

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GASTRONOMİ ANABİLİM DALI
GASTRONOMİ PROGRAMI

Selin ÇITAK

EKŞİ MAYALI EKMEĞİN SAMAN ATEŞİNDE
PİŞİRİLMESİNİN LEZZET PROFİLİ ve DOKUSUNA
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI, ODUN ve ELEKTRİKLİ
FIRINDA PİŞİRİLENLERLE KİYASLANMASI

DANIŞMAN

Doç. Dr. İlkay GÖK

İSTANBUL, ARALIK 2023

T.C.
İSTANBUL OKAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GASTRONOMİ ANABİLİM DALI
GASTRONOMİ PROGRAMI

Selin ÇITAK
(192059001)

EKŞİ MAYALI EKMEĞİN SAMAN ATEŞİNDE
PIŞİRİLMESİNİN LEZZET PROFİLİ ve DOKUSUNA
ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI, ODUN ve ELEKTRİKLİ
FIRINDA PIŞİRİLENLERLE KIYASLANMASI

DANIŞMAN

Doç.Dr. İlkay GÖK

İSTANBUL, ARALIK 2023

T.C.
OKAN ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

YÜKSEKLİSANS TEZİ
GASTRONOMİ ANABİLİM DALI
GASTRONOMİ PROGRAMI

Selin ÇITAK

192059001

EKŞİ MAYALI EKMEĞİN SAMAN ATEŞİNDE PİŞİRİLMESİNİN
LEZZET PROFİLİ ve DOKUSUNA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI,
ODUN ve ELEKTRİKLİ FIRINDA PİŞİRİLENLERLE KİYASLANMASI

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih:

Tezin Savunulduğu Tarih : 26.12.2023

Tez Danışmanı : Doç.Dr. İlkay GÖK.....

Diğer Jüri Üyeleri : Dr. Öğr. Üyesi Uğur Kaçan
(Piri Reis Üniversitesi, Aşçılık Programı)

: Dr. Öğr. Üyesi Serra ORKAN.....

İSTANBUL, Aralık 2023

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR

Ekmek, yemek kültür tarihinde önemli bir konuma sahiptir. Beslenmedeki yeri toplumların gelişmişlik düzeyleri ve alışkanlıklarına göre değişse de insanlar enerji miktarının önemli kısmını ekmeğe tüketerek karşılamaktadır. Ekmeğin beslenmedeki rolü sebebiyle pişirilme yöntemi ve lezzeti önem taşımaktadır. Bu araştırma ile saman ateşinde pişen ekşi mayalı ekmeğin diğer pişirme metotları ile arasındaki fark duyuşsal metotlar ve tekstür analizleri kullanarak ortaya çıkarmak amaçlanmaktadır.

Tez yazım sürecinin tüm aşamalarında, bilgi birikimi ile önerilerini esirgemeyen, gerekli desteği gösteren, manevi desteği ile her daim yanımda olan tez danışmanım sayın Doçent Dr. İlkay GÖK hocama, tezimde konu aldığım saman ateşinde pişen ekşi mayalı ekmeğe yapılmasını sağlayacak fırınları projelendirerek hayata geçiren ve bana inanan babam Şevket ÇITAK'a, desteğini esirgemeyen hayat boyu yanımda duran annem Hülya ÇITAK'a ve yüksek lisansımı yapabilmem için maddi manevi her an yanımda olan Elif ÇITAK ERDOĞAN'a sonsuz teşekkür ve şükranlarımı sunarım.

SELİN ÇITAK

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ / TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER.....	ivi
ÖZET.....	vii
ABSTRACT	ixv
ŞEKİL LİSTESİ	v
TABLO LİSTESİ	xiii
RESİM LİSTESİ	xv
2.1. TAHILLAR VE EKMEK	3
2.2. EKMEĞİN TARİHSEL GELİŞİ	4
2.3. EKMEĞİN TEMEL BİLEŞENLERİ.....	8
2.4. EKMEĞİN BESLENMEDEKİ YERİ	9
2.5. EKMEK ÜRETİMİNDE EKŞİ MAYA.....	10
2.5.1. Ekşi Maya Yapımı ve Çeşitleri	11
2.5.2. Ekşi Maya Mikrobiyolojisi.....	12
2.5.3. Ekşi Maya Ekmeği Fermantasyonu.....	13
2.5.4. Ekşi Maya Oluşumunda Etkili Faktörler.....	14
2.5.5. Ekşi Maya ve İntolerans Hastalıklara Olan Etkisi.....	14
2.6. FIRININ TEKNOLOJİLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ	16
2.7. EKMEK PİŞİRİLMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN DURUMLAR.....	18
2.7.1 Geleneksel taş fırınlarda (saman, odun) ekmek pişirme işlemi.....	20
2.7.2. Elektrikli Konveksiyonel Fırınlarda Ekmek Pişirme İşlemi	23
2.8. FIRIN TİPİNE GÖRE EKMEK YAPININ İNCELENDİĞİ ÇALIŞMALAR... 24	

2.9. FIRIN SEÇİMİNDE BELİRLEYİCİ OLACAK ÖZELLİKLER.....	26
2.9.1. Geleneksel Fırın (Saman, Odun) ve Elektrikli Konveksiyonel Fırınlara Farkları.....	26
2.9.2 Samanın Yanma Aşamaları	28
2.9.3. Samanın Çevresel Faydaları ve Sürdürülebilirlik	31
3.1.MATERYAL	33
3.2. YÖNTEM.....	34
3.2.1. Ekşi Maya Ekmek Hazırlanması	34
3.3. FIRIN ÖRNEKLERİNİN SEÇİLMESİ PİŞİRİLME İŞLEMİNİN REÇETELENDİRİLMESİ	36
3.3.1.Elektrikli Fırın	36
3.3.2. Geleneksel Odun Kullanılarak Isıtılan Fırın	37
3.3.3. Saman Kullanılarak Isıtılan Fırın	39
3.4. DUYUSAL ANALİZLER	41
3.5. TEKSTÜR PROFİL ANALİZİ.....	42
3.6. İSTATİKSEL ANALİZLER.....	43
4.1.TEKSTÜR ANALİZİ BULGULARI ve SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ	44
4.1.1. Ekmek İçi Tekstür Analizi Sertlik Ölçümü	44
4.1.2. Ekmek İçi Tekstür Analizi Yapışkanlık Ölçümü	45
4.1.3. Ekmek İçi Tekstür Analizi Yayılma Ölçümü	46
4.1.4. Ekmek İçi Tekstür Analizi Sakızlımsılık Ölçümü.....	46
4.1.5. Ekmek İçi Tekstür Analizi Çiğnenebilirlik Ölçümü	47
4.1.6. Ekmek İçi Tekstür Analizi Esneklik Ölçümü.....	48
4.1.7. Ekmek Kabuk Tekstür Analizi Ölçümü	48
4.1.8. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Sertlik Ölçümü	49

