonksiyonda pişirilen kek örnekleri 30 dakika soğumaya bırakıldıktan sonra kağıtları uzaklaştırılarak tekstür ölçümüne geçilmiştir. 60x60 boyutlu tepside pişirilen 20 adet kek örneğinden hangi örneklerin analiz için seçildiği ve sırası Şekil 3.16’da gösterilmiştir.



Fırının ön tarafında kalan kısım

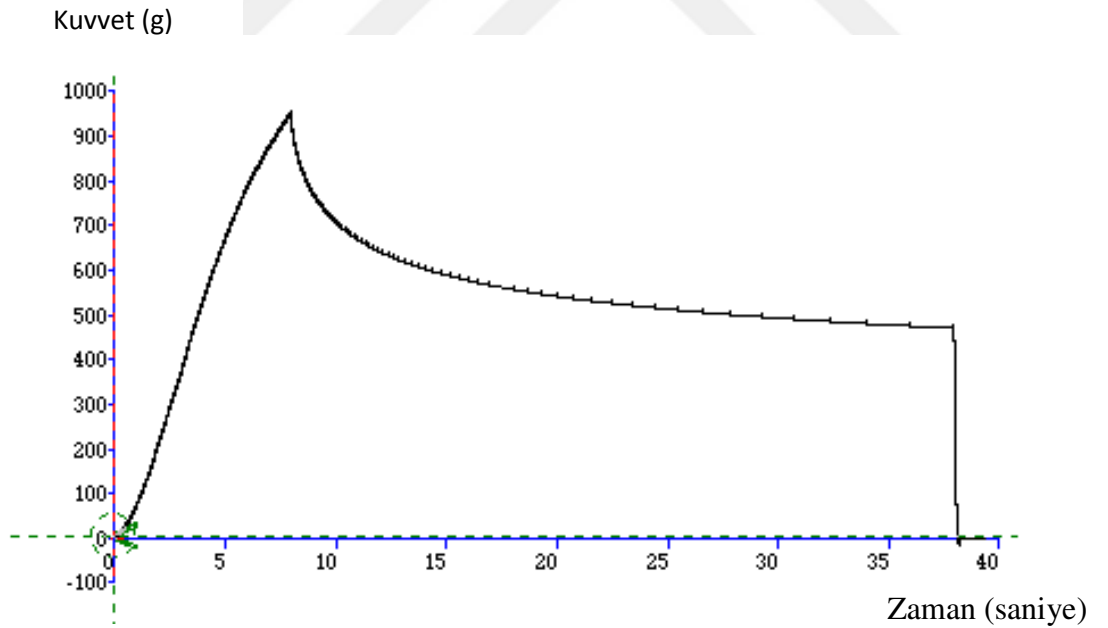
Şekil 3.16. Tekstür analizi örnek seçim dizaynı.

Tekstür analizi için, TA-XT plus tekstür analiz cihazı (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, England) kullanılmıştır (Şekil 3.17).



Şekil 3.17. Tekstür analiz cihazı.

Kek örneklerinin tekstür profil analizi, tekstür analiz cihazına bağlanan 5 kg'lık load cell baskı plakası altında arka arkaya iki kez sıkıştırılması ile gerçekleştirilmiştir. Kek örnekleri bütün halde alınmış, baskı plakası altında 1 mm/s hızla orijinal boyutunun %25'i (sıkıştırma oranı) kadar iki kademeli sıkıştırılmıştır. İki sıkıştırma arasında 30 saniye beklenmiştir ve örnek sıkıştırma mesafesi 8 mm olarak belirlenmiştir. Ön test hızı 2.0 mm/saniye, test hızı 1.0 mm/saniye, test sonrası hızı 10.0 mm/saniye olarak seçilmiştir. Cihaza ait özel yazılım (Texture Exponent 32, Stable Microsystems, Godalming, Surrey, England) kullanılarak kek örneklerinin sertlik (g) ve esneklik (g) tekstürel değerleri hesaplanmıştır. TPA eğrisinden elde edilen veriler tekstürel özelliklerin hesaplanmasında kullanılmıştır. Şekil 3.18' de sıcaklığında test edilen bir kek örneğine ait bulunması gereken tipik bir tekstür profil eğrisini göstermektedir



Şekil 3.18. Kek örneğine ait tipik tekstür profil eğrisi.

3.2.6. Duyusal analizler

Kek pişirme parametreleri ve parametrelerin kabulü gerçekleştikten sonra duyusal analizlerle kek üzerinde balık aromasının tespiti için çalışmalar yapılmıştır. Balıksız olarak tek başına pişirilen kek örnekleri ve balık ile birlikte aynı fırın içerisinde eş zamanlı pişirilen kek örnekleri, pişirildikten sonra analize kadar oda koşullarında soğumaya bırakılmıştır. Örnekler soğuduktan sonra uygun duyusal analiz koşullarında daha önceden duyusal eğitim almış 12 adet paneliste (Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğrencileri) servis edilmiştir. Duyusal analiz kapsamında örneklerin panelistlere servis ediliş düzeni Şekil 3.19'da gösterilmiştir.



Şekil 3.19. Kek örneklerin panelistlere servis ediliş düzeni.

Duyusal analiz için panelistler öncelikle duyuusal analizlerde temel kavramlar, duyuusal analiz testleri ve duyuusal analizde dikkat edilmesi gereken hususlar konusunda uygulamalı olarak eğitime alınmıştır. Daha sonra standart olarak pişirilen kek örnekleri ile keklerden beklenen renk, tekstür, aroma özellikleri ve yine standart olarak pişirilen balıklar ile balık aroması ve terminoloji konularında eğitim çalışmaları devam etmiştir. Eğitimlere düzenli olarak katılan ve algısı daha yüksek olan öğrenciler duyuusal analizlere dahil edilmiştir.

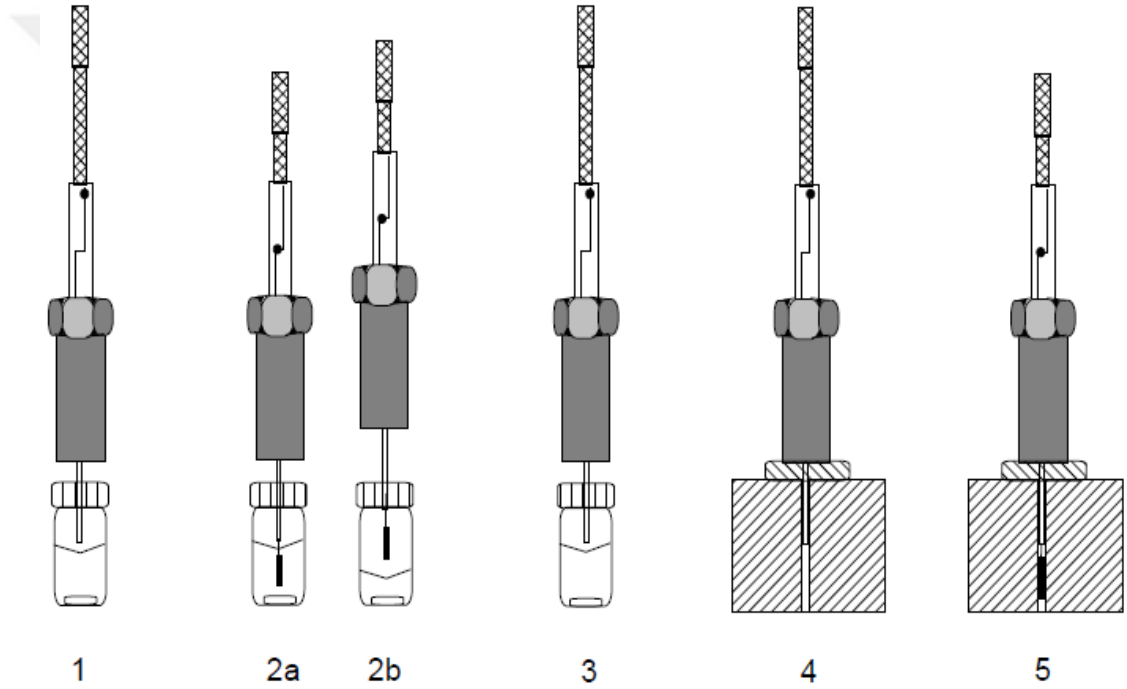
Değerlendirme sırasında panelistlere bir önceki örnekten ağızda kalan tadı gidermeleri amacıyla su verilmiştir. Duyusal analizlerde panelistler yaptıkları değerlendirmeyi 10'lu hedonik skala (1: çok kötü, 10: çok iyi) ile puanlamışlardır. Örnekler dış görünüş, renk, tipik koku-aroma, balıgımsı koku-aroma, tekstür, tad, balıgımsı tad, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından değerlendirmeye tabii tutulmuştur. Duyusal analizde kullanılan form EK A'da sunulmuştur.

3.2.7. Aroma maddeleri analizi

3.2.7.1. Aroma maddelerinin ekstraksiyonu

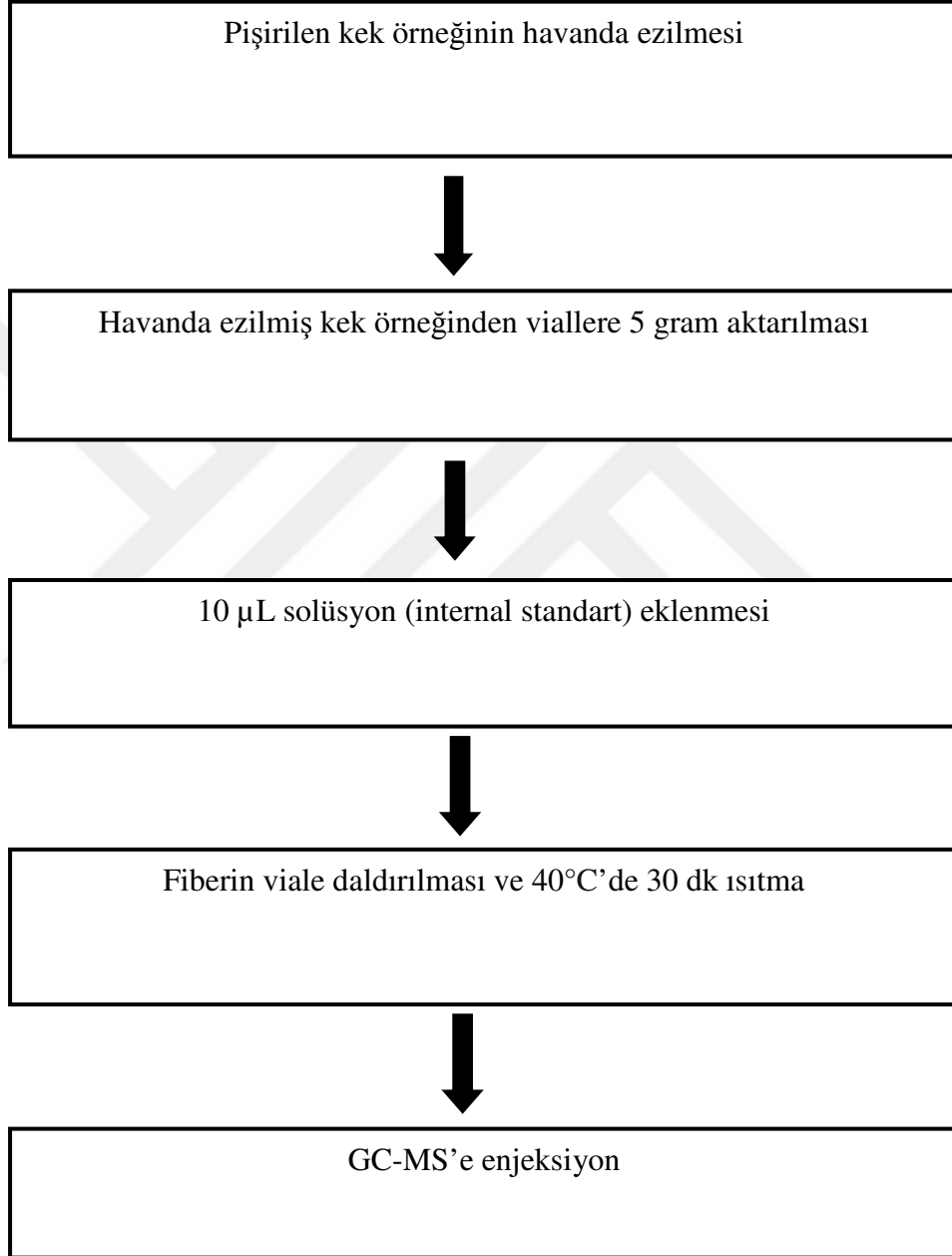
Gıda ürünlerinde aroma maddeleri iz miktarlarda bulunur ve gaz kromatografisi (GC) öncesi ürünün ekstraksiyonu, saflaştırılması ve konsantre edilmesi gibi birçok aşamayı gerektiren geleneksel izolasyon yöntemleri kullanılmaktadır. Katı faz mikro ekstraksiyon (SPME), gıdalarda aroma profilinin belirlenmesinde son yıllarda popülerite kazanan basit, hızlı, ekonomik ve çözümsüz

bir ekstraksiyon yöntemi olup örnek hazırlama, ekstrakte etme, konsantre hale getirme gibi birçok işlemi tek bir basamağa indirgeyen çok yönlü bir tekniktir (Zhang ve ark., 1994; Pinho ve ark., 2001). Bu teknik, SPME fiber üzerine uçucu ve yarı uçucu maddelerin adsorbsiyonu ve bu maddelerin GC enjeksiyon portuna yerleştirilen SPME fiberden termal olarak GC kolonuna desorpsiyonu ilkesine dayanmaktadır. Şekil 3.20’de SPME yönteminin önemli basamakları gösterilmektedir.



Şekil 3.20. Katı faz mikroekstraksiyon yönteminin basamakları 1. Örnek vialinin septumunun fiber lif kılavuzu ile delinmesi. 2a. Fiber lif, fiber kılavuzundan çıkıp sıvı içine dalmaktadır veya 2b. Tepe boşluğu SPME uygulamasında sıvı fazın üzerinde askıda kalmaktadır (absorbsiyon aşaması). 3. Fiber lif ve lif kılavuzu zenginleştirme sonrası geri çekilmektedir. 4. Fiber gaz kromatografisinin enjeksiyon bloğuna yerleştirilir. 5. Enjeksiyon bloğunda bir ısıtma programı uygulanan bileşenler bakımından zengin fiber liften bileşenler gaz kromatografisine geçer (desorbsiyon aşaması) (Stien, 2001).

Araştırma kapsamında, aroma maddelerinin ekstraksiyonu için SPME yöntemi kullanılmıştır. Kek ve balık örneklerinin aroma maddeleri ekstraksiyonu, Şekil 3.21’de belirtilen işlem basamakları izlenerek gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.21. Kek örneklerinde aroma maddelerinin ekstraksiyonu.

Aroma maddelerinin analizi için öncelikle kek örnekleri bir tepside 9 adet kağıtta kek olacak şekilde uygun pişirme parametrelerinde pişirilmiştir. Kek ve kek+balık örneklerinde homojen bir dağılım sağlamak amacıyla hangi örneklerin aroma analizi için seçildiği Şekil 3.22’de gösterilmiştir.



Şekil 3.22. Aroma analizi örnek seçim dizaynı.

Aroma maddelerinin ekstraksiyonu için ön denemeler doğrultusunda pişirilen kek örneklerinden 5 gram örnek havanda ezilerek 20 mL’lik örnek şişesine (headspace vialleri) (Şekil 3.23) tartılmıştır. Üzerine 10 µL internal standart (81'er ppm 2-metil-3-heptanon+2-metil-pentanoik asit) eklenerek şişenin ağzı hava sızdırmaz kapakla kapatılmıştır. Katı faz mikro ekstraksiyonu gerçekleştirmek için adsorbant olarak 50/30 µm kalınlığında divinilbenzen/karboksen/polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) kaplı, iğne boyutu 24 Ga olan Stableflex (2 cm) SPME fiber (Bellefonte, USA) kullanılmıştır. Fiber örnek şişesine daldırılmış ve şişeler ısıtıcıda 40°C’de 30 dakika tutularak örneğin dengeye gelmesi sağlanmıştır (Şekil 3.23). Ekstraksiyon 30 dakika sürdürülmüştür ve bu işlem sonucunda numune şişesinin tepe

boşluğundaki uçucu bileşenler adsorpsiyon ile yakalanmıştır. 30 dakika sonunda konsantre halde elde edilen ekstrakt fiber yardımıyla doğrudan GC-MS cihazına enjekte edilmiştir (Şekil 3.24). Fiber, gaz kromatografisi cihazının enjeksiyon portunda 3 dakika müddetle bırakılarak yakalanan uçucu bileşenler GC-MS sistemine desorbsiyon ile aktarılmıştır.



Şekil 3.23. Headspace vialleri ve ısıtma işlemi.

Fiber yardımıyla GC-MS'e enjeksiyon



Şekil 3.24. Uçucu aroma bileşenlerinin GC-MS cihazına enjeksiyonu.

3.2.7.2. GC-MS koşulları

Kek ve balık örnekleri ekstraktlarının fiber yardımıyla doğrudan GC-MS cihazına enjekte edilmesinin ardından aroma maddelerinin tanımlanması ve miktarlarının belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Aroma analizleri GC 7890 A model (Agilent, USA) gaz kromatografisi ve 5975 C kütle spektrometresi dedektörü (Agilent, USA) kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.24). Analizlerde Teknokroma (TR-140262) TRB-WAX (60m uzunluk x 0.25mm iç çap x 0.25µm film kalınlığında) kapiler kolon kullanılmıştır.

GC çalışma koşulları için, fırın sıcaklığı 50°C’de 2 dakika beklenip dakikada 4°C’lik artışla 240°C’ye çıkartılmıştır. Bu ısıtma programında toplam analiz süresi 49.5 dakika olarak hesaplanmıştır.

GC-MS çalışma koşulları aşağıda verilmiştir.

Enjeksiyon modu: Splitless

Enjeksiyon bloğu sıcaklığı: 250°C

İnlet basıncı: 22.544 psi

Toplam akış hızı: 14 mL/dak

Taşıyıcı gaz: Helyum

He akış hızı: 1 mL/dak

Dedektör : FID (alev iyonizasyon dedektörü) + MS dedektörü

Dedektör sıcaklığı: 250°C

H₂ akışı: 35 mL/dak

Hava akışı: 350 mL/dak

Piklerin tanısı, standardı bulunan bileşikler için standart çözelti enjekte edilerek, standardı olmayan bileşikler için Wiley 7, Nist 05.L, Flavor 2.L ve HPCH1607.L kütüphanesi ile karşılaştırılarak yapılmıştır. Piklerin tanısından sonra aroma maddelerinin konsantrasyonları hesaplanmıştır.

3.2.7.3.Aroma maddelerinin miktarlarının hesaplanması

Aroma maddelerinin miktarının belirlenmesi, GC/MS ile saptanan iç (internal) standardın alanı ve GC/MS’de elde edilen aroma maddelerinin alanları kullanılarak aşağıdaki formüle göre hesaplanmıştır (Avşar ve ark., 2004).

$$Relatif\ madde\left(\frac{\mu g}{kg}\right)=\left(\frac{Aroma\ aktif\ maddenin\ alanı}{İç\ standardın\ alanı}\right)* iç\ standardın\ miktar$$

3.2.8.İstatistiksel veri analizi

Verilerin analizinde fırın hacmi (45 ve 65 L), pişirme fonksiyonu (turbo ve elektroturbo), pişirme sıcaklığı (350, 450 ve 550°C) ve pişirme kombinasyonu (kek, balık ve kek+balık) bağımsız (açıklayıcı) değişken olarak; renk, duyu özellikler, tekstür ve aroma maddeleri bağımlı (açıklanan) değişken olarak ele alınmış ve veriler tek yönlü ANOVA kullanılarak analiz edilmiştir. Çoklu karşılaştırma testlerinde Tukey çoklu karşılaştırma testleri kullanılırken turbo-elektroturbo, 45-65 litre arasındaki ikili karşılaştırmalarda iki örnekli t-testi kullanılmıştır (alfa: 0.05). Verilerin analizinde Minitab (16.2.2 versiyon Minitab Inc., State College PA, ABD) istatistik programı kullanılmıştır.

BÖLÜM 4

ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Uygun Voltaj ve Güç Değerleri

İstenilen ısıtıcı yüzey sıcaklıklarına (350, 450 ve 550°C) erişmek için fırınlara bağlantısı yapılan güç kaynağı aracılığıyla voltaj ve güç ayarlaması yapılarak istenilen ısıtıcı yüzey sıcaklıklarını sağlayan uygun voltaj ve güç değerleri Çizelge 4.1’de gösterildiği şekilde bulunmuştur.

Her iki pişirme fonksiyonunda da sıcaklık artışına bağlı olarak, belirlenen voltaj ve güç değerlerinde artış görülmüştür. Elektroturbo pişirme fonksiyonu turbo pişirme fonksiyonuna göre daha yüksek voltaj ve güç değerleri gerektirmiştir. Çünkü turbo fonksiyonda turbo ısıtıcı ile turbo fan çalışmakta, elektroturbo fonksiyonda ise turbo fan, alt ve üst ısıtıcı birlikte çalışmaktadır. Belli bir pişirme fonksiyonu ve sabit sıcaklıkta hacim artışı da voltaj ve güç değerlerinde artış göstermiştir. Sadece elektroturbo fonksiyonu 450 ve 550°C’de hacim artışı voltaj değerinde herhangi bir değişikliğe neden olmamıştır.

Çizelge 4.1. Uygun voltaj ve güç değerleri.

Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Fırın Hacmi (Litre-L)	Voltaj (Volt-V)	Güç (Watt-W)
TURBO	350 °C	45 L	132 V	500-510 W
		65 L	133 V	585 W
	450 °C	45 L	165 V	775-790 W
		65 L	169 V	920-940 W
	550 °C	45 L	198 V	1175-1205 W
		65 L	199 V	1290-1310 W
ELEKTROTURBO	350 °C	45 L	112 V	535-545 W
		65 L	114 V	565-570 W
	450 °C	45 L	150 V	960-970 W
		65 L	150 V	950-980 W
	550 °C	45 L	191 V	1545 W
		65 L	191 V	1530-1580 W

4.2.Uygun Piştirme Süreleri

Arçelik Piştirici Cihazlar İşletmesi'nde bulunan renk ölçüm cihazında ölçülen keklerde renk skalası 9.5-10.5 arasında olan keklerin piştirme süreleri geçerli olarak kabul edilmiş ve belirlenen piştirme süreleri Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Optimas renk ölçüm skalasına göre renk değerleri 9.5-10.5 arasında bulunan keklerin pişirme süreleri.

Piştirme fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Fırın hacmi (L)	Voltaj (V)	Renk skala değeri	Piştirme süresi değerlendirme	Piştirme süresi (dak)
Turbo	350	45	132 V	10	Geçerli	65 dk
Turbo	350	65	133 V	10.4	Geçerli	60 dk
Turbo	450	45	165 V	9.5	Geçerli	65 dk
Turbo	450	65	169 V	9.8	Geçerli	73 dk
Turbo	550	45	198 V	10.2	Geçerli	66 dk
Turbo	550	65	199 V	10.3	Geçerli	75 dk
Elektroturbo	350	45	112 V	9.5	Geçerli	60 dk
Elektroturbo	350	65	114 V	10.2	Geçerli	65 dk
Elektroturbo	450	45	150 V	9.8	Geçerli	55-60 dk
Elektroturbo	450	65	150 V	10.3	Geçerli	60 dk
Elektroturbo	550	45	191 V	10	Geçerli	55-60 dk
Elektroturbo	550	65	191 V	10.5	Geçerli	60 dk

Keklerin ortalama renk aralığı 9.5-10.5 arasına düştüğünden tüm kekler geçerli-olumlu kabul edilmiştir. Keklerin görsel olarak kabul gördüğü bu aralığa uygun kek örneklerinin pişirilmesi için ön denemeler yapılmış ve bu denemeler sonunda bulunan pişirme süreleri ön ısıtma süresi hariç 60-75 dakika arasında değişmektedir.

4.3. Renk Değişimleri

Kek örneklerinde sıcaklık, hacim değişikliği ve pişirme fonksiyonuna bağlı olarak renk değerlerindeki (L^* , a^* ve b^* değerleri) değişim Çizelge 4.3'te gösterildiği gibidir. " L^* " değeri en az 55.15 ± 3.89 (65 L elektroturbo fırında 550°C rezistant sıcaklığı), en fazla 67.97 ± 7.20 (45 L turbo fırında 350°C rezistant sıcaklığı) " a^* " değeri en az 5.78 ± 0.77 (45 L elektroturbo fırında 350°C rezistant sıcaklığı), en fazla 10.69 ± 0.94 (65 L elektroturbo fırında 550°C rezistant sıcaklığı); " b^* " değeri en az 28.18 ± 5.84 (65 L elektroturbo fırında 350°C rezistant sıcaklığı), en fazla 29.93 ± 5.91 (45 L elektroturbo fırında 550°C rezistant sıcaklığı) olarak ölçülmüştür. Belli pişirme fonksiyonu ve belli sıcaklıkta hacim artışına bağlı olarak (45 litreden 65 litreye çıkıldığında), genel olarak " L^* " ve " b^* " değerlerinde azalış gözlenirken " a^* " değerinde artış gözlenmiştir (Çizelge 4.3).

45 ve 65 litrelik hacimlerin her ikisinde de turbo fonksiyonda sıcaklık artışına bağlı olarak " L^* " değerinde önce artış sonra azalış gözlenmiştir. Yani 350°C 'den 450°C 'ye çıkıldığında " L^* " değerleri artmış, 450°C 'den 550°C 'ye çıkıldığında " L^* " değerleri azalmıştır. " a^* " değerine bakıldığında turbo fonksiyonlarda sıcaklık artışına bağlı olarak önce azalış (350°C 'den 450°C 'ye çıkıldığında), sonra artış (450°C 'den 550°C 'ye çıkıldığında) gözlenmiştir. Turbo fonksiyonda sıcaklık artışıyla " b^* " değeri çok fazla değişim göstermemiştir. Elektroturbo fonksiyonlarda ise sıcaklık arttıkça " a^* " değerinin de arttığı görülmektedir. " L^* " ve " b^* " değerlerinde ise pişirme fonksiyonu ve sıcaklık değişimine bağlı olarak düzenli bir azalış ya da artış görülmemiş, düzensiz bir değişim göstermiştir (Çizelge 4.3).