4.1.9. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Yaylanma Ölçümü.....	49
4.1.10. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Yapışkanlık Ölçümü.....	50
4.1.11. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Sakızimsılık Ölçümü	50
4.1.12. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Çiğnenebilirlik Ölçümü	51
4.1.13. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Esneklik Ölçümü	52
4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI ve SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	53
4.2.1. Duysal test ölçeği için güvenilirlik analizi sonuçları	53
4.2.2. Duysal test ölçeği için güvenilirlik analizi sonuçları	53
4.2.3. Duysal Test Sonuçlarının Üretim Yöntemlerine Göre Karşılaştırılması....	54
4.2.4. Lezzet Özellikleri	55
4.2.5. Tekstür Özellikleri.....	57
4.2.6. Görünüş Özellikleri	58
4.2.7. Genel Değerlendirme Özellikleri	60
5.1. EKMEK SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	61
5.1.1. Saman Fırında Pişirilen Ekmeğin Görünüşünün Değerlendirilmesi	61
5.1.2. Elektrikli Fırında Pişirilen Ekmeğin Görünüşünün Değerlendirilmesi	62
5.1.3. Odun Fırında Pişirilen Ekmeğin Görünüşünün Değerlendirilmesi	63
5.2. SAMAN, ODUN VE ELEKTRİKLİ FIRIN EKMEKLERİNİN GÖRÜNÜŞLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....	64
5.3. EKMEKLERİN DUYUSAL LEZZET PROFİLİ ANALİZİ ve TEKSTÜR ANALİZİ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI	65
5.2. ÖNERİLER.....	69
EKLER	70
KAYNAKLAR.....	71

ÖZET

EKŞİ MAYALI EKMEĞİN SAMAN ATEŞİNDE PIŞİRİLMESİNİN LEZZET PROFİLİ ve DOKUSUNA ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI, ODUN ve ELEKTRİKLİ FIRINDA PIŞİRİLENLERLE KİYASLANMASI

Amaç: Bu çalışmanın amacı saman ateşinde pişen ekşi maya ekmeğinin diğer yakıtları farklı fırınlarda pişen ekmeklerden tekstür farklarını ve tüketici gözünden duyuusal beğeni düzeyini belirlemektir.

Yöntem: Ekşi mayalı ekmeklerin pişirilmesi için; saman ile ısıtılan fırın, odun ile ısıtılan fırın ve elektrik ile ısıtılan fırın kullanılmıştır. Çalışmada saman ateşinde pişen ekmek, odun ateşinde pişen ekmek ve elektrikli fırında pişen ekmekler tekstür analizi ve duyuusal lezzet profili analizleri yapılarak incelenmektedir. Tüketici üzerinde duyuusal analizde, görünüş, lezzet/tat, koku, tekstür, ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik bölümlerinde tespit edilerek genel beğeni belirlenmektedir. Tekstür analizi ile sertlik, sakızimsılık, yapışkanlık, çiğnenebilirlik, esneklik özellikleri belirlenmektedir. Farklılığın kaynağı çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan ve LSD testleri ile incelenip yorumlanmaktadır.

Bulgular: Tekstür analizi ekmek içi ve ekmek kabuğu olmak üzere laboratuvar ortamında yapılmıştır. Elektrikli fırın, odun ateşi fırın ve saman ateşi fırın için üçer örnek ekmek dilimleri alınarak değerler hesaplanmıştır. Kırılabilirlik ölçümü hem ekmek içi hem de ekmek kabuğu için yapılamamıştır. Yapışkanlık özellikleri ise kabuk ölçümü için elde edilememiştir. Ekmek içi için tekstür analizi laboratuvar sonuçlarının istatistiksel analizi sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik maddelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0,05$) bulunmuştur. Ekmek kabuğu için tekstür analizi laboratuvar sonuçlarının istatistiksel analizinde ise yine sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik maddelerinde anlamlı farklılık ($P<0,05$) olduğu görülmüştür. Duyusal teste ölçek toplam puanı ve alt boyutlarında fırın tipine göre karşılaştırmasında total puan, lezzet, tekstür ve genel değerlendirme alt boyutlarında ($p<0,05$) bulunduğundan pişirme yöntemine göre anlamlı farklılık söz konusudur.

Sonuç: Tüketicici beğenisi araştırması ve tekstür analizi sonucunda saman ekmeği genel beğeni aldığı belirlenmiştir. Ekmek pişirmede saman ateşinin ısı kaynağı olarak kullanılabileceği ve başarılı sonuçlar alabileceği belirlenmiştir.

Anahtar kelimeler: Ekmek, Ekşi maya, Saman, Fırın.



ABSTRACT

INVESTIGATING THE FLAVOR PROFILE AND TEXTURE OF SOURDOUGH BREAD BAKED IN A STRAW FIRE AND COMPARISON OF THE RESULTS WITH THOSE BAKED IN WOOD AND ELECTRIC OVEN

Purpose: The aim of this study is to determine the texture differences of sourdough bread which is baked on straw fire aside from the ones that are baked in ovens using other fuels and to determine the level of sensory appreciation from the consumer's perspective.

Method: For the baking of sourdough bread; different ovens heated with straw, wood and electricity was used. In the study, the consumer taste level is examined by making texture and sensory analysis of breads that were baked in straw fire, wood fire and in electric oven. The consumer's general appreciation is determined by the appearance, flavor/taste, smell, texture, mouthfeel and general acceptability. The source of the difference is examined and interpreted with Duncan and LSD tests, which are among the multiple comparison tests.

Findings: Texture analysis was carried out in a laboratory environment, including bread crumb and bread crust. Values were calculated by taking three samples of bread each for the electric oven, wood-fired oven and straw-fired oven. Breakability measurement could not be made for both bread crumb and bread crust. Adhesive properties could not be obtained for shell measurement. Statistical analysis of texture analysis laboratory results for bread crumb found a statistically significant difference ($P < 0.05$) in hardness, gumminess and chewiness. In the statistical analysis of texture analysis laboratory results for bread crust, it was observed that there was a significant difference ($P < 0.05$) in hardness, gumminess and chewiness. In the sensory test, when comparing the total score and sub-dimensions of the scale according to oven type, there is a significant difference depending on the production method, since the total score is found in the taste, texture and general evaluation sub-dimensions ($p < 0.05$).

Results: As a result of consumer taste research and texture analysis, it was determined that straw bread was generally appreciated. It has been determined that straw fire can be used as a heat source in baking bread and can achieve successful results.

Key words: Bread, Sourdough, Straw, Bakery.



SİMGELER VE KISALTMALAR

Kısaltmalar

AO	: Aritmetik Ortalama
HMF	: Hidroksimetil Furfural
KM	: Kuru maddede
M.Ö.	: Milattan önce
SS	: Standart Sapma

Simgeler

CO₂	: Karbondioksit
Dk	: Dakika
g	: Gram
kg	: Kilogram
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
TS	: Türk Standartları
E	: En
B	: Boy
Y	: Yükseklik

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 4.1. Ekmek İçi Tekstür Analizi Sertlik Ölçümü.....	46
Şekil 4.2. Ekmek İçi Tekstür Analizi Yapışkanlık Ölçümü.....	46
Şekil 4.3. Ekmek İçi Tekstür Analizi Yaylanma Ölçümü.....	47
Şekil 4.4. Ekmek İçi Tekstür Analizi Sakızımsılık Ölçümü.....	48
Şekil 4.5. Ekmek İçi Tekstür Analizi Çiğnenebilirlik Ölçümü.....	48
Şekil 4.6. Ekmek İçi Tekstür Analizi Esneklik Ölçümü.....	49
Şekil 4.7. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Sertlik Ölçümü.....	50
Şekil 4.8. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Yaylanma Ölçümü.....	51
Şekil 4.9. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Yapışkanlık Ölçümü	51
Şekil 4.10. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Sakızımsılık Ölçümü.....	52
Şekil 4.11. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Çiğnenebilirlik Ölçümü.....	53
Şekil 4.12. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Esneklik Ölçümü.....	53
Şekil 4.13. Toplam Puan ve Alt Boyutlarında Fırın Tipine Göre.....	56
Şekil 4.14. Lezzet Boyutu Alt Maddeleri Puanlarının Fırın Tipine Göre Radar Grafiği.....	58
Şekil 4.15. Tekstür Boyutu Alt Maddeleri Puanlarının Fırın Tipine Göre Radar Grafiği.....	59
Şekil 4.16. Görünüş Boyutu Alt Maddeleri Puanlarının Fırın Tipine Göre Radar Grafiği.....	61
Şekil 4.17. Genel Değerlendirme Boyutu Alt Maddeleri Puanlarının Fırın Tipine Göre Radar Grafiği.....	62

TABLO LİSTESİ

Tablo 2.1. Ülkelerin Kişi Başı Ekmek Tüketim Miktarları ve Ekmek Çeşitleri.....	9
Tablo 2.2. Buğday ve Ayçiçeği Atıkları Miktarı ve Toplanabilirlik.....	32
Tablo 3.1. Çalışmada Kullanılan Gereç Listesi.....	33
Tablo 3.2. Çalışmada Kullanılan Araç Listesi.....	33
Tablo 3.3. Ekşi Maya ile Ekmek Reçetesi.....	34
Tablo 3.4. Elektrikli Fırın Ekmek Pişirme Isı/Zaman Tablosu.....	37
Tablo 3.5. Gelenekse Odun Fırın Ekmek Pişirme Isı/Zaman Tablosu.....	38
Tablo 3.6. Saman Fırını Ekmek Pişirme Isı/Zaman Tablosu.....	40
Tablo4.1. Ekmek İçi İçin Tekstür Analizi Laboratuvar Sonuçlarının İstatistiksel Analizi.....	45
Tablo 4.2. Ekmek Kabuğu İçin Tekstür Analizi Laboratuvar Sonuçlarının İstatistiksel Analizi.....	49
Tablo 4.3. Duyusal Test Ölçeği Cronbach's Alpha Değerleri.....	54
Tablo 4.4. Duyusal Testte Ölçek Toplam Puanı ve Alt Boyutlarında Fırın Tipine Göre Karşılaştırma.....	55
Tablo 4.5. Duyusal Test, Lezzet Boyutu Maddelerinde Fırın Tipine Göre Karşılaştırma	57
Tablo 4.6. Duyusal Test, Tekstür Boyutu Maddelerinde Fırın Tipine Göre Karşılaştırma.....	59
Tablo 4.7. Duyusal Test, Görünüş Boyutu Maddelerinde Fırın Tipine Göre Karşılaştırma.....	60
Tablo 4.8. Tadım Testi, Genel Değerlendirme Boyutu Maddelerinde Fırın Tipine Göre Karşılaştırma.....	62

Tablo 5.1. Duyusal Test Ve Tekstür Analizi Boyutu Maddelerinde Fırın Tipine Göre Karşılaştırma.....	67
--	----



RESİM LİSTESİ

Resim 2.1. Copeman Elektrikli Soba, 1912, İlk Otomatik Zamanlayıcısı Ve Isı Kontrolü Fırın.....	21
Resim 2.2. Saman Ateşi Kullanılarak Yakılan Kubbeli Fırın	22
Resim 2.3. Geleneksel Fırın Şeması.....	24
Resim 2.4. 120cm Çapında Ve 7,85 Cm Kalınlığındaki Samanın Tipik Yanma Aşamalarının Yapısal Diyagramları	30
Resim 2.5. Yayılacak Yanmamış Saman, 2 Yanan Saman, 3 Alev, 4 Saman Külü . 120cm Çapındaki Samanın Yangın Yayılım Evrimi.	35
Resim 3.1. Ekmek Hamurunun Hazırlanması	36
Resim 3.2. Unox Bakertop Fırın Mindmaps Plus XEBC-06EU-EPR.....	37
Resim 3.3. Elektrikli Fırında Pişirilmesi Yapılan Ekmek.....	38
Resim 3.4. Odun Ateşli Ekmek Fırını.....	39
Resim 3.5. Odun Fırınında Pişirilen Ekmeği.....	40
Resim 3.6. Saman Kullanılarak Ateşlenen Fırın.....	41
Resim 3.7. Saman Kullanılarak Yakılan Fırında Pişen Ekmek.....	42
Resim 5.1. Elektrikli Fırında Pişirilen Ekmek.....	63
Resim 5.2. Odun Fırında Pişirilen Ekmek.....	64
Resim 5.3. Saman Fırında Pişirilen Ekmek	65
Resim 5.4. Yukarıdan Aşağıya Sırasıyla Saman Ateşi Fırında Ekmek, Odun Ateşi Pişen Ekmek, Elektrikli Fırında Pişen Ekmek.....	66
Resim 5.5. Üç Ekmeğin Üstten Görünüşü, Soldan Başlayarak Saman Fırınında Pişen Ekmek, Elektrikli Fırında Pişen Ekmek Ve Odun Ateşinde Pişen Ekmek.....	67

BÖLÜM 1.GİRİŞ ve AMAÇ

Ekmek; un, su, tuz ve mayanın karıştırılması, yoğrulması ve mayalandırılmasının ardında pişirilmesiyle hazırlanan temel besin ögesidir. Besleyici, doyurucu ve kolay ulaşılabilir olmasıyla toplumlar tarafından yüksek miktarda tüketilmektedir (Bircan, ve diğerleri, 2017). Türkiye’de beslenme alışkanlıkları değerlendirildiğinde günlük enerjinin ortalama %44’tünün sadece ekmekten sağlandığı belirtilmektedir (Pekcan, 2001). Bu oran Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanan ‘Ulusal Gıda ve Beslenme Stratejisi Çalışma Raporu’nda %50 seviyesine ulaşmaktadır (Anonim, 2003). 2013 yılında kişi başı ekmek tüketimi günlük 284 gr yıllık 104 kg olarak ölçülmüştür (Anonim, 2013). 2012 yılında daha önce yapılan beslenme araştırma sonuçları ile karşılaştırıldığında, kişi başına düşen ekmek tüketimi 2008 ve 2013 yıllarında yapılan araştırmalara göre daha fazladır. Daha önce ki 1974,1984 ve 2001 araştırmalarına göre ise daha azdır (Elmacıoğlu, 2014). Ekmek tüketiminin yüksek olduğu ülkemizde ekmek çeşitliliği de oldukça fazladır (Köten & Ünsal, 2004). Türkiye’de çoğu geleneksel yolla üretilen ekmekler, üretildiği yörede yetişen buğday, maya gibi farklı hammadde, pişirme yöntemi, ustalık becerisi, pişirmede kullanılan ekipman sebebiyle birbirlerinden farklı özelliklere sahip olarak üretilmektedir (Şen & Ekinici, 2020).

Ekmek yapımında hammadde özelliklerinin yanı sıra pişirme metotlarının değişimi ekmeğin şeklini ve tadını büyük ölçüde etkilemektedir. Eski dönemlerde ekmek; kırsal bölgelerdeki eve ait olan alanda konumlandırılan fırınlarda, su buğusunda, küle gömülerek, sac üzerinde ya da tandır acı verilen ocaklarda pişirilen bir gıdadır (Arıkan & Özkeşkek, 2019). Anadolu’da pişirme metodundan adını alan birçok ekmek bulunmaktadır. Tandır ekmeği, sac ekmeği, güveç ekmeği, kapak ekmeği, saman ekmeği, odun ekmeği bunlardan bazılarıdır.