Genel olarak incelendiğinde aynı hacim, pişirme fonksiyonunda farklı sıcaklıklarda pişirilen kek örneklerinin “L*”, “a*” ve “b*” değerlerinde önemli bir farklılık görülmezken ($p>0.05$); “L*” değeri için 45 L elektroturbo fonksiyonunda 350°C ile 450°C ve 550°C arasında ve 65 L elektroturbo fonksiyonunda 550°C ile 350°C ve 450°C arasındaki fark önemli bulunmuştur ($p\leq 0.05$). Renk ölçümünde “a*” değerindeki değişim incelendiğinde 45 L elektroturbo ve 65 L elektroturbo fırında 350, 450 ve 550°C’ler arasındaki fark önemli bulunmuş ($p\leq 0.05$); buna karşın “b*” değerinde bir farklılık tespit edilmemiştir ($p>0.05$).

Belli hacimde pişirme fonksiyonunun renk üzerindeki etkisi incelendiğinde turbo ve elektroturbo fonksiyonlarının her ikisinde de pişirilen keklerde, 350°C sıcaklıkta “L*” değerinde artış, 450 ve 550°C sıcaklıkta ise “L*” değerinde azalış görülmüştür. “a*” değerinde ise tam tersi şekilde turbo ve elektroturbo fonksiyonda 350°C sıcaklıkta azalış, 450 ve 550°C artış görülmüştür (Çizelge 4.3). 45 L hacimli fırınlarda turbo ve elektroturbo fonksiyonları arasında 450 ve 550°C ‘de “L*” ve “a*” değerlerinde önemli farklılık bulunmuş ($p\leq 0.05$); diğer pişirme kombinasyonlarında farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$) (Çizelge 4.4). Fırın hacmi 65 L olduğunda pişirme fonksiyonunun renk üzerindeki etkisine bakıldığında, sadece 550°C sıcaklıkta “a*” değerinde turbo ve elektroturbo pişirme fonksiyonları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p\leq 0.05$) (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.3. Aynı pişirme fonksiyonunda farklı sıcaklıklarda pişirilen kek örneklerinin renk değerlerinin değişimi ve karşılaştırılması.

Pişirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	RENK								
		L*	R ²	P	a*	R ²	P	b*	R ²	P
45 L Turbo	350	57.89±3.77 ^a	1.24	0.238	7.98±1.19 ^a	9.63	0.07	29.83±6.56 ^a	0.64	0.467
	450	67.97±7.20 ^a			7.24±1.03 ^a			28.66±5.79 ^a		
	550	61.97±3.71 ^a			7.93±0.90 ^a			29.34±5.63 ^a		
45 L Elektroturbo	350	64.49±3.936 ^a	9.50	0.000	5.78±0.77 ^a	78.65	0.00	28.80±5.20 ^a	1.24	0.228
	450	62.38±3.81 ^b			8.49±0.79 ^b			30.29±5.94 ^a		
	550	61.60 ±3.60 ^b			9.24±0.76 ^c			29.93±5.91 ^a		
65 L Turbo	350	56.03±4.00 ^a	20.94	0.080	8.74±1.51 ^a	4.99	0.08	28.92±6.44 ^a	0.04	0.959
	450	61.20±4.69 ^a			8.10±1.06 ^a			28.85±5.84 ^a		
	550	59.78±4.02 ^a			8.56±0.59 ^a			28.66±5.79 ^a		
65 L Elektroturbo	350	59.20±3.90 ^a	23.86	0.000	8.23±0.92 ^a	59.78	0.00	28.18±5.68 ^a	0.70	0.434
	450	60.14±3.83 ^a			8.48±0.80 ^b			29.33±5.97 ^a		
	550	55.15±3.89 ^b			10.69±0.94 ^c			28.38±6.39 ^a		

*Aynı pişirme fonksiyonunda fakat farklı sıcaklıklarda yapılan uygulamalarda farklı üstsel harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.4. Kırkbeş litre hacimde farklı pişirme fonksiyonlarında pişirilen kek örneklerinde renk değerlerinin karşılaştırılması.

Pişirme sıcaklığı	Renk değeri	Pişirme fonksiyonu		P	t- değeri
		45 L turbo	45 L elektroturbo		
350 °C	L*	57.89±3.77 ^a	64.49±3.94 ^a	0.08	-10.83
	a*	7.98±1.19 ^a	5.78±0.77 ^b	0.00	13.83
	b*	29.83±6.56 ^a	28.80±0.41 ^a	0.27	1.10
450 °C	L*	67.97±7.20 ^a	62.38±3.81 ^a	0.44	0.78
	a*	7.24±1.03 ^a	8.49±0.79 ^b	0.00	-8.52
	b*	28.66±5.79 ^a	30.29±5.94 ^a	0.08	-1.76
550 °C	L*	61.97±3.71 ^a	61.60 ±3.60 ^a	0.52	0.64
	a*	7.93±0.90 ^a	9.24±0.76 ^b	0.00	-9.83
	b*	29.34±5.63 ^a	29.34±5.63 ^a	0.52	-0.65

*Aynı sıcaklıkta fakat farklı pişirme fonksiyonunda yapılan uygulamalarda farklı üstsel harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.5. Altmışbeş litre hacimde farklı pişirme fonksiyonlarında pişirilen kek örneklerinde renk değerlerinin karşılaştırılması.

Pişirme sıcaklığı	Renk değeri	Pişirme fonksiyonu		P	t- değeri
		65 L turbo	65 L elektroturbo		
350 °C	L*	56.03±4.00 ^a	59.20±3.90 ^a	0.07	-5.03
	a*	8.74±1.51 ^a	8.23±0.65 ^a	0.08	2.74
	b*	28.92±6.44 ^a	28.18±5.68 ^a	0.44	0.78
450 °C	L*	60.14±3.83 ^a	62.38±3.81 ^a	1.55	0.08
	a*	8.10±1.06 ^a	8.48±0.80 ^a	0.01	-2.62
	b*	28.85±5.84 ^a	29.33±5.97 ^a	0.63	-0.51
550 °C	L*	59.78±4.02 ^a	55.15±3.89 ^a	0.43	7.39
	a*	8.56±0.59 ^a	10.69±0.94 ^b	0.00	-14.47
	b*	28.66±5.79 ^a	28.38±6.39 ^a	0.29	0.773

*Aynı sıcaklıkta fakat farklı pişirme fonksiyonunda yapılan uygulamalarda farklı üstsel harflerle gösterilen veriler istatistiksel olarak farklıdır ($p \leq 0.05$).

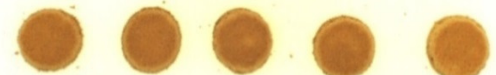
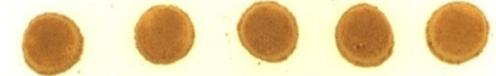
Bu ölçümlere ilave olarak hesaplanan ΔE (toplam renk farkı) değerleri de Çizelge 4.6’da gösterilmiştir. Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde renkteki değişim (ΔE) 46.03-54.75 arasında değişim göstermiştir. En düşük renk değişimi 45 L turbo fırında 450°C’de tespit edilirken en yüksek renk değişimi 65 L elektroturbo fırında 550°C’de tespit edilmiştir. Genel olarak bakıldığında sıcaklık arttırıldığında Maillard, karamelizasyon ve esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak renk değişiminde artışın olması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.6. Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde renk değişimi.

		RENK			
Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	L*	a*	b*	ΔE
45 L Turbo	350	57.89	7.98	29.83	47.07
	450	67.97	7.24	28.66	46.03
	550	61.97	7.93	29.34	50.71
45 L Elektroturbo	350	64.49	5.78	28.8	48.44
	450	62.38	8.49	30.29	51.40
	550	61.6	9.24	29.93	51.56
65 L Turbo	350	56.03	8.74	28.92	54.58
	450	61.2	8.1	28.85	50.75
	550	59.78	8.56	28.66	51.57
65 L Elektroturbo	350	59.2	8.23	28.18	51.53
	450	60.14	8.48	29.33	51.97
	550	55.15	10.69	28.38	54.75

Kek örneklerinde pişirme fonksiyonu, sıcaklık ve hacim değişikliğine bağlı olarak meydana gelen renk değişimi Optimas yazılımı ile bağlantılı renk ölçüm cihazının kamera alanı ile görüntülenirken keklerin aynı zamanda fotoğrafı çekilmektedir. Şekil 4.1’de pişirilen keklerin üst ve alt yüzey renk değişimleri gösterilmektedir. Pişirme denemeleri sonrasında keklerin alt yüzeyleri üst yüzeylerine göre daha koyu renk göstermiştir. Genel olarak bakıldığında sıcaklık artışıyla birlikte esmerleşme reaksiyonlarına bağlı olarak rengin koyulaştığı görülmüştür. Nitekim keklerde renk değişimi ölçümü çekilen fotoğraflarla paralellik göstermiş ve daha yüksek sıcaklıklarda daha koyu görünen keklerin renk değişim değerleri daha yüksek bulunmuştur.

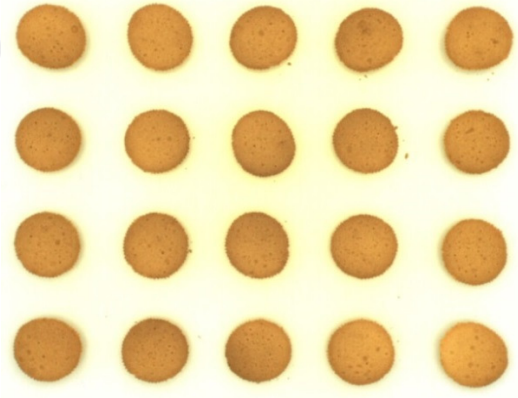
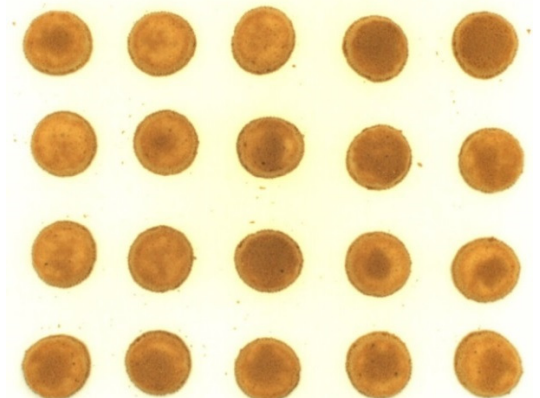
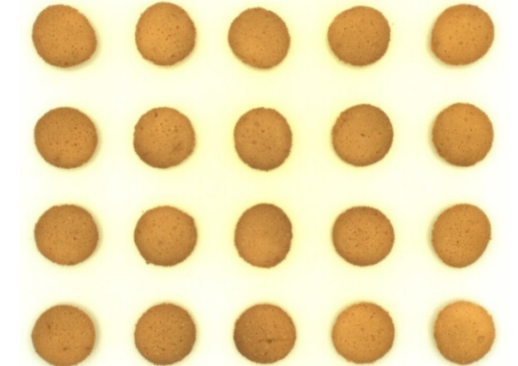
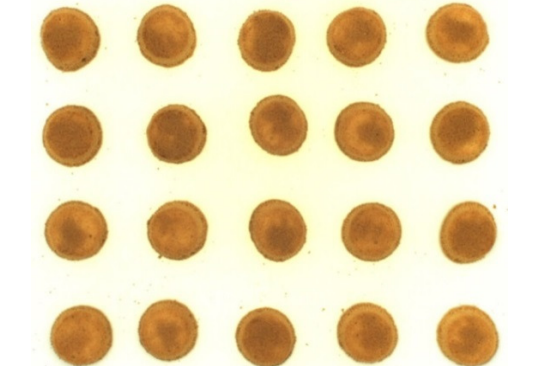
Şekil 4.1. Keklerin üst ve alt yüzey renk değişimleri.

Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Üst yüzey	Alt yüzey
45 L Turbo	350		
			
			
			
45 L Turbo	450		
			
			
			

Şekil 4.1. devamı

Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Üst yüzey	Alt yüzey
45 L Turbo	550		
			
			
			
45 L Elektroturbo	350		
			
			
			

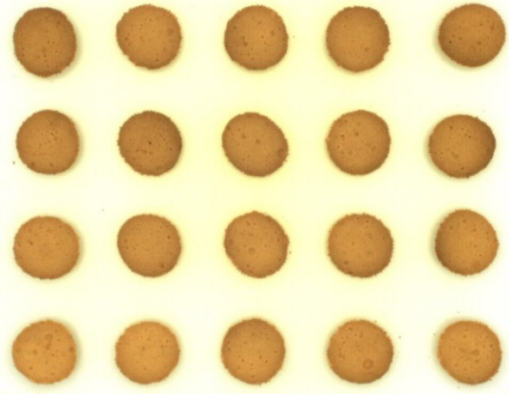
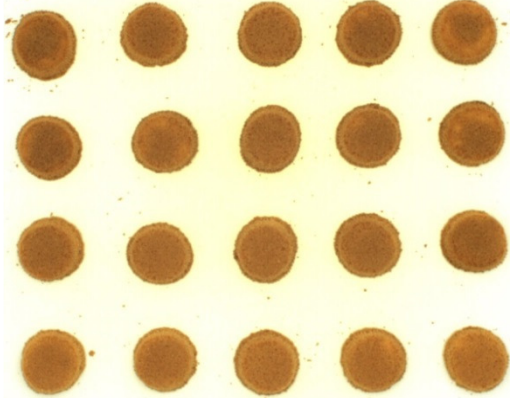
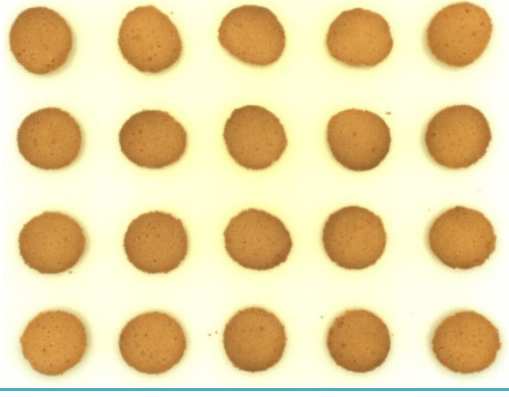
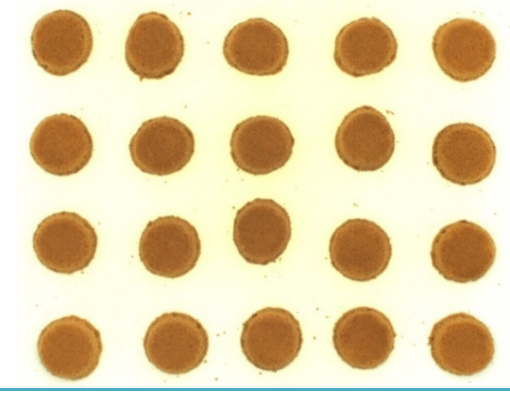
Şekil 4.1. devamı

Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Üst yüzey	Alt yüzey
45 L Elektroturbo	450		
45 L Elektroturbo	550		

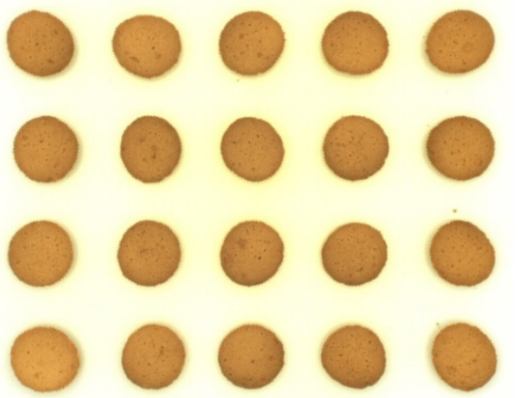
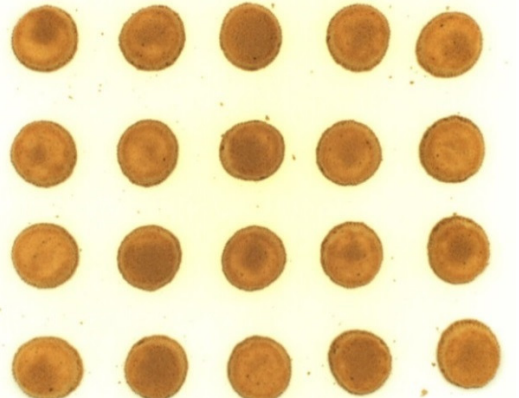
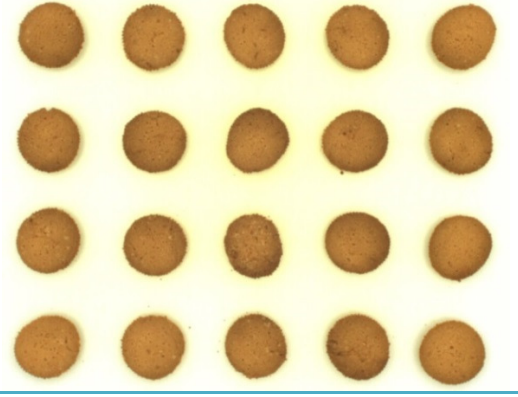
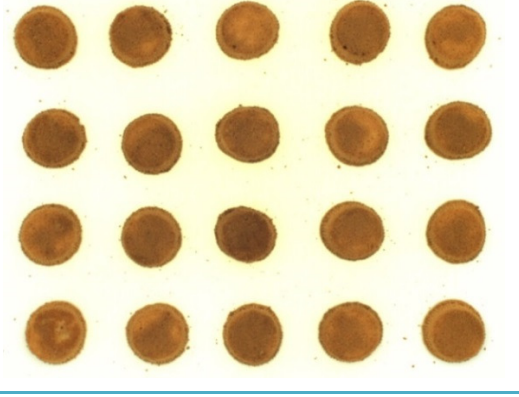
Şekil 4.1. devamı

Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Üst yüzey	Alt yüzey
65 L Turbo	350		
			
			
			
65 L Turbo	450		
			
			
			

Şekil 4.1. devamı

Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Üst yüzey	Alt yüzey
65 L Turbo	550		
	350		

Şekil 4.1. devamı

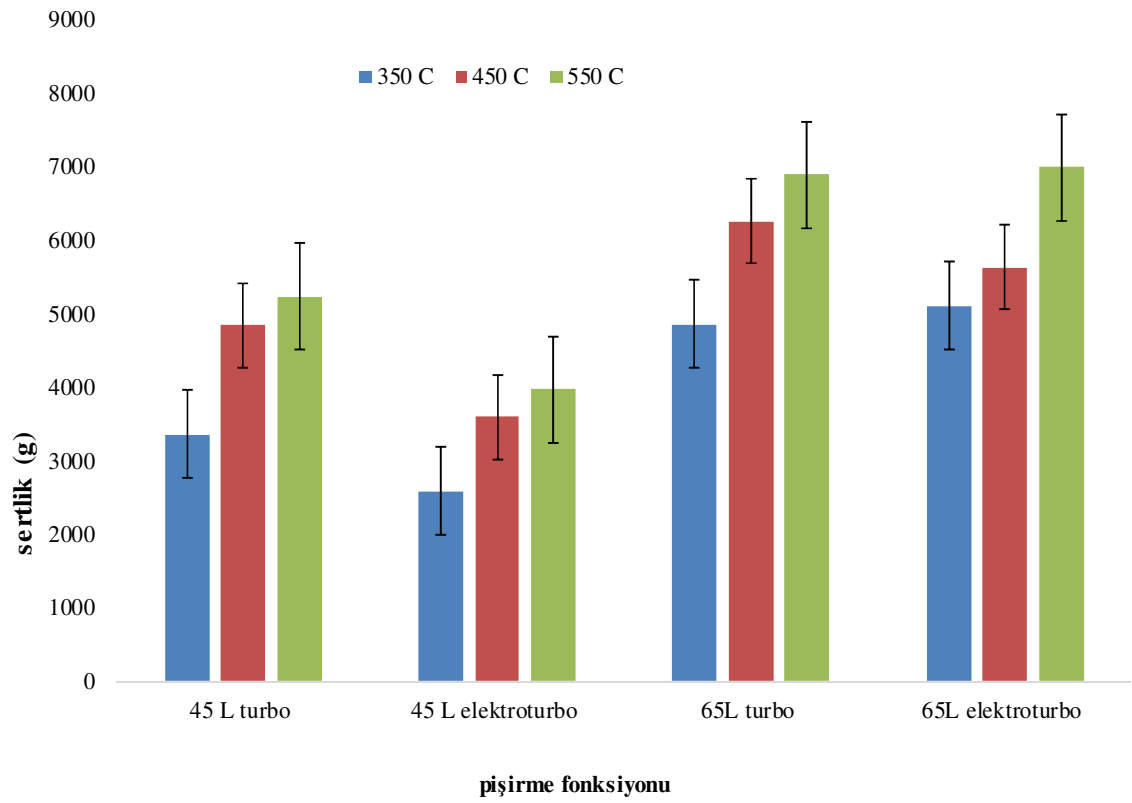
Piştirme Fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Üst yüzey	Alt yüzey
65 L Elektroturbo	450		
65 L Elektroturbo	550		

4.4. Tekstürel Özellikler

Sertlik, ürünün deformasyona karşı göstermiş olduğu direnç olarak ifade edilmektedir. Başka bir ifadeyle katı besin partiküllerin molar (öğütücü) dişler arasında ve yarı katı besinlerin damak ve dil arasındaki basınca karşı koyması için gerekli güçtür (Abbott, 1972; Szczesniak, 2002). Esneklik, bir madde üzerine uygulanan deformasyon kuvvetinin kaldırılmasının ardından yapının orijinal durumuna geri dönebilme derecesi olarak ifade edilir (Abbott, 1972; Andrew, 1999). Kek örneklerine ait TPA ile ölçülen sertlik ve esneklik değerleri Çizelge 4.7’de gösterilmiştir.

Yapılan denemelerde en düşük sertlik değeri 2582.58 ± 124.30 (45 L elektroturbo ve 350°C), en yüksek sertlik değeri ise 7378.48 ± 1385.59 (65 L elektroturbo ve 550°C) olarak ölçülmüştür. Fırınlara hacim etkisine bakıldığında 45 ve 65 L turbo ile 45 ve 65 L elektroturbo fırınlarda keklerin sertlik değerleri farklı bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Genel olarak sıcaklık ve pişirme fonksiyonu sabit kaldığında, hacim artışına bağlı olarak keklerin sertliğinde de artış gözlenmiştir. Benzer şekilde, keklerin sertliği aynı hacim ve pişirme fonksiyonu sabit kaldığında artan rezistent sıcaklığına paralel olarak artış göstermiştir. 45 L hacimli fırında rezistent sıcaklığının tekstür üzerine etkisine bakıldığında turbo fonksiyonda 450 ve 550°C ’ler arasında fark görülmezken ($p > 0.05$); 350°C her iki sıcaklıktan farklı bulunmuştur ($p \leq 0.05$). Yine 45 L hacimli fırında elektroturbo fonksiyonunda 450 ve 550°C ’ler arasında önemli bir farklılık görülmezken ($p > 0.05$); 350°C bu iki sıcaklıktan farklı bulunmuştur ($p \leq 0.05$). 65 L hacimli fırında turbo fonksiyonunda 450 ve 550°C arasında; elektroturbo fonksiyonunda ise 350 ve 450°C ’ler arasında önemli bir fark

bulunmamıştır ($p>0.05$). 45 litrelik hacimlerde turbo ve elektroturbo pişirme fonksiyonlarında sıcaklık artışına bağlı olarak sertlik değerlerinde artış görülmüştür. Bunun nedeni, sıcaklık artışıyla birlikte kabuk oluşumun hızlanması ve yumuşak hamur kıvamının giderek sertleşmesidir. Aynı hacimde turbo ve elektroturbo arasındaki farklılık araştırıldığında 45 L hacimli fırınlarda fırının pişirme fonksiyonu keklerin sertliği üzerinde etkili iken ($p\leq 0.05$); 65 L fırınlarda etkili bulunmamıştır ($p>0.05$) (Şekil 4.2; Çizelge 4.7).



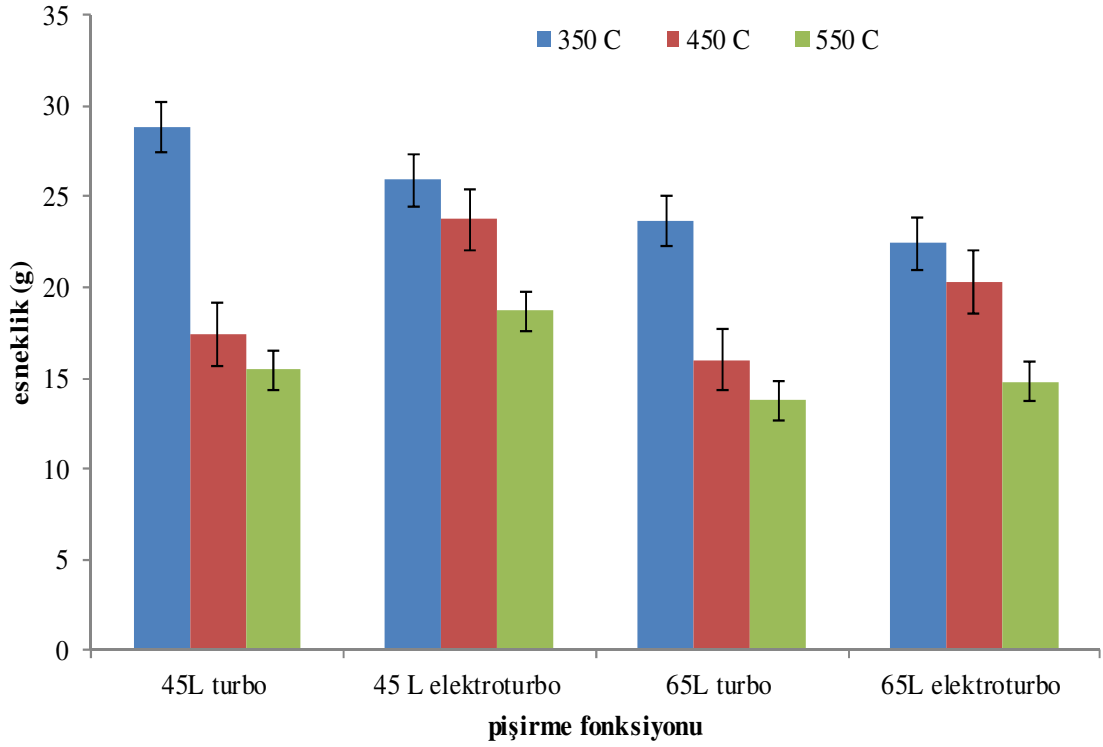
Şekil 4.2. Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde TPA-sertlik değeri değişimi.