Yaygın olarak kullanılan taş fırınlarda yakıt olarak odun ya da gaz kullanılmaktadır. Ev avlusu içerisinde kalan ‘köy fırını’ olarak da adlandırıldığını gördüğümüz fırınlarda ise yaşanan coğrafyaya göre yakıt tipi farklılık gösterebilmektedir. Bu tip fırınlarda yakacak olarak odun artıkları (çam, meşe, kavak) ve bolca talaş kullanılabilmektedir (Ateşok, 2018). Saman ve ayçiçeği sapı gibi tarımsal atık

niteliği taşımakta olan ve kırsal yaşam alanlarında kolay ulaşılabilirlik sağlayan artıklar yakıt olarak kullanılabilir. Günümüzde bu tür yakıt kullanımı neredeyse tamamıyla terk edilmiştir.

Geleneksel yöntemlerde ekmek pişirme işleminde ısı, ekmek ile temas eden yüzeylerden, ısıtma ortamından konveksiyonla ve fırın duvarlarından da radyasyonla ürün yüzeyine ve buradan da merkeze iletilmektedir (Uslu, 2022). Elektrikli fırınlar ısı elektrik akımına dayanıklı rezistans telleri yardımı ile pişirim sağlamaktadır (Ateşok, 2018). Bu fırınlarda sıcaklık üst, alt veya ızgara elemanları ile yayılmakta ve elektronik olarak ısıyı kontrol eden bir termostat bulunmaktadır (Ologunye, ve diğerleri, 2020).

Tüketici talep artışının artmasıyla ortaya çıkan imalat ve satış yöntemleri zamanla geleneksel tekniklerin kullanıldığı gıdaların unutulmaya başlanmasına yol açmıştır (Çoksöyler, 2009). Geleneksel pişirme yöntemleri yerini daha büyük ölçekli fırınlar ve teknolojik pişirme yöntemlerine bırakmaktadır (Arıkan & Özkeşkek, 2019). Ekmek üretiminde, her yaştan insanın tüketebileceği formu elde edebilmek, tat ve doku bakımından genel beğeniyi kazanmak, besleyici özellikleri yüksek içerik oluşturmak vb, tüketici beklentilerini karşılamak için dikkat edilmesi gereken maddelerdir. Üretici beklentilerine bakılacak olursa; düşük maliyetli, hızlı ve yüksek kapasiteli üretim ile müşteriyi memnun edecek lezzet profilini oluşturabilmek gelmektedir.

Son yıllarda yirmiden fazla tahıl bilimi ve teknolojisi çalışmalarına kendini adan yaygın bulunmaktadır (Scanlon & Zghal, 2001). Çalışmaların sürekliliği ve yoğunluğu, ekmek kalitesini etkileyen faktörlerin geliştirilmesi için verilen çabayı göstermektedir. Günümüzde pişirme teknolojilerinin gelişmesi ve fırınlama metodlarının ekmek üzerindeki etkisinin anlaşılabilirliği için çeşitli duyu deneyleri ve matematiksel modeller geliştirilmiştir. Ekmeğin elektrikli fırında pişirilmesi ya da saman ateşinde pişirilmesi gibi farklı pişirme yöntemlerinin uygulanmasıyla proses kontaminantları ve ekmekte oluşan duyu özellikleri değiştirmek mümkündür (Scanlon & Zghal, 2001).

Bu çalışmada, üç farklı yakıt tipi kullanılarak (saman ateşi, odun ateşi ve elektrikli ısıtma) ekşi mayalı ekmeğin saman ateşinde pişirilmesinin lezzet profili ve dokusuna etkisinin araştırılması, odun ve elektrikli fırında pişirilenlerle kıyaslanması sağlanmaktadır.

BÖLÜM 2. GENEL KAVRAMLAR LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Bu bölümde ekşi mayalı ekmeğin özelliklerine, saman ateşinin özelliklerine değinilmiştir. Pişirmede kullanılacak farklı yakıt tiplerinin ekşi mayalı ekmek üzerindeki spesifik etkileri araştırılmıştır.

2.1. TAHILLAR VE EKMEK

Mısır, çeltik, buğday, arpa, yulaf, çavdar, darı ve sorgum gibi tahıllar *Poaceae* familyasında bulunan tek yıllık bitkilerdir. Türkiye'nin yaklaşık 24 milyon hektar tarım alanının %48'inde tahıl yetiştirilmektedir (Gençtan, ve diğerleri, 2015). Mısır, Çeltik ve buğday dünyadaki enerji ihtiyacının yaklaşık %60'ını karşılayarak ilk 3'e girmektedir. (Thielecke, ve diğerleri, 2021). Tahıl tanelerinin besin değerleri incelendiğinde, yaklaşık %11-14 nem, kuru madde bazında %56-74 nişasta, %2-13 lif, %8-14 protein, %2-7 lipit, %1-3 mineral ve 1-50 mg/kg düzeyinde B vitamini içermektedir (De Vuyst, ve diğerleri, 2017).

Fırın ürünlerinin yapımı için uygun tahıl buğdaydır. Özellikle ekmek kalitesi açısından en önemli olan glüten proteini yalnızca buğday tanelerinden elde edilen unda bulunmaktadır. Buğday tanesinin bileşeninde %2,5 rüşeym (embriyo kısmı), %12-14 kepek, %83-85 nişasta-protein (endosperm) ve %9-14 glüten proteini bulunmaktadır (Şahin, 2012). Ekmek, pizza, bisküvi ve kek gibi ürünlerin hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Buğday tanesi hasadından belli bir süreye kadar içerdiği rüşeym sebebiyle canlılığını koruyabilmektedir. Hatta bu dönemde suyla temas ettirilmesi durumunda çimlenme başlamaktadır. Rüşeym yoğun yağ oranına sahip olmasından dolayı buğdayın öğürülmesinden sonra acılaşmaya başlamaktadır. Bu nedenle tam buğday unu uygun depolama şartlarında dahi maksimum 2-4 ay raf ömrüne sahiptir. Ekmek için en uygun bulunan buğday genellikle sert bahar buğdayıdır. Bu buğday tipleri

genellikle daha yumuşak buğdaylar ile paçal yapılarak kullanılır. Buğdaylar protein içeriğine, içerdiği protein kalitesine ve rengine göre sınıflandırılmaktadır.

Ekmek; un, su, tuz ve mayanın yoğurulması ve fermentasyona tabi tutulması ardından pişirilmektedir. Dünya genelinde toplumların geleneklerine göre farklı şekil, boyut ve isimlerde üretilmektedir. Ekmek üretiminde buğday unun ortalama göstermesi gereken bileşen özellikleri vardır. Bunlar; ortalama %14 nem, %70-75 nişasta, %10-12 protein, %2-3 ham lif, %1-2 fruktan, %2-3 arabinoksilan ve β -glukan gibi nişasta olmayan ve diyet lif özellikleri gösteren polisakkarit ve %1-2 lipit değerler olmaktadır (De Vuyst, ve diğerleri, 2017). Buğday tanesinin bileşimi ürün kalitesini doğrudan etkilemektedir. Buğdayın kalitesi hasat koşulları, türü, ekim alanında uygulanan zirai müdahaleler, iklim koşulları, depolama sistemi, taneden una çevrilirken öğütme şekli, eleme-saflaştırma işlemlerine bağlı olarak değişmektedir (De Vuyst, ve diğerleri, 2017). Ekmeklik tahıllar besleyici özellikleri kaybolmadan öğütülmelidir. Modern öğütme sistemlerinde buğday taneleri çok ince yapıda öğütüldüğünden buğdayın katmanları birbirinde ayrıldıktan sonra bir araya getirildiği için genellikle rüşeym bu esnada unu acılaştırdığı gerekçesiyle atılmaktadır. Günümüzde besleyiciliğini ve tam buğday unu özelliğini kaybetmeden öğütmenin en iyi yolu halen taş değirmenlerdir (Şahin, 2012). Buğdayın ununun kalitesi hamurun fermentasyon boyunca kabarmasını etkilemektedir. Mikrobiyal ve doğal enzimler unun karbonhidrat ve protein bileşenlerinde biyokimyasal değişimler meydana getirerek son ürünün kalitesini büyük ölçüde etkilemektedir (Arendt, ve diğerleri, 2007).

2.2. EKMEĞİN TARİHSEL GELİŞİ

Doğada insan dışında yemeğini türlü işlemlerden geçiren ya da pişiren başka bir canlı topluluğu yoktur. Bunun sebebi insanların birçok hayvana göre daha zayıf çenesi ve dişleri olmasıdır. İnsanlar, otobur ve etobur hayvanlar gibi dişlerini ve çenesini kullanarak bitkisel liflerin hücre duvarlarını parçalayamaz (Uhri, 2003). İnsanların, bitkilerin besin değerlerinden tam olarak faydalanabilmesi için dövmesi, doğraması, öğütmesi, suda bırakması ya da fermente etmesi gerekir (Işın, 2019). Geç Paleolitik dönemde bazı Anadolu mağaralarında orak, dibek ve öğütme taşları bulunmuştur. Bu insanların yabani buğday ve arpayı orakla kestiklerini, dibekte dövdüklerini ve öğüterek un elde ettiklerini göstermektedir. Elde ettikleri kaba öğütülmüş unu su ile karıştırarak tüketmektedirler. Bu

lapalar bildiğimiz anlamdaki ekmeklere benzemese de ekmeğin evrimindeki mihenk taşlarındadır. Ekşi mayanın keşfinin kabul gören en eski hikayesi, ateşin bulunuşundan sonra insanların hazırladıkları un ve su karışımından kabarcıkların çıktığını görmesine dayanır. Kabarcıkların çıktığı ve hacminin arttığını gördükleri karışımı pişirdiklerinde daha da karabalık ve yumuşak olduğunu fark etmesi üzerine yaygınlaştırdılar. Böylece hamur pişirilmeden önce bekletilmeye yani mayalanmaya başlamıştır. Yemek tarihinde ki en önemli buluşlardan birisi ekmektir. Ekmek işlenmiş gıdaların atasıdır. Doğada meyve, sebze ya da et gibi bulunmaz (Gezgin, 2022). Ekmeği elde edebilmek için öncelikle tahıl tohumlarının toplanması, dövülmesi ve öğütülerek una dönüştürülmesi gerekmektedir. Ardından unla su karıştırılmalı ve pişirilmelidir. Oldukça zahmetli aşamalar gerektiren bu besin insanlık ve yemek tarihi açısından önemli bir basamaktır. Muhtemelen bu nedenledir ki ekmek kelimesi zamanla yemek kelimesiyle eş anlamlı kullanılmaya başlamaktadır. Türkiye, Suriye, İran, Irak sınırları içinde kalan ‘Bereketli Hilal’ coğrafyasında yaşayan insanların buluşu olan ekmek, asırlardır dünyayı etkisi altında bırakmaya devam etmektedir. Ekmek, insanlık tarihinde beslenme aracı olması dışında geleceği temsil etmek gibi anlamlar ile ilişkilendirilmektedir. Bunun farkında olan yönetici sınıf ekmek üretimini kontrol aldığı görülmektedir. İsmail Gezgin’in ekmeğin arkeolojik yolculuğu yazısında dediği gibi; *‘...yoğun emekle işlenen tarlalardan elde edilmesi beklenen ürün; yaşamın umudun ve beklentilerin yüklediği ‘gelecek’ kavramının önemini arttırdı ve o andan sonra insanlar gelecek için yaşamaya başladı.’* İnsanları doyuran onlara gelecek için umut veren bir besine manevi anlamların yüklenmesi gecikmemektedir. Bunun en büyük tarihsel kanıtı ekmek mühürleridir. Neolitik döneme ait bulunun kalıntılara göre, bazı ekmeklerin diğer ekmeklerden daha özel olduğunu belirtmek için bir tür mühür kullanma uygulaması yönetici sınıf tarafından getirilmiştir. Özel amaçlar ve ritüeller için kullanıldığı düşünülen ekmeklere tanrısal bir vasıf verilerek ve kutsallığı belirtmek olabilmektedir. Yazılı döneme ait belgelerde bu önermeye ait belgeler bulunmaktadır (Gezgin, 2022). Pişmiş topraktan yapılan bu mühürler ekmeklerin üzerine basılarak kullanılmaktadır. Böylece ekmekler birbirinden ayrılabilir. Genellikle sunaklarda kullanılan ekmeklerin mühürlediği ancak sonraki dönemlerde ekmeği yiyen kişiye sağlık vermesi amacıyla mühürlenene ekmek üretimi arttırılmıştır. Zaman ile de ekmeğe verilen anlamların giderek arttığı görülmektedir.

Hacimli ekmeğe en yakın ekmeği ilk yapan medeniyet Mısırlılardır. Ekmek önceleri mayasız olarak yapılmaktaydı. Mısırlılar buğday unu ve su karışımından elde edilen hamuru mayalandırmayı geliştiren medeniyet olmuştur. Tesadüfen buldukları bu metot ile beraber ekmek soyluların ve sarayın simgesi haline gelmiştir (Kuter, 2011). Eski Mısır uygarlığı MÖ 3050’den başlayarak MÖ 332 yılına kadar varlığını sürdürmüştür. Oldukça büyük bir nüfus yoğunluğuna sahip olması sebebi ile temel gıda maddelerinin temini, üretimi ve saklanmasıyla özel olarak ilgilenilmiştir. Tahıl olarak en çok arpa, kavlıca buğdayı ve ekmek buğdayını kullanılmıştır. Nadir olarak da darı kullanıldığını görülmektedir (Işın, 2019). Mısırdaki kalabalık nüfusun beslenmesi için yüksek enerji veren besinlerin başında ekmek gelmektedir. Eski Mısır için ekmek bu anlamda önem arz etmekle beraber kutsal sayılır ve tanrılara yiyecek olarak sunulmaktadır. Halka ve tanrılara sunulan bir yiyecek olması ekmek üretiminde kalite farklılıklarını da beraberinde getirmiştir. Halk kaba öğütülmüş kepekli arpa veya buğday ekmeği yerken, zenginler ve tanrıya sunulacak olan ekmekler ince öğütülmüş elekten geçirilmiş ve kepeği alınmış undan yapılmaktaydı (Işın, 2019). Antik mısırdaki krallar ekmek pişirmezlerdir. Bu öldüğü zamanda böyle olacağı için mezarlarına ekmek yapılabilecek endüstriyel ölçekte fırın minyatür modeli yerleştirmişlerdir. M.Ö 2004 yılında ölen Kral II. Nebhepetre Mentuhotep mezarına el değirmeni ve önünde un öğüten on üç insan figürü bulundu. Bunların yanında hamur yoğuran figürler ile üç fırın ve üç fırıncı figürü de vardır. Tüm bu figürler bize Antik Mısırdaki ekmek yapımı ile ilgili ayrıntılar vermektedir. Başka bir antik bulgu olarak yaklaşık 400 yıllık kil tabletlerde kullanılan una, hamura eklenen ürünlere, yoğrulma ve pişme şekline göre farklılık gösteren 200 çeşit ekmek olduğu tespit edilmiştir (Silvertown, 2018). Mısırlılarda olduğu gibi Hititler ’de ekmek, kutsallığı bulunmakta çok çeşitli tip ve şekillerde yapılmaktadır. Hitit dilinin çözülmesine yardımcı olan ‘Ve ekmek yiyiniz, suyu da içiniz!’ (NINDA-an azzasteni watar-a ekutteni) emir ve öğüt niteliğindeki cümledir. Hitit kralı I. Hattusili’nin askerlerine seslenirken kullandığı öğütünde gösterdiği gibi Hititlerde ekmek ve su umumi yiyecek ve içecek anlamına gelmektedir (Ünal, 2019). Eski mısır ve Hitit medeniyetleri ekmek konusunda oldukça gelişim gösteren en kadim uygarlıklardandır.