Çizelge 4.7. Farklı pişirme parametreleri altında pişirilen keklerde sertlik ve esneklik tekstür özellikleri.

TEKSTÜR ÖZELLİKLERİ							
Pişirme fonksiyonu	Sıcaklık (°C)	Sertlik (g)	R^2	P	Esneklik (g)	R^2	P
45 L Turbo ^{A,1}	350	3360.62±222.1 ^a	79.07	0.00	28.80±3.25 ^a	77.80	0.00
	450	4842.66±308.80 ^a			17.41±3.87 ^b		
	550	5230.66±569.30 ^b			14.44±2.89 ^b		
45 L Elektroturbo ^{B,2}	350	2582.58±124.30 ^a	72.03	0.00	25.91±2.04 ^a	53.00	0.00
	450	3598.00±337.70 ^b			23.73±3.46 ^a		
	550	3973.31±574.30 ^b			18.71±3.91 ^b		
65 L Turbo ^{A,1}	350	4858.20±1257.0 ^a	45.03	0.002	23.65±6.93 ^a	51.11	0.01
	450	6255.20±914.10 ^b			16.22±1.53 ^b		
	550	6892.57±757.20 ^b			13.79±2.73 ^b		
65 L Elektroturbo ^{A,1}	350	5088.28±282.40 ^a	58.99	0.00	22.48±1.86 ^a	62.46	0.00
	450	5620.90±528.97 ^a			17.69±3.32 ^b		
	550	7378.48±1385.59 ^b			14.79±2.49 ^b		

*Aynı hacim ve pişirme fonksiyonunda farklı rezistant sıcaklıklarında yer alan farklı üstsel harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$).

Piştirme fonksiyonu, sıcaklık ve hacim değişimine bağlı olarak esneklik değerinin gösterdiği değişim Çizelge 4.7 ve Şekil 4.3'te gösterilmiştir.



Şekil 4.3. Farklı piştirme parametreleri altında pişirilen keklerde TPA-esneklik değeri değişimi.

Sıcaklık artışının keklerin esnekliğine etkisine bakıldığında sıcaklık artışı ile birlikte esneklikte azalış görülmüştür. En düşük esneklik değeri 13.79 ± 2.73 (65 L turbo 550°C) en yüksek esneklik değeri ise 28.80 ± 3.25 (45 L turbo 350°C) olarak bulunmuştur. Piştirme fonksiyonun esneklik üzerine etkisine bakıldığında 45 L turbo fırında 450 ve 550°C arasında, 45 L elektroturbo fırında ise 350 ve 450°C'ler arasında farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). 65 L hacimli fırınlarda ise hem turbo hem de elektroturbo fonksiyonunda 450 ve 550°C'ler arasında önemli bir farklılık

görülmemiştir ($p>0.05$). Aynı hacimde pişirme fonksiyonunun keklerin esneklik değeri üzerindeki etkisine bakıldığında 45 L fırınlarda turbo ve elektroturbo fonksiyonları arasındaki fark önemli iken ($p\leq 0.05$); 65 L fırınlarda önemli bulunmamıştır ($p>0.05$).

Hacim etkisine bakıldığında sertlik değerleri açısından 45 ve 65 L turbo ile 45 ve 65 L elektroturbo fırınlarda keklerin sertlik değerleri farklı bulunmuştur ($p\leq 0.05$). Buna karşın esneklik değerleri açısından 45 ve 65 L turbo fırınlar istatistiksel açıdan farklı değilken ($p>0.05$); 45 ve 65 L elektroturbo fırınlarda keklerin esneklik değerleri de farklılık göstermiştir ($p\leq 0.05$).

4.5. Duyusal Özellikler

Farklı pişirme parametrelerinde pişirilen keklerin duyusal özellikleri; dış görünüş, renk, tipik koku-aroma, balıgımsı koku-aroma, tekstür, tat, balıgımsı tat, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik olmak üzere farklı ölçütlere göre değerlendirilmiştir.

45 L turbo pişirme fonksiyonunda farklı rezistant sıcaklıklarının (350, 450 ve 550°C) ve balıkla birlikte eş zamanlı pişirmenin, kek örneklerinin beğeni puanları üzerine etkileri Çizelge 4.8’de verilmiştir. 45 L turbo fonksiyonda balık ile eş zamanlı pişirmenin dış görünüş, renk ve tipik koku-aroma özelliklerini çok fazla etkisi olmadığı gözlenmiştir. Balıkla birlikte pişirilen kekler dış görünüş, renk ve tipik koku-aroma özelliklerini kaybetmemiştir. Kek örnekleri dış görünüş açısından 6.6 ± 2.3 (450°C)- 7.3 ± 1.8 (550°C), renk açısından 6.3 ± 1.7 (450°C)- 7.4 ± 1.8 (550°C), tipik koku-aroma açısından 4.9 ± 1.0 (450°C)- 6.9 ± 2.3 (350°C) aralığında puanlar

almışlardır. Kek+balık örnekleri ise dış görünüş açısından 5.8 ± 1.8 (550°C)- 7.4 ± 2.3 (450°C), renk açısından 5.3 ± 2.0 (550°C)- 7.4 ± 1.0 (450°C), tipik koku-aroma açısından 5.6 ± 2.0 (550°C)- 6.5 ± 1.8 (450°C) aralığında puanlar almışlardır. Balıkla pişen örneklerin bu özellikler açısından puanlamasına göre en uygun sıcaklığın 450°C sıcaklık (en yüksek puanlar) olduğu görülmüştür.

Balığimsı koku-aroma açısından değerlendirildiğinde (45 L turbo) tek başına ve eş zamanlı pişirilen örnekler arasında duyuşal açıdan çok fark görülmemekle birlikte, balığimsı tat açısından duyuşal puanlarda fark edilir bir düşüş görülmüştür. Bu durum kek+balık örneklerinde her üç sıcaklık derecesinde de balığimsı tadın hissedilir olduğunu göstermektedir. Balığimsı tat puanlamasına göre, kek örneklerinde en düşük puanı (6.3 ± 3.4) 550°C , en yüksek puanı (8.6 ± 1.9) 350°C ; kek+balık örneklerinde en düşük puanı (3.5 ± 2.3) 350°C , en yüksek puanı (5.0 ± 3.2) 550°C 'de pişen örnekler almıştır. Ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik açısından değerlendirildiğinde, tek başına pişirilen keklerin beğenilirliği balıkla eş zamanla pişirilen keklere kıyasla her üç sıcaklık derecesinde daha yüksektir.

45 L turbo fonksiyonda tek başına pişirilen keklerde duyuşal özelliklerin geneli açısından en yüksek puan değerlerini 350°C , balıkla eş zamanlı pişirilen keklerde ise en yüksek değerleri 450°C 'nin aldığı görülmüştür. Yani, 45 L turbo pişirme fonksiyonunda balıkla eş zamanlı pişirme için en uygun sıcaklık 450°C 'dir.

45 L elektroturbo pişirme fonksiyonunda farklı rezistant sıcaklıklarının (350 , 450 ve 550°C) ve balıkla birlikte eş zamanlı pişirmenin, kek örneklerinin beğeni puanları üzerine etkileri Çizelge 4.9'da verilmiştir. Örneklerin beğeni puanları 45 L turbo pişirme fonksiyonu ile benzer sonuçlar göstermiştir. Örnekler dış görünüş açısından değerlendirildiğinde kek örneklerinde en düşük puanı (6.3 ± 2.1) 450°C , en

yüksek puanı (7.3 ± 2.3) 350°C ; kek+balık örneklerinde en düşük puanı (6.0 ± 1.5) ise 450°C , en yüksek puanı (6.6 ± 2.8) 350°C 'de pişen örnekler almıştır. Tekstür açısından bakıldığında sıcaklık artışıyla birlikte yapı daha sertleştiğinden puanlarda düşüş gözlenmiştir. Tek başına pişirilen keklerin beğenilirliği balıkla eş zamanla pişirilen keklere kıyasla her üç sıcaklık derecesinde ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik açısından daha yüksektir. Balıgımsı koku-aroma, kek+balık örneklerinde en fazla (4.6 ± 2.6) 350°C 'de hissedilirken, sıcaklık 450°C 'ye çıkarıldığında balıgımsı koku aromada azalma (7.3 ± 2.2) 550°C 'ye çıkarıldığında tekrar artış (5.3 ± 2.1) görülmüştür. Balıgımsı tat açısından kek+balık örneklerinde kek örneklerine kıyasla fark edilir puan düşüşü gözlenmiştir. Bu durum 45 L elektroturbo pişirme fonksiyonunda balık tadının hissedilir olduğunu göstermiştir.

65 L turbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyu özelliklerinin karşılaştırılması Çizelge 4.10'da gösterilmiştir. Kek+balık örneklerinde dış görünüş, renk, tipik koku-aroma ve balıgımsı koku-aroma açısından en düşük puanı 550°C 'de pişirilen örnekler alırken, en yüksek puanları 450°C 'de pişirilen örnekler almıştır. Bu özellikler açısından örnekler arasında genel olarak bir değişim gözlenmemiştir. Sıcaklık artışıyla birlikte tekstürel beğeni açısından puanlarda düşüş gerçekleşmiş ve beğeni azalmıştır. Bunun nedeni sıcaklıkla birlikte yapının sertleşmesidir. 65 L turbo fonksiyonda pişirilen keklerde balıgımsı koku-aroma; kek örneklerinde en fazla (6.4 ± 3.4) 350°C 'de, en az (5.1 ± 3.0) 550°C 'de; kek+balık örneklerinde en fazla (5.6 ± 2.3) 450°C 'de, en az (5.1 ± 3.0) 350°C sıcaklıkta görülmüştür. Balıgımsı tat puanlamasına göre, kek örneklerinde en düşük puanı (6.0 ± 2.8) 550°C , en fazla puanı (7.6 ± 3.2) 350°C ; kek+balık örneklerinde ise en düşük puanı (3.6 ± 2.5) 550°C , en yüksek puanı (5.0 ± 2.4) 350°C 'de pişirilen örnekler

almıştır. Balıĝımsı tat açısından değerlendirildiğinde kek örnekleri, her üç sıcaklık derecesinde kek+balık örneklerine göre daha yüksek puan almıştır. Bu durum kek+balık örneklerinin daha az beğenilir olduğunu ve balıĝımsı tadın hissedilir olduğunu göstermiştir. Ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik açısından kek örnekleri, kek+balık örneklerine göre daha yüksek alarak daha çok beğenilmiştir.

65 L elektroturbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duysal özelliklerinin karşılaştırılması izelge 4.11’de gösterilmiştir. Kek rnekleri dış görünüş açısından 5.5 ± 2.3 (450°C)- 7.1 ± 2.0 (550°C) aralığında; kek+balık rnekleri 5.0 ± 2.7 (550°C)- 5.8 ± 2.4 (350°C) aralığında puanlar almışlardır. Renk ve tipik koku-aroma açısından balık ile pişirmenin puanlamayı doğrudan azaltıcı etkisinin olmadığı saptanmıştır. Balıĝımsı koku-aroma açısından değerlendirildiğinde, kek+balık örneklerinde kek örneklerine kıyasla puan düşüşü gözlenmiştir. Bu durum 65 L elektroturbo fonksiyonda pişirilen kek+balık örneklerinde balıĝımsı koku-aromanın hissedilir olduğunu göstermiştir. Ayrıca kek+balık örneklerinde puanlamaya bakıldığında balıĝımsı koku-aroma, tipik koku-aromaya göre daha düşük puan almıştır. Bu durum da tipik aromanın değişerek balıĝımsı aromanın hissedildiğini kanıtlamaktadır. Balıĝımsı koku-aroma puanlamasına göre kek örneklerinde en düşük puanı (5.1 ± 2.8) 550°C, en fazla puanı (6.4 ± 3.4) 350°C; kek+balık örneklerinde ise en düşük puanı (5.1 ± 3.0) 350°C, en yüksek puanı (5.6 ± 2.3) 450°C’de pişirilen örnekler almıştır.

65 L elektroturbo fonksiyonda pişen kek+balık örnekleri balıĝımsı tat açısından değerlendirildiğinde en düşük puanı (6.0 ± 2.5) 550°C’de pişirilen örnekler alırken, en yüksek puanı (6.5 ± 2.1) 450°C’de pişirilen örnekler almıştır. Ayrıca ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik açısından, diğer üç pişirme

fonksiyonundan farklı olarak 65 L elektroturbo fonksiyonu 450°C’de pişen kek+balık örnekleri kek örneklerinden daha yüksek puan almıştır. Bu durum bu özellikler açısından 65 L elektroturbo fonksiyonda 450°C’nin balıkla eş zamanlı pişirme için uygun bir sıcaklık olduğunu göstermiştir.

Bütün pişirme fonksiyonlarında (45 L turbo, 65 L turbo, 45 L elektroturbo ve 65 L elektroturbo), kek ve kek+balık örnekleri tekstür açısından değerlendirildiğinde sıcaklık artışıyla birlikte beğeni puanlarında düşüş gözlenmiştir. Bunun nedeni, sıcaklık artışına bağlı olarak üründe kabuk oluşumunun hızlanması ve örneğin daha sert bir yapıya dönüşerek kek yumuşaklığından uzaklaşmasıdır. Puan tablosuna bakıldığında en düşük puanları tekstürün aldığı ve genel olarak panelistler tarafından tekstürün beğenilmediği gözlenmiştir. Bunun nedeni araştırma kapsamında pişirilen kek örneklerinin Türk damak tadı kek yumuşaklığından uzak olup, Alman usulü sert kek yapısında olmasıdır.

Çizelge 4.8. Kırkbeş litre turbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyu özelliklerinin incelenmesi.

Duyusal Özellikler	45 L TURBO									
	Kek					Kek+Balık				
	350°C	450°C	550°C	R^2	P	350°C	450°C	550°C	R^2	P
Dış görünüş	7.1±2.0 ^a	6.6±2.3 ^a	7.3±1.8 ^a	1.90	0.82	7.4±2.3 ^a	7.0±1.6 ^a	5.8±1.8 ^a	10.33	1.79
Renk	6.4±2.0 ^a	6.3±1.7 ^a	7.4±1.8 ^a	7.67	0.43	5.8±2.5 ^a	7.4±1.0 ^a	5.3±2.0 ^a	20.44	0.09
Tipik koku-aroma	6.9±2.3 ^a	4.9±1.0 ^a	6.4±2.5 ^a	16.51	0.15	5.9±2.4 ^a	6.5±1.8 ^a	5.6±2.0 ^a	22.88	0.07
Balığimsi koku-aroma	6.5±3.2 ^a	6.6±2.7 ^a	3.0±2.0 ^b	30.85	0.02	6.9±2.5 ^a	6.3±3.3 ^a	5.8±3.1 ^a	0.54	0.95
Tekstür	6.5±3.2 ^a	3.5±2.1 ^{a,b}	3.4±1.8 ^b	28.14	0.03	4.0±2.3 ^a	3.0±1.3 ^a	3.5±2.5 ^a	4.26	0.63
Tat	6.8±2.7 ^a	5.5±2.1 ^a	5.5±2.6 ^a	6.13	0.51	5.1±2.6 ^a	6.0±2.1 ^a	5.4±1.9 ^a	2.95	0.12
Balığimsi tat	8.6±1.9 ^a	7.4±2.5 ^a	6.3±3.4 ^a	14.31	0.19	3.5±2.3 ^a	5.0±3.2 ^a	4.9±2.4 ^a	6.93	0.47
Ağızda bıraktığı his	7.4±2.9 ^a	6.8±1.4 ^a	6.3±2.5 ^a	4.54	0.61	4.4±2.7 ^a	5.6±2.5 ^a	6.2±2.4 ^a	9.73	1.14
Genel kabul edilebilirlik	6.5±2.9 ^a	5.9±1.7 ^a	6.1±1.4 ^a	1.63	0.84	4.9±2.5 ^a	5.1±2.5 ^a	5.3±2.4 ^a	0.45	0.94

*Aynı hacim ve pişirme fonksiyonunda farklı rezistant sıcaklıklarında yer alan farklı üstsel harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.9. Kırkbeş litre elektroturbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyusal özelliklerinin incelenmesi.

Duyusal Özellikler	45 L ELEKTROTURBO									
	Kek					Kek+Balık				
	350°C	450°C	550°C	R^2	P	350°C	450°C	550°C	R^2	P
Dış görünüş	7.3±2.3 ^a	6.3±2.1 ^a	6.8±2.0 ^a	4.99	0.58	6.6±2.8 ^a	6.0±1.5 ^a	6.4±1.6 ^a	1.73	0.83
Renk	7.4±2.2 ^a	5.9±1.6 ^a	7.5±1.5 ^a	16.39	0.15	6.5±2.0 ^a	6.6±1.9 ^a	7.4±1.7 ^a	4.52	0.62
Tipik koku-aroma	5.9±2.4 ^a	5.4±1.0 ^a	6.5±2.5 ^a	5.30	0.56	5.3±2.3 ^a	6.1±1.6 ^a	6.4±2.0 ^a	6.08	0.52
Balığimsı koku-aroma	6.4±3.4 ^a	5.6±2.4 ^a	5.1±2.8 ^a	3.50	0.69	4.6±2.6 ^a	7.3±2.2 ^a	5.3±2.1 ^a	21.34	0.08
Tekstür	5.5±3.2 ^a	3.8±1.8 ^a	2.6±1.7 ^a	22.55	0.07	4.0±1.9 ^a	3.5±1.9 ^a	3.0±2.3 ^a	4.44	0.62
Tat	6.3±2.8 ^a	4.6±1.8 ^a	5.1±2.5 ^a	8.31	0.40	5.6±2.1 ^a	4.9±1.9 ^a	5.9±2.5 ^a	4.17	0.00
Balığimsı tat	7.6±3.1 ^a	6.5±2.3 ^a	6.0±2.8 ^a	6.48	0.50	5.3±2.9 ^a	5.1±3.9 ^a	4.5±3.5 ^a	1.01	0.89
Ağızda bıraktığı his	7.3±2.8 ^a	6.1±0.6 ^a	5.8±2.0 ^a	10.20	0.32	6.0±2.1 ^a	5.1±2.7 ^a	5.5±2.7 ^a	2.49	0.76
Genel kabul edilebilirlik	5.9±2.9 ^a	4.6±1.5 ^a	5.0±2.3 ^a	5.52	0.55	4.9±2.2 ^a	4.5±1.8 ^a	5.9±1.5 ^a	9.64	0.34

*Aynı hacim ve pişirme fonksiyonunda farklı rezistant sıcaklıklarında yer alan farklı üstsel harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.10. Altmışbeş litre turbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyusal özelliklerinin incelenmesi.

Duyusal Özellikler	65 L TURBO									
	Kek					Kek+Balık				
	350°C	450°C	550°C	R^2	P	350°C	450°C	550°C	R^2	P
Dış görünüş	6.8±2.4 ^a	6.8±2.4 ^a	6.3±3.4 ^a	0.83	0.92	7.1±1.2 ^a	7.0±1.6 ^a	5.4±1.9 ^a	21.79	0.07
Renk	5.4±2.3 ^a	5.9±1.6 ^a	7.5±1.5 ^a	22.31	0.07	5.3±2.5 ^a	7.5±1.3 ^a	5.5±1.9 ^a	24.87	0.05
Tipik koku-aroma	5.9±2.4 ^a	5.4±1.1 ^a	6.5±2.5 ^a	5.30	0.57	4.4±2.0 ^a	6.5±1.4 ^a	6.0±2.2 ^a	20.23	0.09
Balığimsı koku-aroma	6.4±3.4 ^a	5.6±2.4 ^a	5.1±2.8 ^a	3.50	0.69	5.1±3.0 ^a	5.6±2.3 ^a	5.5±3.4 ^a	0.57	0.94
Tekstür	5.5±3.2 ^a	3.8±1.8 ^a	2.6±1.6 ^a	22.55	0.07	4.6±2.7 ^a	3.3±1.4 ^a	3.1±1.9 ^a	12.99	0.23
Tat	6.3±2.8 ^a	4.6±1.8 ^a	5.1±2.5 ^a	8.31	0.40	6.5±1.3 ^a	5.8±1.9 ^a	4.6±2.3 ^a	15.90	0.16
Balığimsı tat	7.6±3.2 ^a	6.5±2.3 ^a	6.0±2.8 ^a	6.48	0.49	5.0±2.4 ^a	5.4±2.7 ^a	3.6±2.5 ^a	9.22	0.36
Ağızda bıraktığı his	7.3±1.8 ^a	6.1±0.4 ^a	5.8±1.8 ^a	10.20	0.32	5.6±2.8 ^a	5.9±1.6 ^a	5.0±2.7 ^a	2.58	0.76
Genel kabul edilebilirlik	5.9±2.9 ^a	4.6±1.5 ^a	5.0±2.3 ^a	5.52	0.55	5.8±2.5 ^a	5.3±2.6 ^a	4.4±2.6 ^a	5.36	0.56

*Aynı hacim ve pişirme fonksiyonunda farklı rezistant sıcaklıklarında yer alan farklı üstsel harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$).

Çizelge 4.11. Altmışbeş litre elektroturbo fırında farklı rezistant sıcaklıklarında pişen kek ve kek+balıkların duyusal özelliklerinin incelenmesi.

Duyusal Özellikler	65 L ELEKTROTURBO									
	Kek					Kek+Balık				
	350°C	450°C	550°C	R^2	P	350°C	450°C	550°C	R^2	P
Dış görünüş	5.7±2.4 ^a	5.5±2.3 ^a	7.1±2.0 ^a	10.69	0.30	5.8±2.4 ^a	5.5±2.2 ^a	5.0±2.7 ^a	2.09	0.80
Renk	7.0±2.1 ^a	6.4±2.3 ^a	7.0±2.1 ^a	2.08	0.80	6.9±2.8 ^a	7.0±1.4 ^a	6.9±1.6 ^a	0.09	0.99
Tipik koku-aroma	6.8±2.4 ^a	5.9±2.5 ^a	6.8±1.4 ^a	4.00	0.65	6.8±1.8 ^a	7.8±1.4 ^a	6.9±2.2 ^a	5.57	0.59
Balığimsı koku-aroma	6.4±1.7 ^a	6.6±1.5 ^a	6.8±1.5 ^a	1.13	0.89	5.4±2.8 ^a	5.6±2.3 ^a	5.9±3.0 ^a	0.63	0.93
Tekstür	6.0±2.6 ^a	6.8±2.3 ^{a,b}	8.8±1.4 ^b	25.00	0.05	6.8±3.1 ^a	7.4±3.4 ^a	3.8±2.3 ^a	24.33	0.06
Tat	3.4±2.6 ^a	2.8±2.0 ^a	4.4±2.1 ^a	9.27	0.36	5.5±2.1 ^a	2.9±1.1 ^{a,b}	3.4±2.3 ^b	28.83	0.02
Balığimsı tat	6.0±2.4 ^a	5.4±2.3 ^a	7.5±1.2 ^a	17.84	0.13	6.3±2.5 ^a	6.5±2.1 ^a	6.0±2.5 ^a	0.83	0.91
Ağızda bıraktığı his	6.8±1.9 ^a	5.8±2.8 ^{a,b}	8.9±1.8 ^a	27.97	0.03	6.9±2.4 ^a	6.8±2.8 ^a	3.9±2.5 ^a	25.14	0.053
Genel kabul edilebilirlik	7.4±1.1 ^a	5.5±2.3 ^{a,b}	8.4±1.0 ^b	39.71	0.05	6.4±1.8 ^a	6.5±2.1 ^a	4.8±1.9 ^a	15.46	0.17

*Aynı hacim ve pişirme fonksiyonunda farklı rezistant sıcaklıklarında yer alan farklı üstsel harfler istatistiksel olarak önemlidir ($p \leq 0.05$).

4.6. Aroma Bileşenleri Analizine İlişkin Bulgular

Farklı pişirme fonksiyonu altında kek ve balık örneklerinin ayrı ayrı ve beraber (kek+balık) pişirildiği örneklerde yapılan ön denemeler neticesinde 3-heptanon, 2-metil- internal standart olarak kullanılmıştır. Yine ön denemeler sonucunda bu internal standardın miktarı 81000 µg/kg olarak belirlenmiş ve her pişirme fonksiyonunda internal standart takip edilmiştir.