Ekmek kelimesi eski Türkçe de etmek ya da ötmek şeklinde kullanılır. Eski Uygur metinlerinde Harezmsahlar çağında ve Çağatay Türkçesinde ekmek için ‘ötmek’ denilmektedir. Uygur hukuk belgelerinde ise ekmeğe karşılık ‘etmek’ kullanımı yaygındır.

Kaşgarlı Mahmud, her iki söylenişi de kayıt altına almaktadır (Ögel, 1978). Mehmet Kanar'ın eski Anadolu Türkçesi sözlüğünde 'etmek' ekmek olarak yazılmakla beraber etmek çıkarmak yani ekmek parası kazanmak, etmek toğramak yani yemek yedirmek, etmek eylemek ise ekmek pişirmek şeklinde örnek deyim ve sözcük öbekleri devam etmektedir. Bu bağlamda etmek pişiren kişiye de 'etmekçi' denildiği görülmektedir (Kanar, 2011). Türklerde ekmek çeşitleri içerisinde en öne çıkan yufkadır. Yufkada kendi içinde çeşitlenerek bazlama, búskeç, sinçü, pide gibi adlar alır. Türk ekmekleri Arpa, buğday ve darı şeklinde kullanılan un bakımından ayrılmaktadır. Buğday ekmeği 'ak ekmek' hatta 'has ekmek' olarak bilinir. Harezmsahlr çağında 'ak ötmek' adı verilmektedir (Kanar, 2011). Moğollar bu ekmeği Türklerden öğrenmiştir. Has ekmek sözcüğü de somundan gelmektedir. Somun anlamına gelen 'kalaç' sözcüğü Türkçeden Rusça 'ya geçmiştir. Ardından Orta Asya'da yayılarak has ekmek manasına gelmektedir. İyi elenmiş buğday unundan yapıldığı için bu isimleri alan ekmeği daha da beyazlatmak isteyen bazı Türk kavimleri içesine süt katmaktadırlar. İkinci çeşit ekmek 'kara ekmek' dir. Arpa ve darı unu kullanıldığı için rengi karadır. Kara ekmek Oğuzlar arasında iyi bir yiyecek sayılmazdı. İyi ekmek has ekmek yani buğdaydan yapılan ekmek olarak sayılmaktaydı. Hatta Türk mitolojisinde has ekmek yemek bir amaç haline getirilmiştir (Ögel, 1978). Son olarak ise darı ekmeği karşımıza çıkmakta. Moğolistan ve Altayların kuzeyinde çıkan bir çeşittir. Pek rastlanmayan ve tercih edilmeyen darı ekmeği muhtemelen fakir halk arasında tüketilmektedir. Türk ekmeklerini diğer bir ayırma metodu da pişirme şekline göre ayırmadır. Burada karşımıza ilk olarak Türk tandırı gelmektedir. Tandır eski Türkçe olan 'tamdır' sözcüğünden gelmektedir. Tandırın üzeri 'keçe örtü' ile yani tandır kebesi ile örtülürdü. Altındaki ateş kırdavuç ile karıştırılırdı. Diğer pişirme şekli ise külde pişirmedir. Bunlara gömeç adı verilmektedir. Anadolu'da gömme ve gömeç, kömeç olarak bilinir. Gömeçler, büyük şölen gömeçleri ve külde pişirilen küçük gömeçler olarak ikiye ayrılır. Büyük şölenlerde 50 kiloyu aşkın hamurdan ekmek yapılır ve külün içine gömülerek pişirilir. Daha sonra kabuk yarılarak ekmeğin iç kısmı çıkarılır, ufalanır ve yağlandıktan sonra misafirlere sunulurdu (Ögel, 1978). Günümüzde Türkiye'nin Elâzığ ve Bingöl illerinde halen daha yapılmakta olan bu yemeğe soğan ve kıyma katılarak gömme adı verilmiştir. Bu yemeklerin kökeninin Orta Asya'dır. Türklerin diğer pişirme çeşidi korda pişirmedir. Kor ve ateş, köz anlamına gelmektedir. Közmen ise közde pişirilen ekmek manasına geliyor. Anadolu'da karşımıza

önce ‘köz ekmeği’ ve daha sonra gözleme olarak çıkmakta. Gözleme, közden yani közlemeden gelmektedir. Bu ekmek de köze gömülerek yapılır. Bildiğimiz anlamında gözleme ise diğer pişirme tekniğine yani sacda pişen ekmekler sınıfına girer. Son olarak külde pişen ve adı özleme gelen yağlı ekmek çeşididir.

2.3. EKMEĞİN TEMEL BİLEŞENLERİ

Ekmeğin ana bileşenleri un, su, tuz ve mayadan oluşmaktadır. Paketli ve özel amaçlı üretilen ekmeklerde emülgatörler, asitlik düzenleyiciler, kıvam arttırıcılar, kabartıcılar ve koruyucular kullanılabilir. Paketsiz ekmeklerde katkı maddesi kullanımı yasaktır (Anonim, Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği, 2011). Bakteriyel amilaz, kavrulmuş malt unu ve askorbik asit doğal kaynaklı olduğu için katkı maddesi sınıfına girmez ve un üretimi aşamasında kullanılır. Türkiye’de WHO (2018) ve FAO (1977)’nin müşterek organları olan Codex Alimentarius komisyonu ve Expert Committee on food Additives (JECFA) ile Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA)’nın belirlediği kodekse göre belirlenen kurallarla hareket edilmektedir (Gültekin, ve diğerleri, 2019).

Un ekmeğin ana malzemesi olarak tahıl tanelerinin öğütülmesi sonucu elde edilir. Tahıl tanesi; kepek, rüşeym ve endospermden oluşmaktadır. Tam tahıl ile ifade edilmek istenilen bu üç bileşenin ayrıştırılmadan kullanılmasıdır. Tam tahıl tanelerinde zengin rüşeym ve aleuron tabakası bulunur. Bu tabaka yeni bir bitkinin oluşumu için gerekli olduğundan oldukça güçlüdür ve protein kaynağıdır. Vitaminler, mineraller, karbonhidratlar (nişasta, besinsel lif, şeker) gibi besin öğeleri içermektedir. Ayrıca kalsiyum, fosfor, çinko, demir, magnezyum, selenyum, B vitaminleri ve folik asit gibi besin değerleri bulunmaktadır. Tam tahılın insan metabolizmasına en uygun gıda olduğuna dair bilgi aktarımları mevcuttur (Elgün & Ergutay, 1995). Rüşeym ve aleuron tabasına sahip tahıl taneleri, B12 dışındaki, B grubu vitaminleri ve folat için iyi bir kaynaktır.

Su ve un ekmek dokusunu en çok etkileyen faktörler olduğu için tarifteki önemli bileşenlerdir. Un (%14,5 nem, %13 protein, %0,55 kül, pH 5,7- 6,1,) sahiptir (Zanoni, ve diğerleri, 1995). Yaklaşık %50 si su olan ekmek ince dokulu ve hafif bir şekilde sonuçlanır. Artizan ekmek formüllerinin çoğu %60 ila %75 arasında su içerir. Mayalı

ekmeklerde, daha yüksek su yüzdesi daha fazla CO₂ ile sonuçlanır. Bunun sonucu kabarcıklar daha büyük ve kırıntılar daha iri olmaktadır. Ekmek, nişastadan ayrılan buğday unu şekerlerinin doğal un enzimlerinin etkisiyle fermentasyonu sonucu elde edilen mayalı bir ürün olması nedeniyle diğer unlu mamullerden daha farklı bir konuma sahiptir. Fermentasyon, ticari adı *Saccharomyces cerevisiae* organizmasının olan ekmek mayasından kaynaklanır. Fermentasyon nedeniyle şeker, neme ve CO₂'ye dönüştürülür. Su buharı ve CO₂ yüksek sıcaklık ile genişir, böylece ekmek kırıntısının yüksek sıcaklık artışı ve aşırı nem buharı karşısında önleyici yalıtım maddesi görevi görürler. Fermentasyonun başlamasını hızlandırmak için şeker katılabilir. Glütene güçlendirmek ve mayanın hamuru kontrollü genişletmesini sağlamak için tuz eklenir. Tercih ve beklenti yönünde işlenebilirliği veya özellikle dilimlenebilirliği arttırmak için katı yağ (sade yağ veya margarin) eklenir. Hamur istenilen şekilde ekmek haline gelirse duyu özelliklere ve üstün kaliteye ulaşabilecektir. Taze ekmek genellikle kahverengimsi ve gevrek bir kabuğa sahip olur. Hoş bir aroma, ince dilimleme özellikleri, yumuşak ve elastik bir kırıntı dokusu ve nemli bir ağız hissi sunar (Giannou, ve diğerleri, 2003).

Günümüzde makineleşme, büyük ölçekli üretim ve yüksek kalite, raf ömrünün uzun olması gibi talepleri karşılayabilmek için ekmeğe çeşitli emülgatörler ve bayatlamayı önleyici maddeler ile fonksiyonel özelliklerini arttırıcı katkıları eklenmektedir. Emülgatörlerin kullanımı özellikle büyük ölçekli endüstriyel ekmek pişirme tesisleri için önemlidir. Makine kullanıma dayanmak, hidrasyon oranını iyileştirmek, kırıntı yapısını iyileştirmek, dilimleme özelliğini iyileştirmek, gaz tutma kapasitesini iyileştirmek ve raf ömrünü uzatmak için hamura güç verir (Giannou, ve diğerleri, 2003).

2.4. EKMEĞİN BESLENMEDEKİ YERİ

Ekmek, Dünya'nın birçok yerinde insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Ekmeğin en fazla tüketildiği toplumlardan birisi Türkiye'dir. Türk Gıda Kodeksi buğday unu tebliğine göre yaklaşık olarak günde 101 milyon, yılda 37 milyar adet ekmek üretilmektedir. Tüketim miktarının yüksek olmasına rağmen israf oranı da bir hayli yüksektir. Araştırmalara göre Türkiye'de kişi başı israf 2012 yılında günlük yaklaşık 19,9 gr iken 2023 yılı sonunda bu miktar 16,2 gr, yıllık 5,9 kg olarak ölçülmüştür

(Anonim, 2013). Aşağıda tablo 2.1’de ülkelerin kişi başına göre ekmek tüketim miktarları bulunmaktadır.

Tablo 2.1. Ülkelerin Kişi Başı Ekmek Tüketim Miktarları ve Ekmek Çeşitleri (Anonim, 2013)

Ülkeler	Ekmek Tercihleri	Ekmek Tüketimi (g/gün)
Türkiye	Somun, tam buğday, kepekli, çavdar ve mısır ekmeği	319
Almaya	Çavdar ekmeği, kepekli ekmek, beyaz ekmek, soğanlı ekmek	170
Fransa	Taze baget ekmek, gevrek kruvasan	160
İspanya	Çavdar ekmeği, domatesli ekmek, zeytinli ekme	160
İtalya	Ev yapımı küçük ekmekler, soğanlı ekmek, beyaz ekmek	186
Danimarka	Çavdar ekmeği	195
Finlandiya	Çavdar ekmeği	140
Hollanda	Çavdar ekmeği, beyaz ekmek	160
İngiltere		89

2.5. EKMEK ÜRETİMİNDE EKŞİ MAYA

Ekşi maya, ekmeği ekşi maya ilavesiyle hazırlanan hamurun yoğrulması, şekillenmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile üretilen özel ekmek çeşidini ifade eden ekmektir (Anonim, 2012). Ekşi maya, un ve su kullanılarak elde edilmektedir. Doğal fermentasyon sırasında çevreden gelen mikroorganizmaların etkisine maruz kalarak oluşmaktadır. Ekşi maya fermantasyonu sırasında mikrobiyal flora bakımından zengin olmasından dolayı kullanıldığı ürünün lezzetini, sindirilebilir oluşunu ve besin değerlerini arttırmaktadır. Kompleks karbonhidrat olan nişastanın sindirimini geciktirir ve kan şekerinin düzenlenmesini sağlar. Maya ve laktik fermentasyon, biyotif bileşenleri oluşturur ve mineral yararlarını artırır (Elgün, 2016). Ekmek yapımında sadece *S. Cerevisiae* kullanılarak yapılan ekmekler bayatlama ve mikrobiyolojik bozulmalar gibi fizikokimyasal değişimlere açık olduğu için hızla bozulmaya başlamaktadır. Ekşi maya kullanılan ekmekler ise fermantasyon sürecinde organik asitler, ekzopolisakkaritler ve enzimler gibi metabolitler oluşturmaktadır. Böylece ekşi maya kullanılan ekmeklerin dokusu gelişebilirken raf ömrü artmaktadır (Su, ve diğerleri, 2019).