Fırın hacmi 45 L olarak ele alındığında turbo fonksiyonda ve 350°C resistant sıcaklığında pişirilen kek, balık ve kek+balık örneklerinde toplam 45 farklı aroma bileşiği tespit edilmiştir. 2-penten (28038 µg/kg), oksiran, metil- (26481µg/kg), aseton (24923 µg/kg), 3,5-oktadien, (Z, Z)- (30895 µg/kg), furan, 2-etil- (31154 µg/kg), asetil propionil (34269 µg/kg), 1-penten-3-ol (47250 µg/kg), heptanon (3-methyl-4-) (34269 µg/kg), benzen, 1-kloro-2-metil- (39981 µg/kg), pentenol (2Z-) (33750 µg/kg), 1-bütanol, 3-metil-, propanoat (32192 µg/kg), 3-pentanol (33750 µg/kg), eikosan (32712 µg/kg) ve pentadekan (38423 µg/kg) sadece balık örneklerinde tespit edilen komponentler olup; bunlar arasında en yüksek miktarlar sırasıyla 1-penten-3-ol (47250 µg/kg), 1-kloro-2-metil- (39981 µg/kg) ve pentadekan (38423 µg/kg) olarak sıralanmıştır. Sadece kek örneklerinde tespit edilen aroma komponentleri ise silan, [1,2,3-benzentriltris(oksi)]tris[trimetil- (58368 µg/kg), 2-propanol, 2-metil- (41691 µg/kg), furfuril alkol (36926 µg/kg), izovalerik asit (47051 µg/kg), bütıl bütanoat (33949 µg/kg) ve propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil) propil ester (35140 µg/kg) olarak bulunmuştur. Bununla beraber bazı aroma komponentleri aynı pişirme parametreleri altında farklı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde tespit edilmiştir. Bu komponentlerden 2-pentanon

balıkta 40500 µg/kg, kekte 33949 µg/kg; hekzanal balıkta 36865 µg/kg, kekte 50029 µg/kg; metil-2-metilbütirat balıkta 33231 µg/kg, kekte 41988.5 µg/kg; asetik asit balıkta 22327 µg/kg, kekte 47051 µg/kg; hekzanoik asit, 2-metil- balıkta 33750 µg/kg, kekte 42287 µg/kg ve siklotrisiloksan, hekzametil- balıkta 35827 µg/kg, kekte 142941 µg/kg miktarında tespit edilmiştir.

Tespit edilen aroma maddelerinin bir kısmı ayrı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde tespit edildiği gibi kek ve balık örnekleri eş zamanlı pişirildiği zaman (kek+balık) kek üzerinde tespit edilmiştir. Bu aroma komponentlerine bakıldığında 2-pentanon balıkta 40500 µg/kg, kekte 33949 µg/kg miktarında iken kek+balığın beraber pişirildiği kek örneklerinde daha az seviyede (27482 µg/kg) tespit edilmiştir. Aynı durum metil-2-metil bütirat içinde geçerli olup balıkta 33231 µg/kg, kekte 41988.5 µg/kg seviyesinde tespit edilen bu komponent kek+balık örneklerinde 30857 µg/kg seviyesinde bulunmuştur. Her iki üründe ve kek+balık örneklerinde tespit edilen diğer komponentlerin aksine hekzanoik asit, 2-metil- balıkta 33750 µg/kg, kekte 42287 µg/kg miktarında iken; kek+balık örneklerinde daha fazla miktarda (42911 µg/kg) bulunmuştur.

Çalışma kapsamında belirlenen hedeflerden birisi de balıkta tespit edilen aroma komponentlerinden hangisi ya da hangilerinin kek+balık örneklerinde tespit edilebileceğinin belirlenmesidir. Çünkü duyu analizler sonucunda panelistler kek örneklerinde balık aroması olduğunu belirtmişlerdir ve bu nedenle kek+balık örnekleri daha az beğenilmesine ve dolayısıyla daha düşük puan almasına neden olmuştur. 45 L hacimli fırında turbo fonksiyonu altında 350°C resistant sıcaklığında pişirilen örneklerde benzen, 1-kloro-2-metil- balık örneklerinde 39981 µg/kg miktarında iken; eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinde miktarı 52071 µg/kg

olarak bulunmuştur. Benzer şekilde valerik asit sadece balık örneklerinde (29596 µg/kg) tespit edilmiş ve kek+balık örneklerinde ise miktarı 27964 µg/kg olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, pişirme parametrelerinin 45 L, turbo ve 350°C olduğu kek+balık örneklerinde, duyuşal analizlerde belirtilen balığımsı tat/aromadan bu iki komponentin sorumlu olduğu düşünölmektedir (Çizelge 4.12).



Çizelge 4.12. Kırkbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
2-Penten	45	Turbo	350	Balık	28038
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Oksiran, metil-	45	Turbo	350	Balık	26481
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Aseton	45	Turbo	350	Balık	24923
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Siklotrisiloksan, hekzametil-	45	Turbo	350	Balık	35827
				Kek	142941
				Kek+Balık	-
3,5-Oktadien, (Z,Z)-	45	Turbo	350	Balık	30895
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Furan, 2-etil-	45	Turbo	350	Balık	31154
				Kek	-
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.12. devamı

2-Pentanon	45	Turbo	350	Balık	40500
				Kek	33949
				Kek+Balık	27482
Asetil propionil	45	Turbo	350	Balık	34269
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Hekzanal (=Kaproaldehit)	45	Turbo	350	Balık	36865
				Kek	50029
				Kek+Balık	-
Metil-2-metilbütirat	45	Turbo	350	Balık	33231
				Kek	41988.5
				Kek+Balık	30857
1-Penten-3-ol	45	Turbo	350	Balık	47250
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Heptanon, 2-metil-	45	Turbo	350	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (3-metil-4-)	45	Turbo	350	Balık	34269
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2,2-Dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan	45	Turbo	350	Balık	54000

Çizelge 4.12. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
Benzen, 1-kloro-2-metil-	45	Turbo	350	Balık	39981
				Kek	-
				Kek+Balık	52071
				Balık	33750
Pentenol (2Z-)	45	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	22327
Asetik asit	45	Turbo	350	Kek	47051
				Kek+Balık	-
				Balık	32192
1-Bütanol, 3-metil-, propanoat	45	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	33750
3-Pentanol	45	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	32304
				Balık	32712
Eikosan	45	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	38423
Pentadekan	45	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	-

Çizelge 4.12. devamı

Valerik asit	45	Turbo	350	Balık	29596
				Kek	-
				Kek+Balık	27964
Hekzanoik asit, 2-metil-	45	Turbo	350	Balık	33750
				Kek	42287
				Kek+Balık	42911
2-Propanon	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	27993
				Kek+Balık	22661
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	50029
				Kek+Balık	39536
Siklotrisiloksan, heksametil-	45	Turbo	350	Balık	35827
				Kek	142941
				Kek+Balık	-
Heptanon (2-) (=Amil metil keton)	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	25610
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	62537
				Kek+Balık	54482
Silan, [1,2,3-benzentriltris(oksi)]tris[trimetil-	45	Turbo	350	Balık	-

Çizelge 4.12. devamı

				Kek	58368
				Kek+Balık	-
2-Propanol, 2-metil-	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	41691
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Furfuril alkol	45	Turbo	350	Kek	36926
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	34544
Bütirik asit	45	Turbo	350	Kek+Balık	34232
				Balık	-
				Kek	47051
				Kek+Balık	-
İzovalerik asit (=İzopentanoik asit)	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	33949
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Bütil bütanoat (= Bütil bütirat)	45	Turbo	350	Kek	35140
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	18321
Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil)propil ester	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Etil eter (=Dietil eter)	45	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	-

Çizelge 4.12. devamı

Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	37125
Heptanon (2-metil-4-)	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	33268
Benzen, 1-kloro-3-metil-	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	47250
Trisiloksan, 1,1,1,5,5,5-hekzametil-3,3-bis[(trimetilsiloksi)-Tetrakis (trimetilsiloksi)silan	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	36643
Hekzanoik asit	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	34714
Propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28929
İzobütil izobütirat	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	30857
Etil hekzanoik asit(2-) (=2-Etil kaproik asit)	45	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28929

Fırın hacmi 45 L, pişirme fonksiyonu turbo ve resistant sıcaklığı 450°C olduğunda aroma komponentlerine bakıldığında, internal standart ile beraber toplam 42 komponent tespit edilmiştir (Çizelge 4.13). Bu örnekler incelendiğinde sadece balıkta bulunan aroma komponentleri sırasıyla propanol (22168 µg/kg), 3,5-oktadien, (Z,Z)- (35811 µg/kg), trans, trans-2,4-hekzadienal (24726 µg/kg), asetil propionil (29416 µg/kg), pentanoik asit, metil ester (31547 µg/kg), 1-hekzen-3-ol (46468 µg/kg), heptanon (2-methyl-4-) (26858 µg/kg), pentenol (2Z-) (29416 µg/kg), benzen, 1-kloro-3-metil- (39467 µg/kg), 2-propenoik asit, pentil ester (28563 µg/kg), tetradekan (26005 µg/kg), pentadekan (54142 µg/kg) ve pentanoik asit, 2-metil- (33253 µg/kg) olarak tespit edilmiştir. Sadece kek örneklerinde tespit edilen aroma maddeleri ise karbon dioksit (13034 µg/kg), 3,3-dimetil-4-metilamino-bütan-2-on (13034 µg/kg), metil pentanoat (29793 µg/kg), benzen, 1-kloro-4-metil- (46552 µg/kg), furfuril alkol (31190 µg/kg), valerik asit (28397 µg/kg), izovalerik asit (34914 µg/kg), propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil) propil ester (28397 µg/kg), oktanoik asit (32586 µg/kg) ve 2-pirolidinon (26069 µg/kg) olarak bulunmuştur. Bazı aroma komponentleri aynı pişirme koşulları altında fakat farklı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde tespit edilmiştir. Kek ve balık örneklerinde ortak olarak bulunan bu komponentler ise siklotrisiloksan, hekzametil- (balıkta 30695, kekta 28397 µg/kg), metil-2-metil bütirat (balıkta 28989, kekta 40966 µg/kg), bütiril bütirat (balıkta 24300 kekta 27466 µg/kg), 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- (balıkta 49879, kekta 60983 µg/kg), benzen, 1-kloro-2-metil- (balıkta 35811, kekta 48879 µg/kg), asetik asit (balıkta 20037 kekta 37241.5µg/kg), 3-pentanol (balıkta 27284 kekta 31655 µg/kg) ve bütirik asit (balıkta 25153 kekta 36310 µg/kg) olarak tespit edilmiştir. Bu komponentlerden metil-2-metilbütirat

(31610 µg/kg), bütül bütirat (27659 µg/kg), benzen, 1-kloro-2-metil- (61244 µg/kg), asetik asit (35067 µg/kg) ve 3-pentanol (34573 µg/kg) kek+balık örneklerinde tespit edilmiştir. Balık örneklerinde tespit edilip kek+balık örneklerinde de bulunan aroma komponenti ise 2-pentanon (balıkta 32400, kek+balıkta 29634 µg/kg) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.13). 2-pentanon 45 L turbo fonksiyon 450°C pişirme parametresinde balıĝımsı tat-aromadan sorumlu aroma bileşenidir.



Çizelge 4.13. Kırkbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Propanal	45	Turbo	450	Balık	22168
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propanon	45	Turbo	450	Balık	20037
				Kek	28397
				Kek+Balık	-
Siklotrisiloksan, heksametil-	45	Turbo	450	Balık	30695
				Kek	30724
				Kek+Balık	-
3,5-Oktadien, (Z,Z)-	45	Turbo	450	Balık	35811
				Kek	-
				Kek+Balık	-
trans, trans-2,4-Hekzadienal	45	Turbo	450	Balık	24726
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	45	Turbo	450	Balık	32400
				Kek	-
				Kek+Balık	29634
Asetil propionil	45	Turbo	450	Balık	29416

Çizelge 4.13. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, metil ester	45	Turbo	450	Balık	31547
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Metil-2-metilbütirat	45	Turbo	450	Balık	28989
				Kek	40966
				Kek+Balık	31610
1-Hekzen-3-ol	45	Turbo	450	Balık	46468
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Bütil bütirat (=Bütil bütanoat)	45	Turbo	450	Balık	24300
				Kek	27466
				Kek+Balık	27659
Heptanon (2-metil-4-)	45	Turbo	450	Balık	26858
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	45	Turbo	450	Balık	49879
				Kek	60983
				Kek+Balık	-
Benzen, 1-kloro-2-metil-	45	Turbo	450	Balık	35811

Çizelge 4.13. devamı

				Kek	48879
				Kek+Balık	61244
Pentenol (2Z-)	45	Turbo	450	Balık	29416
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	39647
Benzen, 1-kloro-3-metil-	45	Turbo	450	Kek	
				Kek+Balık	
				Balık	20037
Asetil asit	45	Turbo	450	Kek	37241.5
				Kek+Balık	35067
				Balık	28563
2-Propenoik asit, pentil ester	45	Turbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	27284
3-Pentanol	45	Turbo	450	Kek	31655
				Kek+Balık	34573
				Balık	26005
Tetradekan	45	Turbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	54142
Pentadekan	45	Turbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	-

Çizelge 4.13. devamı

Bütirik asit	45	Turbo	450	Balık	25153
				Kek	36310
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-	45	Turbo	450	Balık	33253
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Karbon dioksit	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	20017
				Kek+Balık	-
3,3-Dimetil-4-metilamino-bütan-2-on	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	13034
				Kek+Balık	-
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	52138
				Kek+Balık	40006
Metil pentanoat (=Metil valerat)	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	29793
				Kek+Balık	-
Heptanon (3-metil-4-)	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	33983
				Kek+Balık	35067
Benzen, 1-kloro-4-metil-	45	Turbo	450	Balık	-

Çizelge 4.13. devamı

				Kek	46552
				Kek+Balık	-
Furfuril alkol	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	31190
				Kek+Balık	-
Valerik asit	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	28397
				Kek+Balık	-
Hekzanoik asit, 2-metil-	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	49810
				Kek+Balık	38524
İzovalerik asit (=İzopentanoik asit)	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	34914
				Kek+Balık	-
Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil)propil ester	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	28397
				Kek+Balık	-
Oktanoik asit	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	32586
				Kek+Balık	-
2-Pirolidinon	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	26069
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.13. devamı

Aseton	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	23213
Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	64701
2,2-Dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	55811
Benzen, 1-kloro-3-metil-	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	53341
Pentanoik asit	45	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	29140
3-Heptanon, 2-metil-	45	Turbo	450	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000

Resistant sıcaklığı 550°C'ye çıkarıldığında kek ve balık örneklerinde toplam 43 adet aroma komponenti tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Bunlar içerisinde 2-penten, (Z)- (22770 µg/kg), propanal (19037 µg/kg), N-siyano-N',N'',N''',N''-tetrametil-1,3,5-triazinetriamin (25756 µg/kg), 3,5-oktadien, (Z,Z)- (30982 µg/kg), trans,trans-2,4-hekzadienal (22023 µg/kg), hekzan, 2,2,5,5-tetrametil- (39194 µg/kg), pentasiloksan, dodekametil- (22043 µg/kg), dekan (23143 µg/kg), valerik asit (21650 µg/kg) ve propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester (24636 µg/kg) sadece balık örneklerinde; 2-propanon (30186 µg/kg), siklotrisiloksan, hekzametil- (31696 µg/kg), pentanoik asit, metil ester (35720 µg/kg), heptanon (2-) (21634 µg/kg), hekzil bütanoat (38236 µg/kg), furfural (37733 µg/kg), siklopentasiloksan, dekametil- (35720 µg/kg) ve oktadekanal (31193 µg/kg) ise sadece kek örneklerinde tespit edilmiştir. Heptanon (3-metil-4) (balıkta 25009, kekte 36727 µg/kg) ve pentanoik asit, 2-metil-(balıkta 27248.5, kekte 49304 µg/kg) balık ve kek örneklerinde tespit edilmiş olup; birlikte pişirilen kek+balık örneklerinde 2-pentanon (33113 µg/kg), metil-2-metilbütirat (37698 µg/kg), 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- (65717 µg/kg) ve benzen, 1-kloro-2-metil-(57566 µg/kg), 3-pentanol (35151 µg/kg) bulunmuştur. Balık örneklerinde bulunup (17544 µg/kg) kek+balık örneklerinde de tespit edilen (25981 µg/kg) tek aroma komponenti ise aseton olarak bulunmuştur. Bunun dışında balık ve kek örneklerinde tespit edilmeyip kek+balık örneklerinde tespit edilen komponentler ise heptan (23434 µg/kg), borik asit, trimetil ester (46358 µg/kg), (O-D) etanol (51453 µg/kg), metil pentanoat (36170 µg/kg), heptanon (36679 µg/kg), tetradekan (30566 µg/kg) ve propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil) propil ester (28528 µg/kg) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Sıcaklığın 550°C olduğu pişirme denemelerinde keklerin daha çabuk

piştiği ve kalın bir kabuk tabakasının oluştuğu daha önce yapılan pişirme ve duyusal testlerde tespit edilmiştir. Bu nedenle 350°C ve 450°C’lerde kek, balık ve kek+balık örneklerinde tespit edilmeyen bazı aroma komponentlerinin 550°C resistant sıcaklığında görüldüğü gözlenmiştir.

Aynı pişirme parametresinde ayrı zamanlarda pişirilen kek, balık ve eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinin hepsinde rastlanan aroma bileşenleri; 2-pentanon, metil-2-metil bütirat, 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-, benzen, 1-kloro-2-metil- ve 3-pentanol olmak üzere 5 adettir. Bu aroma komponentlerine bakıldığında 2-pentanon balıkta 28742, kekte 321999 µg/kg miktarında iken kek+balığın beraber pişirildiği kek örneklerinde daha yüksek seviyede (33113 µg/kg) tespit edilmiştir. Aynı durum benzen, 1-kloro-2-metil- ve 3-pentanol içinde geçerlidir. Benzen, 1-kloro-2-metil balıkta 31355, kekte 41758 µg/kg seviyesinde tespit edilen bu komponent kek+balık örneklerinde 57566 µg/kg seviyesinde bulunmuştur. 3-pentanol balıkta 23889, kekte 31696 µg/kg miktarında iken kek+balığın beraber pişirildiği kek örneklerinde daha yüksek seviyede (35151 µg/kg) tespit edilmiştir.

45 L turbo 550°C pişirme fonksiyonunda aynı hacimde eş zamanlı pişirme sonucu balıktan kek üzerine absorbe olan komponentlere bakıldığında; sadece asetonun balıgımsı tat-aromadan sorumlu olduğu saptanmıştır. Aseton komponenti kek örneğinde görülmemekle birlikte balıkta 17544 µg/kg, kek+balıkta 25981 µg/kg olarak bulunmuştur.

Çizelge 4.14. Kırkbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
3-Heptanon, 2-metil-	45	Turbo	550	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
2-Penten, (Z)-	45	Turbo	550	Balık	22770
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Propanal	45	Turbo	550	Balık	19037
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Aseton	45	Turbo	550	Balık	17544
				Kek	-
				Kek+Balık	25981
N-Siyano-N',N',N'',N''-tetrametil-1,3,5-triazintri Amin	45	Turbo	550	Balık	25756
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3,5-Oktadien, (Z,Z)-	45	Turbo	550	Balık	30982
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Trans,trans-2,4-Hekzadienal	45	Turbo	550	Balık	22023
				Kek	-
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.14. devamı

2-Pentanon	45	Turbo	550	Balık	28742
				Kek	32199
				Kek+Balık	33113
Metil-2-metilbütirat	45	Turbo	550	Balık	23889
				Kek	38236
				Kek+Balık	37698
Hekzan, 2,2,5,5-tetrametil-	45	Turbo	550	Balık	39194
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Heptanon (3-metil-4)	45	Turbo	550	Balık	25009
				Kek	36727
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	45	Turbo	550	Balık	46286
				Kek	58863
				Kek+Balık	65717
Benzen, 1-kloro-2-metil-	45	Turbo	550	Balık	31355
				Kek	41758
				Kek+Balık	57566
Pentasiloksan, dodekametil-	45	Turbo	550	Balık	22043
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	45	Turbo	550	Balık	23889

Çizelge 4.14. devamı

				Kek	31696
				Kek+Balık	35151
Dekan	45	Turbo	550	Balık	23143
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Valerik asit	45	Turbo	550	Balık	21650
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-	45	Turbo	550	Balık	27248.5
				Kek	49304
				Kek+Balık	-
Propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi- 2,4,4-trimetilpentil ester	45	Turbo	550	Balık	24636
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Karbon dioksit	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	23646
				Kek+Balık	20377
2-Propanon	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	30186
				Kek+Balık	-
Siklotrisiloksan, heksametil-	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	31696
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.14. devamı

Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	48801
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, metil ester	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	35720
				Kek+Balık	-
Heptanon (2-) (=Amil metil keton)	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	21634
				Kek+Balık	-
Hekzil bütanoat	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	38236
				Kek+Balık	-
Benzen, 1-kloro-4-metil-	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	68422
				Kek+Balık	51962
Asetik asit	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	47292
				Kek+Balık	23434
Furfural	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	37733
				Kek+Balık	-
Siklopentasiloksan, dekametil-	45	Turbo	550	Balık	-

Çizelge 4.14. devamı

				Kek	35720
				Kek+Balık	-
Bütirik asit	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	42261
				Kek+Balık	35660
				Balık	-
Furfuril alkol	45	Turbo	550	Kek	31696
				Kek+Balık	31585
				Balık	-
				Kek	29683
Pentanoik asit	45	Turbo	550	Kek+Balık	30057
				Balık	-
				Kek	48801
				Kek+Balık	44830
Hekzanoik asit, 2-metil-	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	28174
				Kek+Balık	29547
				Balık	-
Bütil bütirat	45	Turbo	550	Kek	31193
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	-
Oktadekanal (=Stearaldehit)	45	Turbo	550	Kek+Balık	23434
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Heptan	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	-

Çizelge 4.14. devamı

Borik asit, trimetil ester	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	46358
(O-D) etanol	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	51453
Metil pentanoat (=Metil valerat)	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	36170
Heptanon (2-metil-4)	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	36679
Tetradekan	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	30566
Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil)propil ester	45	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28528

Piştirme fonksiyonu elektroturbo olarak değiştirildiğinde 45 L hacimli fırında 350°C resistant sıcaklığında 52 farklı aroma komponenti tespit edilmiştir (Çizelge 4.15). Bu komponentler içinde sadece balık örneklerinde propanal (23016 µg/kg), siklobütan metanol (37623 µg/kg), pentadion (2,3-) (30984 µg/kg), hekzanal (30284 µg/kg), 1-penten-3-ol (49131 µg/kg), benzen, 1-kloro-2-metil- (35410 µg/kg), pentenol (2Z-) (29213 µg/kg), benzen, 1-kloro-4-metil- (41607 µg/kg), trans, trans-2,4-heptadienal (33197 µg/kg), 1-bütanol, 3-metil-, propanoat (27443 µg/kg), eikosan (27000 µg/kg), triokosan (28770 µg/kg), pentanoik asit (25230 µg/kg) ve propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil) propil ester (26115 µg/kg); sadece kek örneklerinde ise karbon dioksit (25457 µg/kg), etil alkol (50914 µg/kg), siklotetrasiloksan, oktametil- (36160.5 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-, metil ester (43971 µg/kg), siklopentasiloksan, dekametil- (28929 µg/kg), limonen (30664 µg/kg), stiren (66536 µg/kg), N-formilnorisosalutaridin (66536 µg/kg), 2-propanol, 1-(2-methoksipropoksi)- (43393 µg/kg), bütirik asit (50914 µg/kg), valerik asit (32400 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-metilvalerova (42236 µg/kg), hekzanoik asit (47443 µg/kg), propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester (31821 µg/kg) ve izobütil izobütirat (35293 µg/kg) tespit edilmiştir. Balık örneklerinde ve kek+balık örneklerinde ortak bulunan aroma komponentleri incelendiğinde balık örneklerinde 33197 µg/kg miktarında bulunan 2-pentanon kek+balık örneklerinde 31067 µg/kg; balık örneklerinde 25672 µg/kg olarak tespit edilen bütül bütirat ise kek+balık örneklerinde 32178 µg/kg olarak ölçülmüştür. 2-pentanon ve bütül bütirat komponentlerinin; 45 L hacimli fırında 350°C resistant sıcaklığında elektroturbo piştirme fonksiyonunda balıktan kek üzerine aroma geçişinden sorumlu bileşenler olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.15. Kırkbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Propanal	45	Elektroturbo	350	Balık	23016
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propanon	45	Elektroturbo	350	Balık	20803
				Kek	31821
				Kek+Balık	-
Siklotrisiloksan, heksametil-	45	Elektroturbo	350	Balık	30984
				Kek	43103.5
				Kek+Balık	-
Siklobütanmetanol	45	Elektroturbo	350	Balık	37623
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	45	Elektroturbo	350	Balık	33197
				Kek	-
				Kek+Balık	31068
Pentadion (2,3-) (=Asetil propionil)	45	Elektroturbo	350	Balık	30984
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Hekzanal	45	Elektroturbo	350	Balık	30284
				Kek	-
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.15. devamı

Metil-2-metilbütirat	45	Elektroturbo	350	Balık	28770
				Kek	35293
				Kek+Balık	38558
1-Penten-3-ol	45	Elektroturbo	350	Balık	49131
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Heptanon, 2-metil-	45	Elektroturbo	350	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (2-metil-4-)	45	Elektroturbo	350	Balık	28328
				Kek	34136
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	45	Elektroturbo	350	Balık	44705
				Kek	52650
				Kek+Balık	57144
Benzen, 1-kloro-2-metil-	45	Elektroturbo	350	Balık	35410
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Pentenol (2Z-)	45	Elektroturbo	350	Balık	29213
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Benzen, 1-kloro-4-metil-	45	Elektroturbo	350	Balık	41607

Çizelge 4.15. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
Trans, trans-2,4-Heptadienal	45	Elektroturbo	350	Balık	33197
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	21246
Trisiloksan, 1,1,1,5,5,5-hekzametil-3,3-bis[(trimetilsilil)oksi]-	45	Elektroturbo	350	Kek	59014
				Kek+Balık	-
				Balık	27443
				Kek	-
1-Bütanol, 3-metil-, propanoat	45	Elektroturbo	350	Kek+Balık	-
				Balık	27885
				Kek	37607
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	45	Elektroturbo	350	Balık	27000
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	28770
Eikosan	45	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	25230
				Kek	-
Trikosan	45	Elektroturbo	350	Kek+Balık	-
				Balık	25230
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit	45	Elektroturbo	350	Balık	25230
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	25230

Çizelge 4.15. devamı

Hekzanoik asit, 2-metil-	45	Elektroturbo	350	Balık	29213
				Kek	39343
				Kek+Balık	40500
Bütil bütirat	45	Elektroturbo	350	Balık	25672
				Kek	-
				Kek+Balık	32178
Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil) propil ester	45	Elektroturbo	350	Balık	26115
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Karbon dioksit	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	25457
				Kek+Balık	-
Etil eter	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	27193
				Kek+Balık	-
Etil alkol	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	50914
				Kek+Balık	-
Siklotetrasiloksan, oktametil-	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	36160.5
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	45	Elektroturbo	350	Balık	-

Çizelge 4.15. devamı

				Kek	43971
				Kek+Balık	-
Siklopentasiloksan, dekametil-	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	28929
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Oktanon (2-)	45	Elektroturbo	350	Kek	24300
				Kek+Balık	23301
				Balık	-
				Kek	30664
Limonen	45	Elektroturbo	350	Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	66536
				Kek+Balık	-
Stiren	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	66536
				Kek+Balık	-
				Balık	-
N-Formilnorisosalutaridin	45	Elektroturbo	350	Kek	66536
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	43393
2-Propanol, 1-(2-metoksipropoksi)-	45	Elektroturbo	350	Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	35293
				Kek+Balık	-
3-Oksa-6-thia-2,7-disilaoktan, 2,2,7,7-tetrametil-	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	35293
				Kek+Balık	-
				Balık	-

Çizelge 4.15. devamı

Bütirik asit	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	50914
				Kek+Balık	-
Valerik asit	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	32400
				Kek+Balık	32733
Pentanoik asit, 2-metil-metilvalerova	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	42236
				Kek+Balık	-
Hekzanoik asit	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	47443
				Kek+Balık	39945
Propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	31821
				Kek+Balık	-
İzobütil izobütirat	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	35293
				Kek+Balık	-
Aseton	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	26630
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	45	Elektroturbo	350	Balık	-

Çizelge 4.15. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	53815
Pentanoik asit, metil ester	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	39390
				Balık	-
Heptanon (3-metil-4-)	45	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	33288
				Balık	-
				Kek	-
Asetik asit, (asetiloksi)-	45	Elektroturbo	350	Kek+Balık	57699
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	25521
2-Furankarboksialdehit	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	38281
				Balık	-
2,3-Bütandiol, 2,3-dimetil-	45	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	34397
				Balık	-
				Kek	-
Furfuril alkol	45	Elektroturbo	350	Kek+Balık	33288
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	33288
Etil hekzanoik asit (2-) (=2-Etil kaproik asit)	45	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	33288
				Balık	-

Sıcaklığın 450°C'ye çıktığı 45 L elektroturbo modda çalışan fırında 46 farklı aroma komponenti tespit edilmiştir. Bu komponentler içinde sadece balık örneklerinde tespit edilenler propanal (21628 µg/kg), 6 metil-2 fenilindol (31382 µg/kg), 2-pentanon (32654 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-, metil ester (27141 µg/kg), 1-penten-3-ol (46225 µg/kg), pentenol (2Z-) (27565 µg/kg), aloksiprin (18236 µg/kg), pentadekan (26293 µg/kg) ve eikosan (49194 µg/kg) olarak ölçülmüştür. Sadece kek örneklerinde görülen komponentler ise karbon dioksit (20017 µg/kg), 3,3-dimetil-4-metilamino-bütan-2-on (13034 µg/kg), hekzanoik asit, 2-metil- (49810 µg/kg), propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil) propil ester (28397 µg/kg), oktanoik asit (32586 µg/kg) ve 2-pirolidinon (26069 µg/kg) olarak belirlenmiştir. Balık ve kek örneklerinde tespit edilmezken kek+balık örneklerinde görülen siklotetrasiloksan, oktametil- (27909 µg/kg), pentanoik asit, metil ester (31477 µg/kg), siklopentasiloksan, dekametil- (24132 µg/kg), oktanon (2-) (16368 µg/kg), hekzil bütanoat (22663 µg/kg), heptanon (2-metil-4-) (22663 µg/kg), benzen, 1-kloro-3-metil- (42389 µg/kg), trisiloksan, 1,1,1,5,5,5-hekzametil-3,3-bis[(trimetilsilil)oksi]- (28959 µg/kg), silikat aniontetramer (819725 µg/kg), pentanoik asit (23922 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-, bütül ester (40710 µg/kg), propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester (26860 µg/kg) ve dekanoik asit (55399 µg/kg) aroma komponentleri de tespit edilmiştir (Çizelge 4.16).

Balık ve kek+balık örneklerinde ortak görülen komponent pentanoik asit, 2-metil- (balıkta 31806 µg/kg, kek+balıkta 29870 µg/kg) olarak bulunmuştur. Bu bileşen kek örneklerinde görülmeyip sadece balık ve kek+balık örneklerinde görüldüğünden balıktan kek üzerine aroma geçişi olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.16. Kırkbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Propanal	45	Elektroturbo	450	Balık	21628
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propanon	45	Elektroturbo	450	Balık	19932
				Kek	28397
				Kek+Balık	22244
6 Metil-2 fenilindol	45	Elektroturbo	450	Balık	31382
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	45	Elektroturbo	450	Balık	32654
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Metil pentanoat (=Metil valerat)	45	Elektroturbo	450	Balık	27141
				Kek	29793
				Kek+Balık	-
Metil-2-metilbütirat	45	Elektroturbo	450	Balık	27990
				Kek	40966
				Kek+Balık	31057
Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	45	Elektroturbo	450	Balık	27141

Çizelge 4.16. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
1-Penten-3-ol	45	Elektroturbo	450	Balık	46225
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Heptanon, 2-metil-	45	Elektroturbo	450	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Bütil bütirat (= Bütil bütanoat)	45	Elektroturbo	450	Balık	24597
				Kek	27466
				Kek+Balık	-
Heptanon (3-metil-4-)	45	Elektroturbo	450	Balık	27565
				Kek	33983
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	45	Elektroturbo	450	Balık	42408
				Kek	60983
				Kek+Balık	41130
Benzen, 1-kloro-2-metil-	45	Elektroturbo	450	Balık	35199
				Kek	48879
				Kek+Balık	41969
Pentenol (2Z-)	45	Elektroturbo	450	Balık	27565
				Kek	-
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.16. devamı

Benzen, 1-kloro-4-metil-	45	Elektroturbo	450	Balık	37319
				Kek	46552
				Kek+Balık	-
Aloksiprin	45	Elektroturbo	450	Balık	18236
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	45	Elektroturbo	450	Balık	27141
				Kek	31655
				Kek+Balık	26440
Pentadekan	45	Elektroturbo	450	Balık	26293
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Eikosan	45	Elektroturbo	450	Balık	49194
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Valerik asit	45	Elektroturbo	450	Balık	24173
				Kek	28397
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-	45	Elektroturbo	450	Balık	31806
				Kek	-
				Kek+Balık	39870
İzovalerik asit (=İzopentanoik asit)	45	Elektroturbo	450	Balık	32230

Çizelge 4.16. devamı

Karbon dioksit	45	Elektroturbo	450	Kek	34914
				Kek+Balık	33155
				Balık	-
				Kek	20017
3,3-Dimetil-4-metilamino-bütan-2 on	45	Elektroturbo	450	Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	13034
				Kek+Balık	-
Siklotrisiloksan, heksametil-	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	30724
				Kek+Balık	32736
				Balık	-
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	45	Elektroturbo	450	Kek	52138
				Kek+Balık	42389
				Balık	-
				Kek	37241.5
Asetik asit	45	Elektroturbo	450	Kek+Balık	43228
				Balık	-
				Kek	36310
				Kek+Balık	34834
Bütirik asit	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	31190
				Kek+Balık	28539
				Balık	-
Furfuril alkol	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	31190
				Kek+Balık	28539
				Balık	-

Çizelge 4.16. devamı

Hekzanoik asit, 2-metil-	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	49810
				Kek+Balık	-
Propanoik asit, 2-metil-, 2,2-dimetil-1-(2-hidroksi-1-metiletil)propil ester	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	28397
				Kek+Balık	-
Oktanoik asit	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	32586
				Kek+Balık	-
2-Pirolidinon	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	26069
				Kek+Balık	-
Siklotetrasiloksan, oktametil-	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	27909
Pentanoik asit , metil ester	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	31477
Siklopentasiloksan, dekametil-	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	24132
Oktanon (2-)	45	Elektroturbo	450	Balık	-

Çizelge 4.16. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	16368
Hekzil bütanoat	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	22663
				Balık	-
Heptanon (2-metil-4-)	45	Elektroturbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	22663
				Balık	-
				Kek	-
Benzen, 1-kloro-3-metil-	45	Elektroturbo	450	Kek+Balık	42389
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28959
Trisiloksan, 1,1,1,5,5,5-hekzametil-3,3-bis[(trimetilsilil)oksi]-	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	19725
				Balık	-
Silikat anion tetramer	45	Elektroturbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	23922
				Balık	-
				Kek	-
Pentanoik asit	45	Elektroturbo	450	Kek+Balık	40710
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	40710

Çizelge 4.16. devamı

Propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi- 2,4,4-trimetilpentil ester	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	26860
Dekanoik asit	45	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	55399

45 L hacimli elektroturbo fırında sıcaklık 550°C'ye çıkarıldığında toplam 38 aroma komponenti tespit edilmiştir. Bu komponentler içinde sadece kek örneklerinde pentanal (23211 µg/kg), pentanoik asit, metil ester (39316 µg/kg), heptanon (2) (18000 µg/kg), bütül bütanoat (35053 µg/kg), pentanamit (31737 µg/kg) görülürken; sadece balık örneklerinde 2-penten, (Z)- (28430 µg/kg), propanal (27894 µg/kg), aseton (25748 µg/kg), 3,5-oktadien, (Z,Z)- (37550 µg/kg), trans,trans-2,4-hekzadienal (32185 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-, metil ester (33795), 1-penten-3-ol (41305 µg/kg), pentenol (2Z-) (34868 µg/kg), N-asetil izoksazolidin (21993 µg/kg), propanoik asit, pentil ester (32722 µg/kg), 3-pentanol (33795 µg/kg), eikosan (32185 µg/kg) ve oktadekan (39159 µg/kg) tespit edilmiştir. Kek+balık örneklerinde ise karbamik asit, N-(3-kloro-4-metoksifenil)-, desil ester (55862 µg/kg), propan, 2-metoksi- (38545 µg/kg), furfuril alkol (35752 µg/kg), pentanoik asit (33517 µg/kg), hekzanoik asit (40779 µg/kg), propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester (32400 µg/kg) ve izobütül izobütirat (35193 µg/kg) tespit edilmiştir.

Belirtilen pişirme parametrelerinde sadece balıkta ve kek+balık örneklerinde ortak görülen komponent tespit edilmemiştir; bu durum balıktan keke doğrudan aroma geçişi olmadığını göstermektedir. Fakat kek, balık ve kek+balık örneklerinin hepsinde görülen aroma komponentleri bulunmaktadır. Bunlar 2-pentanon, heptanon (2-metil-4-), 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- ve hekzanoik asit, 2-metil-'dir. 2-pentanon balıkta 43987, kekte 29368, kek+balıkta 35193 µg/kg miktarında; heptanon (2-metil-4-) balıkta 37013, kekte 33158, kek+balıkta 34634 µg/kg miktarında; 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- balıkta 55788, kekte 45474, kek+balıkta 63124 µg/kg miktarında; hekzanoik asit, 2-metil balıkta 34331, kekte 29842, kek+balıkta 43572 µg/kg miktarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17. Kırkbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
2-Penten, (Z)-	45	Elektroturbo	550	Balık	28430
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Propanal	45	Elektroturbo	550	Balık	27894
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Aseton	45	Elektroturbo	550	Balık	25748
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Siklotrisiloksan, heksametil-	45	Elektroturbo	550	Balık	37013
				Kek	27000
				Kek+Balık	-
3,5-Oktadien, (Z,Z)-	45	Elektroturbo	550	Balık	37550
				Kek	-
				Kek+Balık	-
trans,trans-2,4-Hekzadienal	45	Elektroturbo	550	Balık	32185
				Kek	-
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.17. devamı

2-Pentanon	45	Elektroturbo	550	Balık	43987
				Kek	29368
				Kek+Balık	35193
Pentadion (2,3-) (=Asetil propionil)	45	Elektroturbo	550	Balık	37550
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	45	Elektroturbo	550	Balık	33795
				Kek	-
				Kek+Balık	-
1-Penten-3-ol	45	Elektroturbo	550	Balık	41305
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Heptanon, 2-metil-	45	Elektroturbo	550	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (2-metil-4-)	45	Elektroturbo	550	Balık	37013
				Kek	33158
				Kek+Balık	34634
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	45	Elektroturbo	550	Balık	55788
				Kek	45474
				Kek+Balık	63124
Benzen, 1-kloro-2-metil-	45	Elektroturbo	550	Balık	39695

Çizelge 4.17. devamı

				Kek	42158
				Kek+Balık	-
Pentenol (2Z-)	45	Elektroturbo	550	Balık	34868
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	21993
N-asetil izoksazolidin	45	Elektroturbo	550	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	32722
				Kek	-
Propanoik asit, pentil ester	45	Elektroturbo	550	Kek+Balık	-
				Balık	33795
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	45	Elektroturbo	550	Balık	32185
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	39159
Eikosan	45	Elektroturbo	550	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	30576
				Kek	-
Oktadekan	45	Elektroturbo	550	Balık	30576
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	30576
Valerik asit	45	Elektroturbo	550	Balık	30576
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	30576

Çizelge 4.17. devamı

				Kek	26526
				Kek+Balık	-
Hekzanoik asit, 2-metil-	45	Elektroturbo	550	Balık	34331
				Kek	29842
				Kek+Balık	43572
				Balık	-
Pentanal	45	Elektroturbo	550	Kek	23211
				Kek+Balık	-
				Balık	-
2-Propanon	45	Elektroturbo	550	Kek	27000
				Kek+Balık	29048
				Balık	-
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	45	Elektroturbo	550	Kek	43579
				Kek+Balık	48600
				Balık	-
Pentanoik asit, metil ester	45	Elektroturbo	550	Kek	39316
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Metil-2-metilbütirat	45	Elektroturbo	550	Kek	35053
				Kek+Balık	38545
				Balık	-
Heptanon (2-) (=Amil metil keton)	45	Elektroturbo	550	Kek	18000
				Kek+Balık	-
				Balık	-

Çizelge 4.17. devamı

Bütil bütanoat (= Bütil bütirat)	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	35053
				Kek+Balık	-
Asetik asit	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	36947
				Kek+Balık	26255
Pentanamit	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	31737
				Kek+Balık	-
Karbamik asit, N-(3-kloro-4-metoksifenil)-, desil ester	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	55862
Propan, 2-metoksi-	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	38545
Furfuril alkol	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	35752
Pentanoik asit	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	33517
Hekzanoik asit	45	Elektroturbo	550	Balık	-

Çizelge 4.17. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	40779
Propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester	45	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
İzobütil izobütirat	45	Elektroturbo	550	Kek+Balık	32400
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	35193

65 L hacimde pişirme etkisine bakıldığında 45 L hacimde pişirilen örneklerle benzer şekilde; bulunan aroma bileşenlerinin bir kısmı sadece kek örneklerinde, bir kısmı sadece balık örneklerinde, bir kısmı farklı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde, bir kısmı kek, balık, kek+balık örneklerinin tamamında, bir kısmı da balık ve balık+kek örneklerinde görülmüştür. Hem balık hem de balık+kek örneklerinde saptanan aroma bileşenleri balık üzerinden keke balığa özgü aroma bileşenlerinin absorbe olduğunu ve aroma profillerinin değiştiğini göstermiştir. Yani fırın hacminin genişlemesi (45 L'den 65 L'ye çıkıldığında) aynı hacimde eş zamanlı pişirme esnasında kek üzerine koku bulaşmasını engelleyici bir etki yapmamıştır.

65 L turbo fonksiyonda 350°C rezistant sıcaklığında pişirilen kek, balık ve kek+balık örneklerinde saptanan aroma bileşenleri Çizelge 4.18'de gösterilmiştir. 65 L turbo 350°C pişirme parametrelerinde pişirilen örneklerde internal standart ile beraber toplam 41 adet aroma bileşiği saptanmıştır. Bu bileşenlerin 13 tanesi sadece balık örneklerinde, 3 tanesi sadece kek örneklerinde, 4 tanesi de kek+balık örneklerinde görülmüştür. Kek+balık örneklerinde görülen bileşenlerin bir kısmı kekin doğal aromasından gelen bileşenler olup, bir kısmı ise balıkla eş zamanla pişirme sonucu balık üzerinden kek üzerine absorbe olan aroma bileşenleridir. Sadece balık örneklerinde saptanan aroma bileşenlerinin siklopropan, 1,2-dimetil, cis- (22210 µg/kg), propanal (23081 µg/kg), siklotrisiloksan, hekzametil- (30919 µg/kg), 3,5-oktadien, (Z,Z)- (37452 µg/kg), furan, 2-etil- (27000 µg/kg), hekzanal (58790 µg/kg), 1-penten-3-ol (47468 µg/kg), 2,2-dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan (42242 µg/kg), pentenol (2Z-) (30484 µg/kg), benzen, 1-kloro-4-metil- (47903 µg/kg), trisiloksan, 1,1,1,5,5,5-hekzametil-3,3-bis[(trimetilsilil)oksi]- (19597 µg/kg), nonadekan (27871 µg/kg), eikosan (26565 µg/kg) olduğu görülmüştür. 65 L turbo

fonksiyon 350°C’de balıkta en yüksek miktarda saptanan aroma bileşenleri hekzanal (58790 µg/kg), benzen, 1-kloro-4-metil- (47903 µg/kg) ve 1-penten-3-ol (47468 µg/kg) olup, en düşük miktarda saptanan bileşen ise siklopropan, 1,2-dimetil-, cis- (22210 µg/kg) bileşiğidir. Sadece kek örneklerinde, karbon dioksit (20647 µg/kg), heptanon (2-) (22765 µg/kg), N-asetil izoksazolidin (31235µg/kg) bileşenleri görülmüştür. Bu bileşenler sadece kek örneklerinde görülmekle birlikte kek+balık örneklerinde tespit edilmemiştir. Bu durumun nedeni, balıkla eş zamanlı pişirme sonucu bu bileşenlerin balığa özgü aroma komponentleri tarafından baskılanması olabilir.

Bazı aroma bileşenleri aynı pişirme parametreleri altında farklı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde tespit edilmiştir (kek+balıkta olmayan). Bu bileşenlerden 2-pentanon balıkta 34839 µg/kg, kekte 32294 µg/kg; metil-2-metilbütirat balıkta 29613 µg/kg, kekte 33353 µg/kg; heptanon (3-metil-4) balıkta 27871 µg/kg, kekte 39706 µg/kg; benzen, 1-kloro-3-metil- balıkta 35710 µg/kg, kekte 55059 µg/kg; nonadekan balıkta 27871 µg/kg, kekte 30176 µg/kg; hekzanoik asit, 2-metil- balıkta 28742 µg/kg, kekte 54000 µg/kg miktarında tespit edilmiştir.

Aynı pişirme parametresinde ayrı zamanlarda pişirilen kek, balık ve eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinin hepsinde rastlanan aroma bileşenleri ise 2-pentanon, metil-2-metilbütirat, heptanon (3-metil-4) ve hekzanoik asit, 2-metil- bileşenleridir. 2-pentanon balıkta 34839 µg/kg, kekte 32294 µg/kg, kek+balıkta 34397 µg/kg miktarında; metil-2-metilbütirat balıkta 29613 µg/kg, kekte 33353 µg/kg, kek+balıkta 36062 µg/kg miktarında; heptanon (3-metil-4) balıkta 27871 µg/kg, kekte 39706 µg/kg, kek+balıkta 45493 µg/kg miktarında; hekzanoik asit, 2-

metil- ise balıkta 28742 µg/kg, kekte 54000 µg/kg, kek+balıkta 60473 µg/kg miktarında görülmüştür.

65 L turbo 350°C pişirme fonksiyonunda aynı hacimde eş zamanlı pişirme sonucu balıktan kek üzerine absorbe olan bileşenlere bakıldığında; benzen, 1-kloro-4-metil- ve hekzanoik asit olmak üzere toplam 2 aroma bileşeninin balıĝımsı tat/aromadan sorumlu olduĝu saptanmıştır. Benzen, 1-kloro-4-metil- bileşeni kek örneğinde görülmemekle birlikte balıkta 47903 µg/kg, kek+balıkta 63247 µg/kg olarak bulunmuştur. Benzer şekilde hekzanoik asit kek örneğinde görülmeyip balıkta 30919 µg/kg, kek+balıkta 37171µg/kg miktarında tespit edilmiştir (Çizelge 4.18).

Çizelge 4.18. Altmışbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Siklopropan, 1,2-dimetil-, cis-	65	Turbo	350	Balık	22210
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Propanal	65	Turbo	350	Balık	23081
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propanon	65	Turbo	350	Balık	20903
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Siklotrisiloksan, hekzametil-	65	Turbo	350	Balık	30919
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3,5-Oktadien, (Z,Z)-	65	Turbo	350	Balık	37452
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Furan, 2-etil-	65	Turbo	350	Balık	27000
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	65	Turbo	350	Balık	34839

Çizelge 4.18. devamı

				Kek	32294
				Kek+Balık	34397
				Balık	31790
Asetil propionil	65	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	58790
Hekzanal	65	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	29613
Metil-2-metilbütirat	65	Turbo	350	Kek	33353
				Kek+Balık	36062
				Balık	47468
1-Penten-3-ol	65	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	81000
3-Heptanon, 2-metil-	65	Turbo	350	Kek	81000
				Kek+Balık	81000
				Balık	27871
Heptanon (3-metil-4)	65	Turbo	350	Kek	39706
				Kek+Balık	45493
				Balık	42242
2,2-Dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan	65	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	

Çizelge 4.18. devamı

Benzen, 1-kloro-3-metil-	65	Turbo	350	Balık	35710
				Kek	55059
				Kek+Balık	-
Pentenol (2Z-)	65	Turbo	350	Balık	30484
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Benzen, 1-kloro-4-metil-	65	Turbo	350	Balık	47903
				Kek	-
				Kek+Balık	63247
Trisiloksan, 1,1,1,5,5,5-hekzametil-3,3-bis[(trimetilsilil)oksi]-	65	Turbo	350	Balık	19597
				Kek	-
				Kek+Balık	-
1-Hekzen, 3,5,5-trimetil-	65	Turbo	350	Balık	27435
				Kek	-
				Kek+balık	-
2-Propanol, 2-metil-	65	Turbo	350	Balık	28742
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Nonadekan	65	Turbo	350	Balık	27871
				Kek	30176
				Kek+Balık	-
Eikosan	65	Turbo	350	Balık	26565

Çizelge 4.18. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
Valerik asit	65	Turbo	350	Balık	26129
				Kek	31765
				Kek+Balık	-
				Balık	28742
Hekzanoik asit, 2-metil-	65	Turbo	350	Kek	54000
				Kek+Balık	60473
				Balık	30919
				Kek	-
Hekzanoik asit	65	Turbo	350	Kek+Balık	37171
				Balık	-
				Kek	20647
				Kek+Balık	30514
Karbon dioksit	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	27000
				Kek+Balık	31068
				Balık	-
Aseton	65	Turbo	350	Kek	48176
				Kek+Balık	48267
				Balık	-
				Kek	45529
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	65	Turbo	350	Kek+Balık	46048
				Balık	-
				Kek	45529
				Kek+Balık	46048
Metil pentanoat (=Metil valerat)	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	45529
				Kek+Balık	46048
				Balık	-

Çizelge 4.18. devamı

Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	42353
				Kek+Balık	47712
Heptanon (2-) (=Amil metil keton)	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	22765
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	69353
				Kek+Balık	85438
Benzen, 1-kloro-2-metil-	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	59294
				Kek+Balık	41887
N-asetil izoksazolidin	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	31235
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	36529
				Kek+Balık	41610
Bütirik asit	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	40235
				Kek+Balık	42164
1-Bütanol	65	Turbo	350	Balık	-

Çizelge 4.18. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	50486
Pentasiloksan, dodekametil-	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	22192
				Balık	-
Hekzadekan	65	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	35507
Pentanoik asit	65	Turbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	33842
				Balık	-
Propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester	65	Turbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	35507

65 L turbo fonksiyon 450°C rezistant sıcaklığında saptanan aroma bileşenlerine bakıldığında kek, balık ve kek+balık örneklerinde internal standart ile beraber toplam 41 adet aroma bileşiği saptanmıştır (Çizelge 4.19). Metanamin, N,N-dimetil- (26069 µg/kg), propanal (24207 µg/kg), siklotrisiloksan, hekzametil- (32586 µg/kg), 2,4-oktadien (40966 µg/kg), trans,trans-2,4-hekzadienal (27466 µg/kg), pentadion (2,3-) (33052 µg/kg), hekzanal (32586 µg/kg), 1-penten-3-ol (53534 µg/kg), heptanon (3-metil-4-) (31190 µg/kg), pentenol (2Z) (31655 µg/kg), N-asetil izoksazolidin, (21879 µg/kg), eikosan (27466 µg/kg) ve nonadekan (34914 µg/kg) sadece balık örneklerinde tespit edilen aroma maddeleridir. 65 L turbo 450°C pişirme fonksiyonunda balıkta en yüksek miktarda saptanan aroma bileşeni 1-penten-3-ol olup miktarı 53534 µg/kg'dır.

Aynı pişirme parametrelerinde farklı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinin her ikisinde de görülen aroma bileşenlerinden (kek+balıkta olmayan) 2,2-dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan balıkta 47483 µg/kg, kekte 53675 µg/kg; 3-pentanol balıkta 30259 µg/kg, kekte 33669 µg/kg; metil-2-metilbütirat balıkta 30259 µg/kg, kekte 37084 µg/kg ve benzen, 1-kloro-2-metil- balıkta 37707 µg/kg, kekte 49771 µg/kg miktarında görülmüştür. Bu bileşenler hem kek aromasında hem de balık aromasında ortak olarak saptanan bileşenlerdir.

Tespit edilen aroma maddelerinin bir kısmı ayrı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde tespit edildiği gibi, eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinde de (her üçünde de) tespit edilmiştir. Bu aroma komponentlerine bakıldığında metil-2-metilbütirat balıkta 30259 µg/kg, kekte 37084 µg/kg görülürken kek+balıkta 30434 µg/kg miktarında görülmüştür. Benzen, 1-kloro-2-metil- balıkta 37707 µg/kg, kekte 49771 µg/kg miktarında iken kek+balık örneklerinde daha fazla miktarda (50098

µg/kg) bulunmuştur.

Balıkta tespit edilen aroma maddelerinden aseton, benzen, 1-kloro-4-metil-, valerik asit, hekzanoik asit, 2-metil- ve izovalerik asit kek örneklerinde görülmezken; kek+balık örneklerinde görülmüştür. Bu durum 65 L turbo 450 °C pişirme fonksiyonunda balık üzerinden keke balık aroması absorbe olduğunu göstermektedir ve bu 5 bileşen balıgımsı tat/aromanın hissedilmesinden sorumludur. Aseton balıkta 22345 µg/kg, kek+balıkta 22006 µg/kg; benzen, 1-kloro-4-metil- balıkta 50741 µg/kg, kek+balıkta 51503 µg/kg; valerik asit balıkta 27466 µg/kg, kek+balıkta 28092 µg/kg; hekzanoik asit, 2-metil- balıkta 30259 µg/kg, kek+balıkta 37457 µg/kg; izovalerik asit balıkta 33983 µg/kg, kek+balıkta 32306 µg/kg miktarında bulunmuştur. 65 L hacim 450°C rezistant sıcaklığı turbo fonksiyonda balıgımsı tat-aroma olarak en yoğun hissedilen ve miktarca en yüksek bulunan aroma bileşeninin benzen, 1-kloro-4-metil- olduğu görülmüştür (Çizelge 4.19).

Çizelge 4.19. Altmışbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Metanamin, N,N-dimetil-	65	Turbo	450	Balık	26069
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Propanal	65	Turbo	450	Balık	24207
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Aseton	65	Turbo	450	Balık	22345
				Kek	-
				Kek+Balık	22006
Siklotrisiloksan, heksametil-	65	Turbo	450	Balık	32586
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2,4-Oktadien	65	Turbo	450	Balık	40966
				Kek	-
				Kek+Balık	-
trans,trans-2,4-Hekzadienal	65	Turbo	450	Balık	27466
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	65	Turbo	450	Balık	35845
				Kek	28789
				Kek+Balık	26220

Çizelge 4.19. devamı

Pentadion (2,3-) (=Asetil propionil)	65	Turbo	450	Balık	33052
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Hekzanal	65	Turbo	450	Balık	32586
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Metil-2-metilbütirat	65	Turbo	450	Balık	30259
				Kek	37084
				Kek+Balık	30434
1-Penten-3-ol	65	Turbo	450	Balık	53534
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Heptanon, 2-metil-	65	Turbo	450	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (3-metil-4-)	65	Turbo	450	Balık	31190
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2,2-Dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan	65	Turbo	450	Balık	47483
				Kek	53675
				Kek+Balık	-
Benzen, 1-kloro-2-metil-	65	Turbo	450	Balık	37707

Çizelge 4.19. devamı

				Kek	49771
				Kek+Balık	50098
Pentenol (2Z-)	65	Turbo	450	Balık	31655
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	50741
Benzen, 1-kloro-4-metil-	65	Turbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	51503
				Balık	21879
				Kek	-
N-asetil izoksazolidin	65	Turbo	450	Kek+Balık	-
				Balık	30259
				Kek	33669
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	65	Turbo	450	Balık	27466
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	34914
Eikosan	65	Turbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	27466
				Kek	-
Nonadekan	65	Turbo	450	Kek+Balık	-
				Balık	27466
				Kek	-
				Kek+Balık	28092
Valerik asit	65	Turbo	450	Balık	27466
				Kek	-
				Kek+Balık	28092
				Balık	27466

Çizelge 4.19. devamı

Hekzanoik asit, 2-metil-	65	Turbo	450	Balık	30259
				Kek	-
				Kek+Balık	37457
İzovalerik asit (=İzopentanoik asit)	65	Turbo	450	Balık	33983
				Kek	-
				Kek+Balık	32306
2-Propanon	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	23422
				Kek+Balık	-
Borik asit, trimetil ester	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	48307
				Kek+Balık	40266
Pentanoik asit, metil ester	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	37572
				Kek+Balık	-
Heptanon (2-) (=Amil metil keton)	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	20006
				Kek+Balık	-
Heptanon (2-metil-4-)	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	28789
				Kek+Balık	32775
Benzen, 1-kloro-3-metil-	65	Turbo	450	Balık	-

Çizelge 4.19. devamı

				Kek	48795
				Kek+Balık	-
Asetik asit	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	40012
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Furfuril alkol	65	Turbo	450	Kek	30741
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	28301
Pentanoik asit	65	Turbo	450	Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	38548
				Kek+Balık	41202
Pentanoik asit, 2-metil-	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	27325
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Bütil bütirat	65	Turbo	450	Kek	51035
				Kek+Balık	50741
				Balık	-
				Kek	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	65	Turbo	450	Kek+Balık	51503
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	51503
Benzen, 1-kloro-4-metil-	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	51503
				Balık	-

Çizelge 4.19. devamı

Propandioik asit, (trimetilsilil)oksi]-, bis(trimetilsilil) ester	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	38393
2,3-Bütandiol, 2,3-dimetil-	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	33711
Hekzadekan	65	Turbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28561

65 L turbo fonksiyonda 550°C rezistant sıcaklığında pişirilen kek, balık ve kek+balık örneklerinde internal standart ile beraber toplam 45 adet aroma bileşiği saptanmıştır (Çizelge 4.20). Sadece balık örneklerinde saptanan toplam 13 aroma bileşeni vardır. Etil eter (17648 µg/kg), propanal (27151 µg/kg), 2-propanon (26698 µg/kg), 5,9-dodekadien-2-on, 6,10-dimetil-, (E,E))- (36654 µg/kg), bütanal, 2-metil- (34391 µg/kg), 3-metil-1,4-heptadien (34391 µg/kg), 1,4-heptadien, 3-metil- (40726 µg/kg), asetil propionil (40726 µg/kg), heptanon (3-metil-4-) (24436 µg/kg), metil 2,3-bis (trimetilsiloksi)-5-dötero fenil propionat (24436 µg/kg), bütanamit, 3-metil- (29866 µg/kg), hekzadekan (25793 µg/kg) ve valerik asit (27151 µg/kg) sadece balık örneklerinde tespit edilen maddeler olup bunlar arasında en yüksek miktarlar 1,4-heptadien, 3-metil- (40726 µg/kg) ve asetil propionil (40726 µg/kg) bileşegidir. 550°C resistant sıcaklığında her iki komponent de balık örneklerinde eşit miktarda saptanmıştır. Bu komponentleri sırasıyla yine eşit miktarlarda bütanal, 2-metil- (34391 µg/kg), 1,4-heptadien, 3-metil- (34391 µg/kg) bileşenleri izlemiştir. Sadece kek örneklerinde tespit edilen aroma komponentleri ise; karbon dioksit (22311 µg/kg), hekzan (N-) (20371 µg/kg), hekzan (25707 µg/kg), aseton (29102 µg/kg), siklotrisiloksan, heksametil- (32012 µg/kg), metil pentanoat (32497 µg/kg), bütıl bütanoat (36377 µg/kg), heptanon (2-metil-4-) (34437 µg/kg), 2-furankarboksaldehit (38802 µg/kg), 3-pentanol (31042 µg/kg), 6-amino-1,3,5-triazin-2,4(1H,3H)-dion (24737 µg/kg) ve hekzanoik asit, 2-metil- (43653 µg/kg) olarak bulunmuştur.

Aynı pişirme parametresinde ayrı zamanlarda pişirilen kek, balık ve eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinin hepsinde rastlanan aroma bileşenleri; 2-pentanon, metil-2-metilbütirat ve 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- bileşenleridir. Bu aroma komponentlerine bakıldığında 2-pentanon balıkta 44346

$\mu\text{g/kg}$, kekte 30072 $\mu\text{g/kg}$ miktarında iken kek ve balığın beraber pişirildiği kek örneklerinde (kek+balık) 34232 $\mu\text{g/kg}$ miktarında tespit edilmiştir. Balıkta 32581 $\mu\text{g/kg}$, kekte 33467 $\mu\text{g/kg}$ seviyesinde tespit edilen metil-2-metilbütirat kek+balık örneklerinde 32786 $\mu\text{g/kg}$ seviyesinde bulunmuştur. 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- ise balıkta 28282 $\mu\text{g/kg}$, kekte 54323 $\mu\text{g/kg}$, kek+balığın beraber pişirildiği kek örneklerinde 50625 $\mu\text{g/kg}$ miktarında tespit edilmiştir.

Yapılan duyuşal analizler sonucunda panelistler kek+balık örneklerinde tipik koku-aroma, balığımsı koku-aroma ve balığımsı tat açısından en düşük puanı 65 L turbo fonksiyonlar içerisinde 550°C rezistant sıcaklığına vermişlerdir. Kek örneklerinde balık aroması olduğunu belirtmişlerdir. Bu örneklerin daha az beğenilmesine ve balığımsı aromanın hissedilmesine neden olan aroma bileşenleri asetik asit ve pentanoik asit, 2-metil- bileşenleridir. Bu bileşenler 550°C’de sadece kek örneklerinde görülmezken, sadece balık örneklerinde ve balıkla birlikte eş zamanlı pişirilen kek örneklerinde görülmüştür. Asetik asit, balık örneklerinde 19458 $\mu\text{g/kg}$ miktarında iken eş zamanlı pişirilen kek+balık örnekleride miktarı 38089 $\mu\text{g/kg}$ olarak bulunmuştur. Benzer şekilde pentanoik asit, 2-metil- sadece balık örneklerinde 29413 $\mu\text{g/kg}$ miktarında tespit edilmiş ve kek+balık örneklerinde ise miktarı 37125 $\mu\text{g/kg}$ olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, 65 L turbo 550°C ısıtıcı yüzey sıcaklığında kek+balık örneklerinde duyuşal analizlerde belirtilen balığımsı tat/aromadan bu iki komponentin sorumlu olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.20. Altmışbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve turbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Etil eter (=Dietil eter)	65	Turbo	550	Balık	17648
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Propanal	65	Turbo	550	Balık	27151
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propanon	65	Turbo	550	Balık	26698
				Kek	-
				Kek+Balık	-
5,9-Dodekadien-2-on, 6,10-dimetil-, (E,E))-	65	Turbo	550	Balık	36654
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Bütanal, 2-metil-	65	Turbo	550	Balık	34391
				Kek	-
				Kek+Balık	-
1,4-Heptadien, 3-metil-	65	Turbo	550	Balık	40726
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	65	Turbo	550	Balık	44346

Çizelge 4.20. devamı

Asetil propionil	65	Turbo	550	Kek	30072
				Kek+Balık	34232
				Balık	36201
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Metil-2-metilbütirat	65	Turbo	550	Balık	32581
				Kek	33467
				Kek+Balık	32786
3-Heptanon, 2-metil-	65	Turbo	550	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (3-metil-4)	65	Turbo	550	Balık	24436
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	65	Turbo	550	Balık	28282
				Kek	54323
				Kek+Balık	50625
Benzen, 1-kloro-2-metil-	65	Turbo	550	Balık	27603
				Kek	41228
				Kek+Balık	30857
Metil 2,3-bis (trimetilsiloksi)-5-dötero fenil propionat	65	Turbo	550	Balık	18101
				Kek	-
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.20. devamı

Asetik asit	65	Turbo	550	Balık	19458
				Kek	-
				Kek+Balık	38089
Bütanamit, 3-metil-	65	Turbo	550	Balık	29866
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Hekzadekan	65	Turbo	550	Balık	25793
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Valerik asit	65	Turbo	550	Balık	27151
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-	65	Turbo	550	Balık	29413
				Kek	-
				Kek+Balık	37125
Karbon dioksit	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	22311
				Kek+Balık	-
Hekzan (N-)	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	20371
				Kek+Balık	-
Hekzan	65	Turbo	550	Balık	-

Çizelge 4.20. devamı

Aseton	65	Turbo	550	Kek	25707
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	29102
Siklotrisiloksan, heksametil-	65	Turbo	550	Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	32012
				Kek+Balık	-
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	43653
				Kek+Balık	53036
				Balık	-
Metil pentanoat (=Metil valerat)	65	Turbo	550	Kek	32497
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	36377
Bütil bütanoat (= Bütil bütirat)	65	Turbo	550	Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	34437
				Kek+Balık	-
Heptanon (2-metil-4-)	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	64994
				Kek+Balık	58339
				Balık	-
Benzen, 1-kloro-4-metil-	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	64994
				Kek+Balık	58339
				Balık	-

Çizelge 4.20. devamı

2-Furankarboksaldehit	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	38802
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	31042
				Kek+Balık	-
6-Amino-1,3,5-triazin-2,4(1H,3H)-dion	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	24737
				Kek+Balık	-
Bütirik asit	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	35650
				Kek+Balık	28929
Furfuril alkol	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	31042
				Kek+Balık	30375
Hekzanoik asit, 2-metil-	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	43653
				Kek+Balık	-
Aseton-oksim	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	26036
3-Metilbütiraldehit	65	Turbo	550	Balık	-

Çizelge 4.20. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	91607
Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	49179
1-Bütanol	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	47250
Oktanon (2-)	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	20250
4-Oktanon	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	35196
2-Propanon, 1-hidroksi-				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	44357
Trisiloksan, 1,1,1,5,5,5-hekzametil-3,3-bis[(trimetilsilil)oksi]-	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28446
2-Propanol, 2-metil-	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	35679

Çizelge 4.20. devamı

Hekzanoik asit	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	31821
Hekzil izobütanoat (= Hekzil izobütirat)	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	30857
İzobütil izobütirat	65	Turbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	32786

65 litrede pişirme fonksiyonu elektroturbo olarak değiştirildiğinde duyusal analizler kapsamında genel tat açısından en düşük puanları bu pişirme fonksiyonunun aldığı görülmüştür (45 L turbo, 45 L elektroturbo ve 65 L turbo fonksiyonları ile karşılaştırıldığında). Kek+balık örnekleri balıgımsı koku-aroma, balıgımsı tat ve genel kabul edilebilirlik açısından 5 üzerinde puanlar alarak panelistler tarafından beğenilmiştir. Ancak kek üzerinde balık aromasının hissedilmesine neden olan aroma komponentleri elektroturbo pişirme fonksiyonunda da görülmüştür.

65 L elektroturbo fonksiyon 350°C resistant sıcaklığında pişirilen örneklerde internal standart ile beraber toplam 48 farklı aroma komponenti tespit edilmiştir (Çizelge 4.21). Bu komponentler içerisinde propanal (24347 µg/kg), aseton-oksim (22006 µg/kg), 3,5-oktadien, (Z,Z)- (55717), N-etil-1,3-dithioizindolin (45416 µg/kg), asetil propionil (32306 µg/kg), pentanoik asit, metil ester (32775 µg/kg), pentan, 2,3-dimetil- (34179 µg/kg), 1-penten-3-ol (44012 µg/kg), pentenol (2Z-) (31370 µg/kg), benzen, 1-kloro-4-metil- (46821 µg/kg), nonadienal (2E,4E-) (35584 µg/kg), dekan (28561 µg/kg) ve eikosan (66486 µg/kg) sadece balık örneklerinde görülürken; heptan (19932 µg/kg), aseton (24173 µg/kg), 3-metilbütiraldehit (61068 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-, metil ester (42408 µg/kg), siklopentasiloksan, dekametil- (23749 µg/kg), heptanon (2-) (17387 µg/kg), heptanal (17812 µg/kg), bütül bütanoat (26717 µg/kg), 2-propanon, 1-hidroksi (32230 µg/kg), 2-propanol, 1-(2-metoksi-1-metiletoksi)- (20356 µg/kg) ve 2-propanol, 1-(2-metoksipropoksi)- (34351 µg/kg) ise sadece kek örneklerinde görülmüştür. Bununla beraber balık ve kek örneklerinde tespit edilmezken; sadece eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinde görülen aroma bileşenleri ise; karbon dioksit (24300 µg/kg), 2-

propanon (28856 µg/kg), borik asit, trimetil ester (57206 µg/kg), metil valerat (28856), benzen, 1-kloro-3-metil- (57713µg/kg), furfural (33919µg/kg), oktadekan (31388 µg/kg), bütirik asit (35438 µg/kg), hekzil bütanoat (32906 µg/kg), propanoik asit, 2-metil-, 2-metilpropil ester (34425 µg/kg) ve etil hekzanoik asit (2-) (28856 µg/kg) bileşenleridir.

Bazı aroma komponentleri aynı pişirme koşulları altında farklı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde tespit edilmiştir. Kek ve balık örneklerinde ortak olarak bulunan (kek+balıkta olmayan) bu komponentler ise; 1H-indol, 5-metil-2-fenil-, asetik asit ve valerik asit komponentleridir. 1H-indol, 5-metil-2-fenil- balıkta 33711 µg/kg, kekte 40712 µg/kg; asetik asit balıkta 21538 µg/kg, kekte 28838 µg/kg ve valerik asit balıkta 28092 µg/kg, kekte 25869 µg/kg miktarında tespit edilmiştir.

Tespit edilen aroma maddelerinin bir kısmı ayrı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde tespit edildiği gibi eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinde de görülmüştür. Bu bileşenlerden 2-pentanon balıkta 35584 µg/kg, kekte 30958 µg/kg miktarında görülürken; kek+balıkta daha düşük miktarda (30375 µg/kg) görülmüştür. Heptanon (3-metil-4-) balıkta 31370 µg/kg, kekte 25869 µg/kg miktarında iken; kek+balık örneklerinde daha fazla miktarda (36450 µg/kg) bulunmuştur. Benzer şekilde 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- komponenti de balıkta 55249 µg/kg, kekte 41136 µg/kg miktarında iken kek+balık örneklerinde daha fazla miktarda (62269 µg/kg) bulunmuştur. Bunlardan başka kek, balık ve kek+balık örneklerinin hepsinde görülen aroma bileşenleri metil-2-metilbütirat, benzen, 1-kloro-2-metil-, 3-pentanol, hekzanoik asit, 2-metil- ve hekzanoik asit bileşenleridir ve miktarları örnekler arasında değişkenlik göstermiştir.

65 L elektroturbo 350°C pişirme fonksiyonunda aynı hacimde eş zamanlı pişirme sonucu balıktan kek üzerine absorbe olan bileşenlere bakıldığında; sadece balıkta ve kek+balık örneklerinde ortak görülen komponent tespit edilmemiştir. Bu durum balıktan kek üzerine aroma geçişi olmadığını göstermektedir. Duyusal değerlendirme açısından bakıldığında da 65 L elektroturbo fonksiyonda 350°C’de balıkla eş zamanlı pişen kek örnekleri balıgımsı koku-aroma, balıgımsı tat ve genel kabul edilebilirlik açısından 5 üzerinde puanlar almış ve panelistler tarafından beğenilmiştir.



Çizelge 4.21. Altmışbeş litre hacim, 350°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Propanal	65	Elektroturbo	350	Balık	24347
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Aseton-oksim	65	Elektroturbo	350	Balık	22006
				Kek	-
				Kek+Balık	-
1H-indol, 5-metil-2-fenil-	65	Elektroturbo	350	Balık	33711
				Kek	40712
				Kek+Balık	-
3,5-Oktadien, (Z,Z)-	65	Elektroturbo	350	Balık	55717
				Kek	-
				Kek+Balık	-
N-etil-1,3-dithioizindolin	65	Elektroturbo	350	Balık	45416
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	65	Elektroturbo	350	Balık	35584
				Kek	30958
				Kek+Balık	30375

Çizelge 4.21. devamı

Asetil propionil	65	Elektroturbo	350	Balık	32306
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, metil ester	65	Elektroturbo	350	Balık	32775
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Metil-2-metilbütirat	65	Elektroturbo	350	Balık	30434
				Kek	27990
				Kek+Balık	37969
Pentan, 2,3-dimetil-	65	Elektroturbo	350	Balık	34179
				Kek	-
				Kek+Balık	-
1-Penten-3-ol	65	Elektroturbo	350	Balık	44012
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Heptanon, 2-metil-	65	Elektroturbo	350	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (3-metil-4-)	65	Elektroturbo	350	Balık	31370
				Kek	25869
				Kek+Balık	36450
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	65	Elektroturbo	350	Balık	55249

Çizelge 4.21. devamı

				Kek	41136
				Kek+Balık	62269
Benzen, 1-kloro-2-metil-	65	Elektroturbo	350	Balık	40266
				Kek	27565
				Kek+Balık	64800
				Balık	31370
Pentenol (2Z-)	65	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	46821
Benzen, 1-kloro-4-metil-	65	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	35584
Nonadienal (2E,4E-)	65	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	21538
Asetik asit	65	Elektroturbo	350	Kek	28838
				Kek+Balık	-
				Balık	30434
3-Pentanol	65	Elektroturbo	350	Kek	35199
				Kek+Balık	34931
				Balık	28561
Dekan	65	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	

Çizelge 4.21. devamı

Eikosan	65	Elektroturbo	350	Balık	66486
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Valerik asit	65	Elektroturbo	350	Balık	28092
				Kek	25869
				Kek+Balık	-
Hekzanoik asit, 2-metil-	65	Elektroturbo	350	Balık	38861
				Kek	27141
				Kek+Balık	48600
Hekzanoik asit	65	Elektroturbo	350	Balık	36520
				Kek	27565
				Kek+Balık	35438
Heptan	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	19932
				Kek+Balık	-
Aseton	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	24173
				Kek+Balık	-
3-Metilbütiraldehit	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	61068
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	65	Elektroturbo	350	Balık	-

Çizelge 4.21. devamı

				Kek	42408
				Kek+Balık	-
Siklopentasiloksan, dekametil-	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	23749
				Kek+Balık	-
Heptanon (2-) (=Amil metil keton)	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	17387
				Kek+Balık	-
Heptanal	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	17812
				Kek+Balık	-
Bütil bütanoat (= Bütil bütirat)	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	26717
				Kek+Balık	-
2-Propanon, 1-hidroksi-	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	32230
				Kek+Balık	-
2-Propanol, 1-(2-metoksi-1-metiletoksi)-	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	20356
				Kek+Balık	-
2-Propanol, 1-(2-metoksipropoksi)-	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	34351
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.21. devamı

Furfuril alkol	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	25445
				Kek+Balık	31894
Karbon dioksit	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	24300
2-Propanon	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28856
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	57206
Metil valerat	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28856
Benzen, 1-kloro-3-metil-	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	57713
Furfural	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	33919
Oktadekan	65	Elektroturbo	350	Balık	-

Çizelge 4.21. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	31388
Bütirik asit	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	35438
				Balık	-
Hekzil bütanoat	65	Elektroturbo	350	Kek	-
				Kek+Balık	32906
				Balık	-
				Kek	-
Propanoik asit, 2-metil-, 2-metilpropil ester	65	Elektroturbo	350	Kek+Balık	34425
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	34425
Etil hekzanoik asit (2-) (=2-Etil kaproik asit)	65	Elektroturbo	350	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28856
				Balık	-

Sıcaklığın 450°C'ye çıktığı 65 L elektroturbo modda çalışan fırında pişirilen örneklerde internal standart ile birlikte 44 farklı aroma komponenti tespit edilmiştir (Çizelge 4.22). Bu komponentlerden 13 tanesi sadece balık örneklerinde, 6 tanesi sadece kek örneklerinde, 6 tanesi de kek+balık örneklerinde (kek ve balık örneklerinde görülmeyen) görülmüştür. Sadece balık örneklerinde saptanan aroma bileşenleri metanaminyum, 1-karboksi-N,N,N-trimetil-, hidroksit, inner salt (40024 µg/kg), propanal (27635 µg/kg), siklotetrasiloksan, oktametil- (38594 µg/kg), asetil propionil (35735 µg/kg), hekzanal (51935 µg/kg), siklopentasiloksan, dekametil- (25729 µg/kg), 1-penten-3-ol (49076 µg/kg), pentenol (2Z-) (32400 µg/kg), penta fluoro propionik asit, 2-etilhekzil ester (32400 µg/kg), 2,3-bütandiol, 2,3-dimetil- (28588 µg/kg), undekan (30018 µg/kg), eikosan (30018 µg/kg) ve pentanoik asit, 2-metil- (32876 µg/kg) olmakla birlikte; sadece kek örneklerinde 2-piridinpropenoik asit, .alfa.-metil-.beta.-okso-, etil ester (21600 µg/kg), 2-propanon (29700 µg/kg), hidrazin, etil- (27000 µg/kg), bütül bütanoat (30240 µg/kg), izobütül izobütirat (31860 µg/kg) ve ipsdienol (31320 µg/kg) komponentleri tespit edilmiştir. Kek ve balık örneklerinde görülmeyip kek+balık örneklerinde görülen komponentler ise heptanon (2-metil-4-) (42120µg/kg), hekzanoik asit, thio-, S-bütül ester (82080 µg/kg), benzen, 1-kloro-4-metil- (66420 µg/kg), tetradekan (34560 µg/kg), silanamin, N-[2,6-dimetil-4-[(trimetilsilil)oksi]fenil]-1,1,1-trimetil- (66420 µg/kg) ve propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester (32400 µg/kg) olmak üzere toplam 6 adettir.

450°C'de kek, balık ve kek+balık örneklerinin üçünde de ortak olarak rastlanan bileşenler metil-2-metilbütirat, benzen, 1-kloro-2-metil-, bütirik asit, hekzanoik asit, 2-metil- olmak üzere 4 adettir. Metil-2-metil bütirat balıkta 30494 µg/kg olarak saptanırken; kekta (39420 µg/kg) ve kek+balıkta (39420 µg/kg) olarak

eşit miktarda saptanmıştır. Benzen, 1-kloro-2-metil- balıkta 50982 µg/kg, kekte 59400 µg/kg, kek+balıkta 73440 µg/kg; bütirik asit balıkta 27635 µg/kg, kekte 42120 µg/kg, kek+balıkta 44820 µg/kg; hekzanoik asit, 2-metil- balıkta 50982 µg/kg, kekte 49680 µg/kg, kek+balıkta 54540 µg/kg tespit edilmiştir. Bu 3 aroma komponentinin de kek+balıkta tespit edilen miktarı kek ve balıkta ayrı ayrı tespit edilen miktarından yüksek bulunmuştur.

65 L hacim 450°C resistant sıcaklığı elektroturbo pişirme fonksiyonu altında pişirilen örneklerde karbon dioksit balık örneklerinde 21441 µg/kg miktarında iken eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinde miktarı 24840 µg/kg olarak bulunmuştur. Benzer şekilde aseton balık örneklerinde 28588 µg/kg miktarında tespit edilmiş; kek+balık örneklerinde ise 30240 µg/kg olarak bulunmuştur. Dolayısıyla, pişirme parametrelerinin 45 L, elektroturbo ve 450°C olduğu kek+balık örneklerinde duyusal analizlerde belirtilen balıgımsı tat/aromadan bu iki komponentin (karbon dioksit ve aseton) sorumlu olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.22. Altmışbeş litre hacim, 450°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Karbon dioksit	65	Elektroturbo	450	Balık	21441
				Kek	-
				Kek+Balık	24840
Metanaminyum, 1-karboksi-N,N,N-trimetil-, hidroksit, inner salt	65	Elektroturbo	450	Balık	40024
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Propanal	65	Elektroturbo	450	Balık	27635
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Aseton	65	Elektroturbo	450	Balık	28588
				Kek	-
				Kek+Balık	30240
Siklotrisiloksan, hekzametil-	65	Elektroturbo	450	Balık	42882
				Kek	30240
				Kek+Balık	-
Siklotetrasiloksan, oktametil-	65	Elektroturbo	450	Balık	38594
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Asetil propionil	65	Elektroturbo	450	Balık	35735

Çizelge 4.22. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
Hekzanal	65	Elektroturbo	450	Balık	51935
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Metil-2-metilbütirat	65	Elektroturbo	450	Balık	30494
				Kek	39420
				Kek+Balık	39420
Siklopentasiloksan, dekametil-	65	Elektroturbo	450	Balık	25729
				Kek	-
				Kek+Balık	-
1-Penten-3-ol	65	Elektroturbo	450	Balık	49076
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3-Heptanon, 2-metil-	65	Elektroturbo	450	Balık	81000
				Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (3-metil-4-)	65	Elektroturbo	450	Balık	32400
				Kek	41580
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	65	Elektroturbo	450	Balık	50506
				Kek	76680
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.22. devamı

Benzen, 1-kloro-2-metil-	65	Elektroturbo	450	Balık	50982
				Kek	59400
				Kek+Balık	73440
Pentenol (2Z-)	65	Elektroturbo	450	Balık	32400
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Benzen, 1-kloro-3-metil-	65	Elektroturbo	450	Balık	60988
				Kek	62100
				Kek+Balık	-
Asetik asit	65	Elektroturbo	450	Balık	34782
				Kek	43200
				Kek+Balık	-
Pentafluoropropionik asit, 2-etilhekzil ester	65	Elektroturbo	450	Balık	29065
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2,3-Bütandiol, 2,3-dimetil-	65	Elektroturbo	450	Balık	28588
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Undekan	65	Elektroturbo	450	Balık	30018
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Eikosan	65	Elektroturbo	450	Balık	43835

Çizelge 4.22. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
Bütirik asit	65	Elektroturbo	450	Balık	27635
				Kek	42120
				Kek+Balık	44820
				Balık	32876
Pentanoik asit, 2-metil-	65	Elektroturbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	35259
				Kek	49680
Hekzanoik asit, 2-metil-	65	Elektroturbo	450	Kek+Balık	54540
				Balık	-
				Kek	21600
				Kek+Balık	-
2-Piridinpropenoik asit, .alfa.-metil-.beta.-okso-, etil ester	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	29700
				Kek+Balık	-
				Balık	-
2-Propanon	65	Elektroturbo	450	Kek	53460
				Kek+Balık	56700
				Balık	-
				Kek	39420
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	65	Elektroturbo	450	Kek+Balık	37260
				Balık	-
				Kek	39420
				Kek+Balık	37260
2-Pentanon	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	39420
				Kek+Balık	37260
				Balık	-

Çizelge 4.22. devamı

Metil pentanoat (=Metil valerat)	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	34560
				Kek+Balık	32400
Hidrazin etil-	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	27000
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	37260
				Kek+Balık	40500
Furfuril alkol	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	33480
				Kek+Balık	34020
Valerik asit	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	32940
				Kek+Balık	32940
İzovalerik asit(=İzopentanoik asit)	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	39960
				Kek+Balık	37800
Bütil bütanoat (= Bütil bütirat)	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	30240
				Kek+Balık	-
İzobütil bütirat	65	Elektroturbo	450	Balık	-

Çizelge 4.22. devamı

				Kek	31860
				Kek+Balık	-
İpsdienol	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	31320
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Heptanon (2-metil-4-)	65	Elektroturbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	42120
				Balık	-
				Kek	-
Hekzanoik asit, thio-, S-bütil ester	65	Elektroturbo	450	Kek+Balık	82080
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	66420
Benzen, 1-kloro-4-metil-	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	24300
				Balık	-
Silanamin, N-[2,6-dimetil-4-[(trimetilsilil)oksi]fenil]-1,1,1-trimetil-	65	Elektroturbo	450	Kek	-
				Kek+Balık	34560
				Balık	-
				Kek	-
Tetradekan	65	Elektroturbo	450	Kek+Balık	32400
				Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	32400
Propanoik asit, 2-metil-, 3-hidroksi-2,4,4-trimetilpentil ester	65	Elektroturbo	450	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	32400

65 L elektroturbo fonksiyonda resistant sıcaklığı 550°C'ye çıkarıldığında kek, balık ve kek+balık örneklerinde tespit edilen aroma komponentleri ve miktarları Çizelge 4.23'te gösterilmiştir. Bu pişirme fonksiyonunda internal standart ile birlikte toplam 30 adet aroma komponenti tespit edilmiştir. Sadece balık örneklerinde tespit edilen aroma komponentleri siklotrisiloksan, hekzametil- (33243 µg/kg), 3,5-oktadien, (Z,Z)- (33243 µg/kg), pentadion (2,3-) (34179 µg/kg), hekzanal (32306 µg/kg), 1-penten-3-ol (48694 µg/kg), heptanon (2-metil-4-) (30434 µg/kg), pentenol (2Z-) (30902 µg/kg), 2-metil-1,4-bis (trimetilsiloksi) bütan (20601 µg/kg), 2,3-bütandiol, 2,3-dimetil- (30902 µg/kg) ve eikosan (28561 µg/kg) olup; en yüksek miktar 1-penten-3-ol (48694 µg/kg)'de, en düşük miktar ise 2-metil-1,4-bis (trimetilsiloksi) bütan (20601 µg/kg)'da tespit edilmiştir. 15 adet aroma bileşeni sadece tek başına pişirilen kek örneklerinde görülmüş başka hiçbir örnekte rastlanmamıştır. Bu bileşenler heptan (19932 µg/kg), aseton (24173 µg/kg), 1H-indol, 5-metil-2-fenil- (40712 µg/kg), 3-metil bütiraldehit (61068 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-, metil ester (42408 µg/kg), siklopentasiloksan, dekametil- (23749 µg/kg), heptanal (17387 µg/kg), bütül bütanoat (26717 µg/kg), heptanon (3-metil-4-) (25869 µg/kg), 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- (41136 µg/kg), 2-propanon, 1-hidroksi- (32230 µg/kg), asetik asit (28838 µg/kg), 2-propanol, 1-(2-metoksi-1-metiletoksi)- (20356 µg/kg), 3-pentanol (35199 µg/kg) ve 2-propanol, 1-(2-metoksipropoksi)- (34351 µg/kg) olarak tespit edilmiştir. 3-metil bütiraldehit (61068 µg/kg), pentanoik asit, 2-metil-, metil ester (42408 µg/kg) ve 1H-indol, 5-metil-2-fenil- (40712 µg/kg) sırasıyla kek örneklerinde en fazla tespit edilen komponentler olup, kek aromasının oluşmasından sorumludur.

Diğer pişirme parametrelerinde olduğu gibi bazı komponentler farklı zamanlarda pişirilen kek ve balık örneklerinde ve aynı zamanda eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinin her üçünde de ortak olarak tespit edilmiştir. Bu aroma komponentlerine bakıldığında 2-pentanon balıkta 33711 µg/kg, kekte 30958 µg/kg miktarında iken kek+balığın beraber pişirildiği kek örneklerinde daha az seviyede (27799 µg/kg) bulunmuştur. 2-pentanon'un aksine metil-2-metilbütirat balıkta 30902 µg/kg, kekte 27990 µg/kg miktarında iken kek+balık örneklerinde daha fazla miktarda (35947 µg/kg) bulunmuştur. Benzer şekilde valerik asit de kek+balıkta (28278 µg/kg), kek (25869 µg/kg) ve balık (27624 µg/kg) örneklerine göre daha yüksek miktarda saptanmıştır. Benzen, 1-kloro-2-metil-komponenti ise balıkta 36988 µg/kg, kekte 27565 µg/kg, kek+balıkta 34030 µg/kg tespit edilerek miktarı örnekler arasında değişkenlik göstermiştir.

65 L elektroturbo pişirme fonksiyonu 550°C rezistant sıcaklığında aynı hacimde eş zamanlı pişirme sonucu balıktan kek üzerine absorbe olan bileşenlere bakıldığında; 2-propanon,2,2-dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan,pentanoik asit, 2-metil- ve izovalerik asit olmak üzere 5 komponentin balıgımsı tat ve aromadan sorumlu olabileceği görülmüştür. Çünkü bu komponentler kek örneklerinde görülmeyip kek aromasını yansıtmayan, sadece balık ve kek+balık örneklerinde görülerek kekin doğal aroma profilinin değişmesine neden olan komponentlerdir. Bu bileşenlerden 2-propanon balıkta 33243 µg/kg, kek+balıkta 23006 µg/kg; 2,2-dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan balıkta 45416 µg/kg, kek+balıkta 49367 µg/kg; pentanoik asit, 2-metil-balıkta 29965 µg/kg, kek+balıkta 33550 µg/kg; izovalerik asit balıkta 31838 µg/kg, kek+balıkta 31633 µg/kg miktarında tespit edilmiştir. 65 L elektroturbo 550°C'de pişen kek+balık örneklerinde en yüksek miktarda saptanan komponent 2,2-dimetil-

4,6-diokso-1,3-dioksan (49367 µg/kg) olup balğımsı koku-aroma ve balğımsı tadın oluşmasından sorumlu olabileceğı düşünölmektedir. Bu pişirme fonksiyonunda balıktan kek üzerine absorbe olduğı düşünölen aroma komponentleri sayısının fazla olması, duyuşal açıdan da bu örneklerin balğımsı tat, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik bakımından diğır sıcaklık derecelerine göre daha düşük puan almalarına neden olmuştur.



Çizelge 4.23. Altmışbeş litre hacim, 550°C sıcaklık ve elektroturbo fonksiyonda tespit edilen aroma komponentleri.

Aroma bileşeni	Fırın hacmi	Piştirme fonksiyonu	Piştirme sıcaklığı	Piştirme kombinasyonu	Miktar (µg/kg)
Siklopropan, 1,2-dimetil-, trans-	65	Elektroturbo	550	Balık	23410
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Propanal	65	Elektroturbo	550	Balık	24347
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Propanon	65	Elektroturbo	550	Balık	33243
				Kek	-
				Kek+Balık	23006
Siklotrisiloksan, hekzametil-	65	Elektroturbo	550	Balık	33243
				Kek	-
				Kek+Balık	-
3,5-Oktadien, (Z,Z)-	65	Elektroturbo	550	Balık	38393
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Pentanon	65	Elektroturbo	550	Balık	33711
				Kek	30958
				Kek+Balık	27799
Pentadion (2,3-) (=Asetil propionil)	65	Elektroturbo	550	Balık	34179

Çizelge 4.23. devamı

				Kek	-
				Kek+Balık	-
Hekzanal (=Kaproaldehit)	65	Elektroturbo	550	Balık	32306
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	30902
Metil-2-metilbütirat	65	Elektroturbo	550	Kek	27990
				Kek+Balık	35947
1-Penten-3-ol	65	Elektroturbo	550	Balık	48694
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	81000
3-Heptanon, 2-metil-	65	Elektroturbo	550	Kek	81000
				Kek+Balık	81000
Heptanon (2-metil-4-)	65	Elektroturbo	550	Balık	30434
				Kek	-
				Kek+Balık	-
				Balık	45416
2,2-Dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan	65	Elektroturbo	550	Kek	-
				Kek+Balık	49367
Benzen, 1-kloro-2-metil-	65	Elektroturbo	550	Balık	36988
				Kek	27565
				Kek+Balık	34030

Çizelge 4.23. devamı

Pentenol (2Z-)	65	Elektroturbo	550	Balık	30902
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2-Metil-1,4-bis(trimetilsiloksi)bütan	65	Elektroturbo	550	Balık	20601
				Kek	-
				Kek+Balık	-
2,3-Bütandiol, 2,3-dimetil-	65	Elektroturbo	550	Balık	30902
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Eikosan	65	Elektroturbo	550	Balık	28561
				Kek	-
				Kek+Balık	-
Valerik asit	65	Elektroturbo	550	Balık	27624
				Kek	25869
				Kek+Balık	28278
Pentanoik asit, 2-metil-	65	Elektroturbo	550	Balık	29965
				Kek	-
				Kek+Balık	33550
İzovalerik asit (=İzopentanoik asit)	65	Elektroturbo	550	Balık	31838
				Kek	-
				Kek+Balık	31633

Çizelge 4.23. devamı

Heptan	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	19932
				Kek+Balık	-
Aseton	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	24173
				Kek+Balık	-
1H-indol, 5-metil-2-fenil-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	40712
				Kek+Balık	-
3-Metil bütiraldehit	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	61068
				Kek+Balık	-
Pentanoik asit, 2-metil-, metil ester	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	42408
				Kek+Balık	-
Siklopentasiloksan, dekametil-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	23749
				Kek+Balık	-
Heptanon (2-) (=Amil metil keton)	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	17387
				Kek+Balık	-

Çizelge 4.23. devamı

Heptanal	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	17812
				Kek+Balık	-
Bütil bütanoat (= Bütil bütirat)	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	26717
				Kek+Balık	-
Heptanon (3-metil-4-)	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	25869
				Kek+Balık	-
2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	41136
				Kek+Balık	-
2-Propanon, 1-hidroksi-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	32230
				Kek+Balık	-
Asetik asit	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	28838
				Kek+Balık	-
2-Propanol, 1-(2-metoksi-1-metiletoksi)-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	20356
				Kek+Balık	-
3-Pentanol	65	Elektroturbo	550	Balık	-

Çizelge 4.23. devamı

				Kek	35199
				Kek+Balık	-
2-Propanol, 1-(2-metoksipropoksi)-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	34351
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Furfuril alkol	65	Elektroturbo	550	Kek	25445
				Kek+Balık	29716
				Balık	-
				Kek	-
Hekzanoik asit, 2-metil-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	27141
				Kek+Balık	-
				Balık	-
Hekzanoik asit	65	Elektroturbo	550	Kek	27565
				Kek+Balık	-
				Balık	-
				Kek	-
Borik asit (H₃BO₃), trimetil ester	65	Elektroturbo	550	Kek+Balık	47929
				Balık	-
				Kek	-
				Balık	-
Oktanon (2-)	65	Elektroturbo	550	Kek+Balık	18692
				Balık	-
				Kek	-
				Balık	-
4-Oktanon	65	Elektroturbo	550	Kek+Balık	34030
				Balık	-
				Kek	-

Çizelge 4.23. devamı

Benzen, 1-kloro-4-metil-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	55598
Furfural	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	28757
2-Propanol, 2-metil-	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	35467
Bütirik asit	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	38822
Hekzil bütanoat	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	27799
İzobütil izobütirat	65	Elektroturbo	550	Balık	-
				Kek	-
				Kek+Balık	29237

Çalışma kapsamında belirlenen en temel hedeflerden biri de balıkta tespit edilen aroma komponentlerden hangisi ya da hangilerinin kek+balık örneklerinde tespit edilebileceğinin belirlenmesidir. Balık ile kekin eş zamanlı aynı hacimde pişirilmesi sonucu balıktan kek üzerine aroma geçişi olup olmadığının belirlenmesi amacıyla yapılan aroma analizi çalışmaları kısaca özetlenecek olursa; hangi aroma komponentlerinin kek üzerine absorbe olduğu turbo fonksiyon için Çizelge 4.24'te, elektroturbo fonksiyon için Çizelge 4.25'te gösterilmiştir.

Çizelge 4.24. Turbo fonksiyonda farklı hacim ve farklı sıcaklıklarda balıktan keke geçen aroma komponentleri.

Sıcaklık (°C)	TURBO	
	45 Litre	65 Litre
350	Benzen, 1-kloro-2-metil- Valerik asit	Benzen, 1-kloro-4-metil- Hekzanoik asit
450	2-Pentanon	Aseton Benzen, 1-kloro-4-metil- Valerik asit Hekzanoik asit, 2-metil- İzovalerik asit (=İzopentanoik asit)
550	2-Pentanon Metil-2-metilbütirat 2-Propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)- Benzen, 1-kloro-2-metil- 3-Pentanol	Asetik asit Pentanoik asit, 2-metil-

Çizelge 4.25. Elektroturbo fonksiyonda farklı hacim ve farklı sıcaklıklarda balıktan keke geçen aroma komponentleri.

Sıcaklık (°C)	ELEKTROTURBO	
	45 Litre	65 Litre
350	2-Pentanon Bütil bütirat	-----
450	Pentanoik asit, 2-metil-	Karbon dioksit Aseton
550	-----	2-Propanon 2,2-Dimetil-4,6-diokso-1,3-dioksan Pentanoik asit, 2-metil- İzovalerik asit (=İzopentanoik asit)

BÖLÜM 5

SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde çalışan nüfusun ve iş yoğunluğunun artması nedeniyle, mutfakta gıda ürünlerinin hazırlanmasında harcanan sürenin kısılması söz konusu olmakta ve pişirme için harcanan ekstra zaman önemli hale gelmektedir. Bu nedenle, tüm diğer teknolojiler gibi gıda işlemede de ürünlerin yüksek kalite ve standart formda olmasını sağlayacak, enerji ve zamandan tasarruf edilebilecek yeni teknolojiler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Gıda endüstrisinde enerji ve zamandan tasarruf amacıyla hızlı pişirme yöntemleri ve pişirme sırasında aroma/koku maddelerinin karışmasını engelleyecek şekilde dizayn edilen fırınlarda aynı anda iki ya da üç rafta farklı gıdalar pişirilmesi büyük önem taşımaya başlamıştır.

Çalışma kapsamında, kek ve balık gibi aroma profili farklı ürünlerin eş zamanlı pişirilmesine olanak sağlayacak fırın pişirme şartlarının parametrik olarak incelenmesi ve bu şartlara uygun bir fırın tasarımının geliştirilmesi amacıyla araştırma yapılmıştır. Daha önce yapılan çalışmalara bakılacak olursa, aynı hacimde pişirilen farklı gıdaların kokularının karışmasının önlenmesine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, fırında pişirme etkinliği açısından aroma/koku profilleri farklı olan ürünlerde hangi şartlar altında kokuların birbirlerine karıştığının tespit edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla, kek ve balık gibi kuvvetli aromaya sahip ürünlerde fırında eş zamanlı pişirme esnasında kokuların birbirine karışmasını

engellemek için etkin pişirme metotları belirlenmeye ve kokularının karışmasını önleme yöntemleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu amaçla, pişirme sırasında pişirme parametrelerinin ürünün özellikleri üzerindeki etkisini araştırmak için renk, tekstür, aroma ve duyuşal özellikler gibi önemli parametreler ölçülmüştür.

Elde edilen bulgular ışığında, genel olarak farklı pişirme parametrelerinde eş zamanlı pişirmenin gıda ürünlerinin renk, tekstür, aroma ve duyuşal özelliklerine etkisi ve ilişkisi bulunmuştur. Tek başına pişirilen kek örneklerinde pişirme parametrelerinin renk üzerine etkisi incelendiğinde, sıcaklık (350, 450 ve 550°C) hacim (45 ve 65 L) ve pişirme fonksiyonuna (turbo ve elektroturbo) bağlı olarak renk değerlerinde değişim gözlemlendiği görülmüştür. Kek örneklerinde hacim artışına bağlı olarak (45 litreden 65 litreye çıkıldığında), genel olarak “L*” ve “b*” değerlerinde azalış gözlenirken, “a*” değerinde artış gözlenmiştir. Sıcaklığın renk değişimine etkisi değerlendirildiğinde; belirli hacimde turbo fonksiyonda sıcaklık artışına bağlı olarak “L*” ve “a*” değerinde önce artış sonra azalış gözlenirken, “b*” değeri çok fazla değişim göstermemiştir. Elektroturbo fonksiyonlarda ise sıcaklık arttıkça “a*” değerinin de arttığı görülmektedir. “L*” ve “b*” değerlerinde ise pişirme fonksiyonu ve sıcaklık değişimine bağlı olarak düzenli bir azalış ya da artış görülmemiş, düzensiz bir değişim göstermiştir. Pişirme fonksiyonunun renk üzerindeki etkisi incelendiğinde; 45 L hacimli fırınlarda turbo ve elektroturbo fonksiyonları arasında 450 ve 550°C’de “L*” ve “a*” değerlerinde önemli farklılık bulunmuş ($p \leq 0.05$); diğer pişirme kombinasyonlarında farklılık bulunmamıştır ($p > 0.05$). Fırın hacmi 65 L olduğunda pişirme fonksiyonunun renk üzerindeki etkisine bakıldığında, sadece 550°C sıcaklıkta “a*” değerinde turbo ve elektroturbo pişirme fonksiyonları arasındaki farklılık önemli bulunmuştur ($p \leq 0.05$).

Yapılan çalışmada tek başına pişirilen kek örneklerinde pişirme parametrelerindeki değişimin keklerin tekstürü üzerine de etkili olduğu görülmüştür. Genel olarak keklerin sertliği, hacim ve pişirme fonksiyonu sabit kaldığında artan rezistant sıcaklığına paralel olarak artış göstermiştir. Benzer şekilde, sıcaklık ve pişirme fonksiyonu sabit kaldığında, hacim artışına bağlı olarak da keklerin sertliğinde artış gözlenmiştir. Pişirme fonksiyonunun sertlik üzerine etkisi değerlendirildiğinde, 45 L hacimli fırınlarda fırının pişirme fonksiyonu keklerin sertliği üzerinde etkili iken ($p \leq 0.05$); 65 L fırınlarda etkili bulunmamıştır ($p > 0.05$).

Pişirme parametrelerinin esneklik üzerine etkisine bakılacak olursa yapılan çalışmada sıcaklık artışı ile birlikte esneklikte azalış görülmüştür. Pişirme fonksiyonun esneklik üzerine etkisi değerlendirildiğinde 45 L fırınlarda turbo ve elektroturbo fonksiyonları arasındaki fark önemli iken ($p \leq 0.05$); 65 L fırınlarda önemli bulunmamıştır ($p > 0.05$). Hacim etkisine bakıldığında 45 ve 65 L turbo fırınlar istatistiksel açıdan farklı değilken ($p > 0.05$); 45 ve 65 L elektroturbo fırınlarda keklerin esneklik değerleri de farklılık göstermiştir ($p \leq 0.05$).

Eş zamanlı pişirilen kek ve balık örnekleri duyuusal özellikler açısından incelendiğinde pişirme parametrelerindeki değişimin keklerin genel beğeni puanlarını etkilediği tespit edilmiştir. Hacim, sıcaklık ve pişirme fonksiyonundaki değişimler değerlendirme kriterlerini değişken şekilde etkilemiş, bazılarının beğenilmesine bazılarının ise beğenilmemesine neden olmuştur. Genel olarak değerlendirme kriterlerine verilen puanların 5 üzerinde olduğu ve panelistler tarafından beğenildiği görülmüştür. Balıgımsı koku-aroma ve balıgımsı tat açısından da örnekler yüksek puan almışlardır; fakat bazı pişirme parametrelerinde puanlarda düşüş gözlenmiş ve balıgımsı aromanın hissedildiği gözlenmiştir. En düşük duyuusal

puanları tekstür olarak en az beğenilen özellik olmuştur. Bu durumun nedeni olarak araştırma kapsamında pişirilen kek örneklerinin Türk damak tadı kek yumuşaklığından uzak olup, Alman usulü sert kek yapısında olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada aroma analizleri kapsamında bulunan veriler ışığında, aynı hacimde eş zamanlı pişirme esnasında balıktan kek üzerine aroma geçişi olduğu görülmüştür. Aynı zamanlarda pişirilen kek, balık ve aynı hacimde eş zamanlı pişirilen kek+balık örneklerinde tespit edilen aroma bileşenleri üzerine farklı pişirme parametrelerinin etkisi olduğu görülmüş ve değişen parametrelerde balıktan kek üzerine absorbe olan bileşenler değişmiştir. Eş zamanlı pişirme esnasında balık etkisiyle kekin aroma profilini değiştiren bileşenlere bakılacak olursa; 45 L turbo fonksiyonda 350°C’de benzen, 1-kloro-2-metil- ve valerik asit; 450°C’de 2-pentanon; 550°C’de 2-pentanon, metil-2-metilbütirat, 2-propenoik asit, 3-etoksi-, etil ester, (E)-, benzen, 1-kloro-2-metil- ve 3-pentanol olduğu tespit edilmiştir. 45 L elektroturbo fonksiyonda ise 350°C’de 2-pentanon ve bütiril bütirat; 450°C’de pentanoik asit, 2-metil- bileşeni tespit edilirken 550°C’de balıktan kek üzerine aroma geçişi görülmemiştir. Benzer şekilde 65 L elektroturbo fonksiyonda 350°C resistant sıcaklığında da balıktan kek üzerine absorbe olan aroma bileşeni bulunmamıştır. 65 L elektroturbo fonksiyonda diğer sıcaklıklara bakılacak olursa, 450°C resistant sıcaklığında ise karbon dioksit ve aseton; 550°C’de 2-propanon, 2,2-dimetil-4,6-dioks-1,3-dioksan, 2,2-dimetil-4,6-dioks-1,3-dioksan, pentanoik asit, 2-metil-, izovalerik asit aroma bileşenleri saptanmıştır. 65 L turbo pişirme fonksiyonuna bakıldığında kek profilini değiştiren en fazla aroma bileşeni bu fonksiyonda saptanmıştır. 350°C’de benzen, 1-kloro-4-metil- ve heksanoik asit;

450°C’de aseton, benzen, 1-kloro-4-metil-, valerik asit, hekzanoik asit, 2-metil- ve izovalerik asit; 550°C’de ise asetik asit ve pentanoik asit, 2-metil- tespit edilmiştir. Bu bilgiler eşliğinde, balıktan kek üzerine aroma geçişi olmayan 45 L elektroturbo 550°C ve 65 L elektroturbo 350°C pişirme parametrelerinin aynı hacimde eş zamanlı pişirme için uygun parametreler olduğu düşünülebilir. Turbo fırınlarla karşılaştırıldığında elektroturbo fırınların aroma migrasyonunda daha etkili olmasının nedeni olarak, elektroturbo fırınlarda havanın fırın içerisindeki sirkülasyonu gösterilebilir. 350°C’de resistant sıcaklığı çok yüksek olmadığı için balıktan keke geçebilen bazı maddelerin migrasyonu için yeterli derecede yüksek olmayabilir; keza yüksek sıcaklıkta ise bu maddelerin fırın içerisinde veya yüzeyinde yanması/yapışması söz konusu olabilir, bu nedenle bu maddelerin fırın içerisinde serbest dolaşımı engellenmiş olabilir.

Daha önce yapılan çalışmalara bakılacak olursa, gıdaların aynı hacimde eş zamanlı pişirilmesi ve kokularının karışmasının önlenmesine yönelik çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle elde edilen sonuçları daha önce yapılan çalışmalarla karşılaştırmak mümkün değildir. Fakat, çalışma kapsamında kek ve balıkta tespit edilen aroma komponentleri daha önceki çalışmalar ile benzerlik göstermektedir. Ancak çok yüksek sıcaklıklarda bazı aroma komponentlerinin yanmasına bağlı olarak bir kısmının baskılandığı ya da kekta kabuk benzeri yapı oluşumu nedeniyle farklı aroma komponentlerinin oluştuğu gözlenmiştir. Kek örneklerinde saptanan furanik bileşenler (furfuril alkol, furfural vb.), strecker aldehitleri (2-metil bütanal vb.) ve lipid degradasyonuna bağlı olarak oluşan bileşenler (2-etil furan, hekzanal vb.) Rega ve ark. (2009) tarafından keklerde aroma bileşenleri saptanmasına yönelik yapılan çalışmayla örtüşmektedir. Hamside bulunan aroma komponentlerine yönelik

doğrudan çalışma bulunmamakla birlikte, çalışma kapsamında saptanan aroma komponentleri balığın doğal aromasına uygunluk göstermektedir. Daha önceki çalışmalarda aldehitler, azotlu bileşikler, alkoller, laktonlar, ketonlar, esterler, terpen bileşikleri, kükürtlü bileşikler ve asitler balıklarda uçucu aroma komponentleri olarak saptanmıştır. Çayhan (2009) tarafından kefal balığında yapılan çalışmaya benzer olarak hamsi örneklerinde de birçok pişirme parametresinde hekzanal aldehiti, 1 penten-3-ol gibi alkol bileşikler, 2-pirolidinon gibi azotlu bileşikler, 2,3-pentadion gibi ketonlar saptanmıştır. 45 L 350°C elektroturbo pişirme fonksiyonunda saptanan limonen gibi terpen bileşikler balıkların kendi vücutlarında sentezlenmeyip besin maddesi olarak tükettiği bitkisel materyallerden yani çevresel faktörler sonucu oluşan aroma maddeleridir. Ayrıca aroma analizlerinde tespit edilen 2-penten ve 3,5-oktadien, (Z, Z)- gibi alken bileşikler ve hekzanoik asit, valerik asit, bütirik asit, asetik asit ve pentanoik asit gibi asit bileşikler de önceki çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Önceki çalışmalarda hekzanoik asit çipura ve tütsülenmiş alabalıkta (Guillen ve ark., 2002) ve tütsülenmiş kılıç balığında (*Xiphias gladius*) belirlenmiştir (Guillen ve ark., 2005). Morita ve ark. (2003) tarafından 16 farklı çeşit balıkta saptanan aroma komponentleri de (furfuril alkol, aseton, oktanoik asit, undekanal, 3-metil bütanol vb.) yapılan çalışma ile örtüşmektedir. Bu çalışma kapsamında ayrıca daha önce literatürde rapor edilmeyen karbon dioksit oluşumu gözlenmiştir. Karbon dioksit, aroma maddesi olarak değerlendirilmediği için literatürde rapor edilmemiş olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle karbon dioksit uçucu bileşen olarak çalışma kapsamında rapor edilmiştir.

Bu çalışma eşliğinde belirlenen uygun parametrelere göre dizaynı yapılacak olan yeni fırınların, aynı hacimde eş zamanlı pişirmeyi olanaklı kılarak zamandan

tasarruf sağlayacağı ve benzer ürünlerden daha gelişmiş özelliklere sahip olacağı için tüketici tarafından büyük talep göreceği tahmin edilmektedir. Yapılan pazar araştırmasında Türkiye ve diğer pazarlarda farklı gıdaların kokuları karışmadan eş zamanlı pişirildiği ve fırının içerisindeki kokuyu bertaraf eden sisteme sahip bir fırın bulunamamıştır. Bu ürün piyasadaki ilk fırın olacağı için büyük önem taşımaktadır.



KAYNAKLAR

Abbott, J. A. 1972. Sensory assesment of food texture. Food Technology. 26(1), 40-49.

Andrew, J. R. 1999. Food Texture: Measurement and Perception. USA: Aspen Publisher, pp. 3-16.

Ait Ameer, L., Trystram, G. ve Birlouez-Aragon, I. 2006. Accumulation of 5-hydroxymethyl-2-furfural in cookies during the baking process: Validation of an extraction method. Food Chemistry. 98(4), 790–796.

Ait-Ameer, L., Rega, B., Giampaoli, P., Trystram, G. ve Birlouez-Aragon, I. 2008. The fate of furfurals and other volatile markers during the baking process of a model cookie. Food Chemistry. 111(3), 758–763.

Al-Dmoor, H. 2013. Correlation study between volume and overall acceptability of cake with properties of hard wheat flour. American Journal of Agricultural and Biological Sciences. 8(2), 149-155.

Anonim, 2013. Elektrikli ve Gazlı Pişiriciler-Megep Modülleri. http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf (Erişim tarihi: 17.11.2013).

Anonim, 2014a. Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS). <http://texassodiumazidepoisoning.blogspot.com.tr/2013/01/methods-for-gc-ms.html> (Erişim tarihi 04.02.2014).

Anonim, 2014b. Gaz kromatografisi. <http://www.kimyaturk.net/index.php> (Erişim tarihi 15.06.2014).

Avşar, Y. K., Karagül-Yüceer, Y., Drake, M. A., Singh, T. K., Yoon, Y. ve Cadwallader, K.R. 2004. Characterization of nutty flavor in Cheddar cheese. Journal Dairy Science. 87, 1999–2010.

Baek, H. H. ve Cadwallader, K. R. 1997. Character-impact aroma compounds of crustaceans. In Flavor and Lipid Chemistry of Seafoods; Shadidi, F. ve Cadwallader, K.R. (eds.). ACS Symposium Series 674. American Chemical Society; Washington, DC, pp 201-219.

Baik, O. D., Grabowski, S., Trigui, M., Marcotte, M. ve Castaigne, F. 1999. Heat transfer coefficients on cakes baked in a tunnel type industrial oven. *Journal of Food Science*. 64(4), 688–694.

Baik, O. D., Marcotte, M. ve Castaigne, F. 2000. Cake baking in tunnel type multi-zone industrial ovens-Part I. Characterization of baking conditions. *Food Research International*. 33, 587–598.

Balasubramanian, S. ve Panigrahi, S. 2010. Solid phase microextraction (SPME) techniques for quality characterization of food products: A review. *Food and Bioprocess Technology*. 4(1), 1-26.

Baltes, W. 1982. Chemical changes in food by the Maillard reaction. *Food Chemistry*. 9, 59–73.

Bayrak, A. 2006. Gıda Aromaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayın No: 32, Baran Ofset, 497 s., Ankara.

Beal, A. D. ve Mottram, D. S. 1994. Compounds contributing to the characteristic aroma of malted barley. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 42, 2880.

Bourne M. C. 1978. Texture profile analysis. *Food Technology*. 32(7), 62-72.

Bourne, M.C. 2002. Food texture and viscosity. Concept and measurement. 2nd edition, New York: Academic press, 427p.

Brennan, J. G. 1980. Food texture measurement. In: King R. D. (ed.), *Development in food analysis techniques-2*. Applied Science Punlisher Ltd., London, pp. 1-77.

Broyart, B. ve Trystram, G. 2002. Modelling heat and mass transfer during the continuous baking of biscuits. *Journal of Food Engineering*. 51(1), 47–57.

Broyart, B., Trystram, G. ve Duquenoy, A. 1998. Predicting colour kinetics during cracker baking. *Journal of Food Engineering*. 35, 351–368.

Cardello A. V., Matas A.ve Sweeney J. 1982.The standard scales of texture: Rescalling by magnitude estimation. *Journal Food Science*.47, 1738- 1742.

Cardenas Ruiz, J., Guerra-Hernandez, E. ve Garcia-Villanova, B. 2004. Furosine is a useful indicator in pre-baked breads. *Journal of Science Food and Agriculture*. 84, 366–370.

Carvalho, M. G. ve Martins, N. 1993. Mathematical modeling of heat and mass transfer in a forced convection baking oven. In: *AIChE Symposium Series-Heat transfer*, San Diego, CA, pp. 205–211.

Cauvain, S. P; Salmon, S.S. ve Young, L.S. 2005. Using cereal science and technology for the benefit of consumer. Cambridge: Woodhead Publishing.

Cha, Y. J. ve Cadwallader, K. R. 1998. Aroma-active compounds in Skipjack Tuna Sauce. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 46, 1123-1128.

Chung, H.Y., Yung, I.K.S., Joyce, W.C. ve Kim, J.S. 2002. Analysis of volatile components in frozen and dried scallops (*Patinopecten yessoensis*) by gas chromatography/mass spectrometry. Food Research International. 35, 43-53.

Cremer, D. R. ve Eichner, K. 2000. The reaction kinetics for the formation of Strecker aldehydes in low moisture model systems and in plant powders. Food Chemistry. 71, 37-43.

Çayhan, G. G. 2009. Doğu Akdeniz'den avlanan kefal (*mugil cephalus*) balığının aroma-aktif bileşikleri. Çukurova Üniversitesi. Yüksek lisans tezi.

Edirisinghe, R. K. B., Graham, A.J. ve Taylor, S.J. 2007. Characterisation of the volatiles of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) during storage by solid phase microextraction and GC-MS and their relationship to fish quality parameters. Int. Journal of Food Science Technology. 42, 1139-1147.

Evrendilek, 2013. Aynı hacimde pişirilen farklı gıdaların kokularının karışmasını önleme yöntemleri geliştirilmesi ve parametrik olarak incelenmesi. SAN-TEZ projesi (Proje no:01561-STZ-2012-2).

Fahloul, D., Trystram, G., McFarlane, I. ve Duquenoy, A. 1995. Measurements and predictive modelling of heat fluxes in continuous baking ovens. Journal of Food Engineering. 26(4), 469-479.

Fernandez-Artigas, P., Guerra-Hernández, E. ve García-Villanova, B. 1999. Browning indicators in model systems and baby cereals. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 47(7), 2872-2878.

Ganeko, N., Shoda, M., Hirohara, I., Bhadra, A., Ishida, T., Matsuda, H., Takamura, H. ve Matoba, T. 2008. Analysis of volatile flavor compounds of sardine (*Sardinops melanostica*) by solid phase microextraction. Journal of Food Science. 73, 83-88.

Genç, Y. 2007. Son 20 yılda Türkiye'deki hamsi avcılığı. Su Ürünleri Merkez Araştırma Enstitüsü Yunus Araştırma Bülteni. 7(2), 4-7.

Grosch, W. ve Schieberle, P. 1997. Flavor of cereal products – A review. Cereal Chemistry. 74(2), 91-97.

Guillen, M.D. ve Errecalde, M.C. 2002. Volatile components of raw and smoked black bream (*Brama raii*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) studied by means of solid phase microextraction and gas chromatography/mass spectrometry. Journal of the Science of Food and Agriculture. 82, 945-952.

Guillen, M.D., Errecalde, M.C., Salmeron, J. ve Casas, C. 2005. Headspace volatile components of smoked swordfish (*Xiphias gladius*) and cod (*Gadus morhua*) detected by means of solid phase microextraction and gas chromatography-mass spectrometry. Food Chemistry. 94, 151-156.

Gülyavuz, H. ve Ünlüsayın, M. 2008. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi. Akdeniz Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Antalya.

Haard, N.F. ve Simpson, B.K. 2000. Seafood enzymes: Utilization and influence on postharvest seafood quality. CRC Publications. 695 sayfa

Hadiyanto, H., Asselman, A., Van Straten, G., Boom, R. M., Esveld, D. C. ve Van Boxtel, A. J. B. 2007. Quality prediction of bakery products in the initial phase of process design. Innovative Food Science and Emerging Technologies. 8, 285-298.

Hidalgo, F.J. ve Zamora, R. 2004. Strecker-type degradation produced by the lipid oxidation products 4,5-Epoxy-2-Alkenals. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 52, 7126-7131.

Hofmann, T. ve Schieberle, P. 2000. Formation of aroma-active strecker-aldehydes by a direct oxidative degradation of amadori compounds. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 48, 4301-4305.

Holmes, J. ve Morrell F. 1957. Oscillographic mass spectrometric monitoring of gas chromatography. Applied Spectroscopy. 11(2), 61-91.

Holt, R.U. 2001. Mechanisms effecting analysis of volatile flavour components by solid-phase microextraction and gas chromatography. J. Chromatography A, 937, 107-114.

Ibanez, E., Lopez-sebastian, S., Ramos, E., Tabera, J. ve Reglero, G. 1998. Analysis of volatile fruit components by headspace solid-phase micro extraction. Food Chemistry. 63, 281-286.

Kataoka, H., Lord, H. L. ve Pawliszyn, J. 2000. Applications of solid-phase microextraction in food analysis. J. Chromatography A. 880, 35-62.

Kawai, T. 1996. Fish flavor. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 36(3), 257-298.

Kroh, L. W. 1994. Caramelisation in food and beverages. Food Chemistry, 51, 373-379.

Land, D. G. 1978. Some factors influencing the perception of flavour-contributing substances in food. In: Progress in Flavour Research. D.G. Land ve H.E. Nursten (eds.), p. 53-66, Applied Sci. Pubs., London.

Li, A. ve Walker, C. E. 1996. Cake baking in conventional, impingement and hybrid ovens. *Journal of Food Science*. 61, 188–191, 197.

Linko, S. 1998. Expert systems-what can they do for the food industry? *Trends in Food Science and Technology*. 9, 3-12.

Lostie, M., Peczalski, R., Andrieu, J. ve Laurent, M. 2002. Study of sponge cake batter baking process II. Modeling and parameter estimation. *Journal of Food Engineering*. 55(4), 349–357.

Mani, V. 1999. Properties of commercial SPME coatings. In J. Pawliszyn (Ed.), *Application of solid phase microextraction*. Bodmin, Cornwall, UK: Royal Society of Chemistry. pp. 57–72.

Matich, A. J. 1999. Analysis of Food and Plant Volatiles, chapter 26. *Application of Solid Phase Microextraction by RSC Chromatography* (J. Pawliszyn, editör) Monographs, UK.

Morita, K., Kubota, K. ve Aishima, T. 2003. Comparison of aroma characteristics of 16 fish species by sensory evaluation and gas chromatographic analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 83, 289-297.

Neff, W. E., Warner, K. ve Byrdwell, W. C. 2000. Odour significance of undesirable degradation compounds in heated triolein and trilinolein. *Journal of the American Oil Chemists Society*. 77, 1303–1313.

Olafsdottir, G. ve Fleurence, J. 1998. Evaluation of fish freshness using volatile compounds – Classification of volatile compounds in fish. In: Olafsdottir G, Luten J, Dalgaard P, Careche M, Verrez-Bagnis V, Martinsdottir E, Heia K, editors. *Methods to Determine the Freshness of Fish in Research and Industry*. Paris: International Institute of Refrigeration. p. 55-69.

Overbosch, P., Afterof, W. G. M. ve Haring, P.G.M. 1991. Flavor release in the mouth. *Food Review International*. 7, 137-184.

Pawliszyn, J. ve Mani, V. 1999. Applications of solid phase microextraction, 1st ed. J. Pawliszyn, Ed. The Royal Society of Chemistry, Cornwall, U.K, pp. 51–72.

Peralta, R.R., Shimoda, M. ve Osajima, Y. 1996. Further identification of volatile compounds in fish sauce. *J. Agric. Food Chem.*, 44: 3606-3610.

Pinho, O., Ferreira, I., Cascal, S., Fernandes, J.O., Oliveira, M.B.P.P. ve Ferreira, M.A. 2001. Method optimization for analysis of the volatile of ewe cheese by solid-phase microextraction. *Chromatography*. 53, 390-393.

Poinot, P., Grua-Priol, J., Arvisenet, G., Rannou, C., Semenou, M. ve Bail, A. L. 2007. Optimisation of HS-SPME to study representativeness of partially baked bread odorant extracts. *Food Research International*. 40(9), 1170–1184.

Pozo-Bayon, M. A., Guichard, E. ve Cayot, N. 2006a. Flavor control in baked cereal products. *Food Reviews. International*. 22(4), 335–379.

Pozo-Bayon, M. A., Guichard, E. ve Cayot, N. 2006b. Feasibility and application of solvent assisted flavour evaporation and standard addition method to quantify the aroma compounds in flavoured baked matrices. *Food Chemistry*. 99(2), 416–423.

Prost, C., Serot, T. ve Demaimay, M. 1998. Identification of the most potent odorants in wild and farmed cooked turbot (*Scophthalmus maximus* L.) *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 46, 3214-3219.

Pylar, E. J. ve Gorton, L. A. 1988. *Baking science and technology*. 3rd Edition. Kansas City: Sosland Publishing Company.

Ramirez-Jimenez, A., Guerra-Hernandez, E. ve Garcia-Villanova, B. 2000a. Browning indicators in bread. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 48(9), 4176– 4181.

Ramirez-Jimenez, A., Guerra-Hernandez, E. ve Garcia-Villanova, B. 2000b. Hydroxymethylfurfural and methylfurfural content of selected bakery products. *Food Research International*. 33, 833–838.

Rega, B., Guerard, A., Delarue, J., Maire, M. ve Giampaoli, P. 2009. On-line dynamic HS-SPME for monitoring endogenous aroma compounds released during the baking of a model cake. *Food Chemistry*. 112(1), 9–17.

Rega, B., Giampoli, P., Fehaili S. ve Courel, M. 2010. An instrumented oven for the monitoring of thermal reactions during the baking of sponge cake. *Journal of Food Engineering*. 101, 253–263.

Reineccius, G. A. 1994. Flavor analysis. In: *Source Book of Flavors*, Reineccius GA, (Ed) Chapman & Hall, New York, pp.24-60.

Sablani, S. S., Marcotte, M., Baik, O. D. ve Castaigne, F. 1998. Modeling of simultaneous heat and water transport in the baking process. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 31, 201–209.

Sakin, M., Ertekin, F. K. ve Ilıcalı, Ç. 2009. Convection and radiation combined surface heat transfer coefficient in baking ovens. *Journal of Food Engineering*. 94, 344–349.

Sakin, M., Türkkan, E. M. ve Ertekin, F. K. 2006. Fırında Pisirme işleminde Yüzey Isı Aktarım Katsayısının Belirlenmesi. *Türkiye 9. Gıda Kongresi*; Bolu 621.

Selli, S., Rannou, C., Prost, C., Robin, J. ve Serot, T. 2006. Characterization of aroma-active compounds in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) eliciting an off-odor. Journal of Agriculture and Food Chemistry. 54, 9496–9502.

Skoog, D. A., Holler J. F. ve Nieman T. A. 1998. In principles of instrumental analysis. Molecular mass spectrometry. Philadelphia: Saunders College Publishing. 498-534.

Stashenko, E. E. ve Martinez, J. R. 2007. Sampling volatile compounds from natural products with headspace/solid-phase micro-extraction. Journal of Biochemical and Biophysical Methods. 70, 235–242.

Stien, J. 2001. Festphasenmikroextraktion (SPME) Eine Alternative zu klassischen Extraktionstechniken. Von der Gemeinsamen Naturwissenschaftlichen Fakultät der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig zur Erlangung des Grades eines Doktors der Naturwissenschaften (Dr.rer.nat.) genehmigte Dissertation, p. 284, Braunschweig.

Supelco, 2001. Solid phase microextraction troubleshooting guide. Bulletin 928. Bellefonte, PA.

Szczesniak, A. S. 1963. Classification of textural characteristics. Journal Food Science. 28, 385-389.

Szczesniak, A. S. 2002. Texture is a sensory property. Food Qual Prefer. 13, 215-225.

Taip, F. S., Kamal, M. M. S., Aziz, N. A. ve Sani, N. A. 2014. Effects of temperature and airflow on volume development during baking and its influence on quality of cake. Journal of Engineering Science and Technology. 9, 303 – 313.

Triqui, R. 2006. Sensory and flavour profiles as a means of assessing freshness of hake (*Merluccius merluccius*) during ice storage. European Food Research Technology. 222, 41-47.

Turchini, G.M., Mentassi, T., Caprino, F., Panseri, S., Moretti, V.M. ve Valfre, F. 2004. Effects of dietary lipid sources on flavour volatile compounds of Brown trout (*Salmo trutta L.*) file. Journal Applied Ichthyology. 20, 71-75.

Ureta, M., Olivera, D. F. ve Salvadori, V. O. 2011. Commercial characterization of Madalenas: Relationship between physical and sensory parameters. Procedia Food Science. 1, 994–1000.

Ureta, M., Olivera, D. F. ve Salvadori, V. O. 2014. Quality attributes of muffins: Effect of baking operative conditions. Food Bioprocess Technology. 7, 463–470.

Vila, D. H., Mira J. H., Lucena R. B. ve Recamales, A.F. 1999. Optimization of an extraction method of aroma compounds in white wine using ultrasound. *Talanta*. 50, 413-421.

Whitfield, F. B. 1992. Volatiles from interactions of Maillard reactions and lipids. *CRC Critical Review in Food Science and Nutrition*. 31, 1-58.

Yücel, A. 2010. Propellantların içindeki 2-nitro difenilaminin kromatografik yöntemlerle analizi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi.

Zareifard, M., Boissonneault, V. ve Marcotte, M. 2009. Bakery product characteristics as influenced by convection heat flux. *Food Research International*. 42(7), 856– 864.

Zhang, Z., Yang, M. J. ve Pawliszyn, J. 1994. Solid-phase microextraction. *Analytical Chemistry*. 66(17), 844-852.

Zheleva, I. ve Kambourova, V. 2005. Identification of Heat and Mass Transfer Processes in Bread during Baking. *Thermal Science*. 2, 73-86.

EKLER

EK A

Duyusal Analiz Formu

Panelist adı-soyadı:

Yaşı:

Sigara kullanma durumu:

Tarih:

Lütfen örnekleri aşağıda belirtilen değerlendirme kriterlerini dikkate alarak puanlayınız.

(1) çok kötü.....(10) çok iyi

Size sunulan kek örnekleri yeni nesil fırınlarda pişirilen keklerdir. Ürün herhangi bir katkı maddesi içermemekte olup yapılan testler fırınların performansını ölçmeye yöneliktir. Bu nedenle gıda maddesi olarak tüketime uygundur. Lütfen keklerin altında yazılı olan kod numaralarını değerlendirme tablosunda yer alan değerlerin üzerine yazınız. Sizden istenilen ürün hakkındaki fikirlerinizi aşağıdaki puanlamaya göre yapmanızdır. Teşekkürler ☺

Dış görünüş

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

Kek görünüşünde değil

tipik kek görünümünde

Renk

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

renksiz ve açık

istenilen sarı-kahverengi renkte

Tipik koku-aroma

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

kötü koku-kokusuz

tipik kek aroması

Balığimsı koku-aroma

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

var

yok

Tekstür

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

çok sert-çok yumuşak

tipik kek tekstürü

Tat

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

anormal tat

tipik kek tadında

Balığimsı tat

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

var

yok

Ağızda bıraktığı his

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

tipik balık tadı

tipik kek tadı

Genel kabul edilebilirlik

1-----2-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----10

beğenmedim

beğendim

Yorumlarınız.....

.....