2.5.1. Ekşi Maya Yapımı ve Çeşitleri

Ekşi mayanın ana bileşenleri un ve sudur. Bu bileşenlerin karıştırılarak fermente edilmesi sonucunda ekşi maya üretilmektedir. Ekşi maya fermantasyonu sırasında olgunlaşmaya kadar gerekli miktarda un ve su eklenmelidir (Petel, ve diğerleri, 2017). Olgunlaşma sürecinde yeterli su ve un ile beslenen bakterilerin sayısı artmaya başlamaktadır. Laktik asit bakterilerinin bu dönemde sağlıklı şekilde çoğalması mayanın taze tutulması ile bağlantılıdır. Oluşan maya ekmek üretiminde kullanılır. Hamur oluşturulduktan sonra saklanmak üzere bir kısmı ayrılır. Böylece içindeki mikroorganizma aktif tutulmaya devam edilmektedir. Genellikle fırıncıların kullandığı bu yöntem karıştırarak tazeleme metodudur (Kezer, 2019). Ekşi maya yapımını mikroorganizma oluşturma yöntemine göre sınıflara ayırmak mümkündür. Bu sınıflandırma üç farklı tipte incelenebilir. Birincisi, un su karıştırılarak kendi haline bırakılması sonucu fermente olması ile oluşur. Bu doğal fermentasyon sırasında oluşacak mikroorganizmalar kullanılan unun türüne göre değişiklik göstermektedir. Bu yöntem ile maya oluşturmak yaklaşık bir hafta kadar sürebilmektedir ve en ideal ekşi maya üretimi olmaktadır (De Vuyst, ve diğerleri, 2014). İkinci tipte maya oluşturma metodunda birinci tipteki karışıma starter kültür eklenmektedir. Bu karışım üç gün kadar oda sıcaklığında tutularak hazırlanır. Bu şekilde mayadaki ekşi tat ve koku artırılmaktadır. Bu aşamada dikkat edilmesi gereken starter kültürün eklenecek miktarıdır. İstenilen ekşi tat ve koku miktarına göre ölçü ayarlanmalıdır. Üçüncü yöntemde ise, un su ve starter karışılarak hazırlanan hamurun çoğaltılması (tazelenmesi) ile elde edilmektedir (De Vuyst, ve diğerleri, 2014).

Ekşi Maya Tip 0, Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 olmak üzere üretim teknolojisi bakımından 4 sınıfa ayrılmaktadır. Tip 0 hamur sponge olarak da nitelendirilen ön hamurdur. Un-su-ekmek mayası karışımının oda sıcaklığında 3-20 saat inkübe olmasıyla elde edilmektedir. Tip 1 ekşi hamur Tip 0 sonucu elde edilen hamurunun bir kısmının ayrılarak yeni hazırlanan un-su karışına eklenmesiyle meydana gelmektedir. Tip 2 ekşi hamur, un-su karışımına starter kültür ilave edilmesiyle fermantasyonun fermentörlerde gerçekleşmesiyle oluşmaktadır. Tip 3 ekşi hamur, Tip 2'de üretilen sıvı formdaki hamurun çeşitli yöntemler kurutulması ile elde edilmektedir. Tip 2 ve Tip 3 endüstriyel

olarak üretildiği için kabartıcı olarak *S. cerevisiae* mayası eklenmektedir (Chavan & Chavan, 2011).

2.5.2. Ekşi Maya Mikrobiyolojisi

Ekşi maya un ve suyun karışımının doğal ortamda fermente olması sonucu oluşur. Ekşi mayalı ekmek ise fermante olan karışımın taze hamura katılması ile meydana gelir. Ekşi maya içerisindeki mikroorganizmalar iki gruba ayrılır. İlk grupta hamurun kabarmasını sağlayan mikroorganizmalar vardır. İkinci grupta ise hamura ekşilik veren süt asidi bakterileri yer alır (Dığrak & Özçelik, 1991). Ekşi maya ne kadar uzun beklerse o kadar ekşimektedir. Bu da ekmeğin aroma ve lezzet yoğunluğunu arttırmaktadır. Hamurun ekşimesinde asetik asit ve süt asidi etkin rol oynamaktadır. Bu etkileşimin başlamasına laktik asidin ortaya çıkması neden olur. Asit miktarının artması ile ekmeğin kalitesi artmaya başlamaktadır. Ekşi maya ile yapılan ekmeklerde görülen birtakım avantajlar gözlemlenmiştir. Ekşi maya ile hamurun elastik özelliğinin artmasını sağlayan ve suda çözünmeyen gluten daha kuvvetli hale gelmektedir. Daha yumuşak ve şekil verilebilen bir hamur elde edilir. Tat ve aroma olarak ekşi özellik kazanmaktadır. Bayatlamanın geciktiği de yapılan araştırmalarda gözlenmektedir. Laktik asit, proteoliz ve ekzopolisakkarit sayesinde ekşi mayalı ekmeklerde kötü bakteriler türeyemez (Emirli, 2021). Bu nedenle ekşi maya ile hazırlanan ekmeklerde küflenme, ekşi maya kullanılmayan ekmeklere göre geç başlamaktadır. Sünme (rop) hastalığı meydana getiren *Bacillus subtilis* bakterisinin gelişmesini de engellemektedir. Ekmek yapımında su tutma kapasitesinin yüksek olması önemlidir. Ekşi maya undaki nişastanın enzimatik olarak parçalanmasını geciktirir. Böylece ekşi mayalı ekmeğin su tutma kapasitesi artar. Maya, Alkol fermantasyonunu aktive ederek hamurun kabarma miktarının artmasını sağlar. En etkili mikroflorasının *Saccharomyces*, *Candida*, *Pichia* ve *Torulopsis* olduğu tespit edilmektedir. Ekşi mayada bulunan bakterilerin çoğu *Lactobacillus* cinsine ait türlerdir (Dığrak & Özçelik, 1991).

Ekşi maya pH değerinin 4.5'in altında seyretmesi, laktik asit bakterisi ve maya miktarının 108 -109 kob/g ve 106 -107 kob/g olması gerekmektedir. Laktik asit oranı 10:1 ile 100:1 değişebilmekle birlikte 100:1 civarındadır (Bircan, ve diğerleri, 2017). Ekşi maya hazırlanması sırasında gram pozitif bakterilerinden olan laktik asit bakterileri, negatif bakterileri baskılamaktadır. Fermantasyon başladığı anda kok şeklindeki laktik

asit öndeyken sonrasında laktobasiller ön plana çıkmaktadır. Bunun en önemli sebebi laktobasillerin pH düşüşlerine daha iyi adapte olmasıdır. Ayrıca fermentasyon sıcaklığı ve süresi gibi koşullar sayılabilmektedir (Celano, ve diğerleri, 2016).

2.5.3. Ekşi Maya Ekmeği Fermentasyonu

Gastronomi tarihinde gıda ürünlerinde mikroorganizmaların rol aldığını ve biyolojik olayları meydana geldiği bilinmektedir. Ürünleri Fermente etme metodu ilk bulunduğu bireysel kullanımlar ile sınırlıyken ancak zamanla topluma mal olmuştur. İlk fermentasyon ürünlerine bakıldığında karşımıza içecekler çıkmaktadır. Çeşitli meyve içecekleri toprak ve ağaç kaplarda fermente edilirdi. Bu işlem sonrası içeceğin aldığı tat insanlara keyif vermekteydi. Geleneksel fermentasyon proseslerine bakıldığında yaklaşık yüzyıl öncesine kadar esaslı bir değişiklik olmadığı görülmektedir. Kullanılan yöntemlerin başarılı olması ya da olmaması rastlantıya kalıyordu. Gerçekleşen fermentasyon olayları doğa üstü sebeplere bağlanmaktaydı. İlk defa 1595 senesinde Libavius, fermentasyon ile putrefaction (kokuşma)'nın aynı şeyler olduğunu saptadı. Bundan yaklaşık 10 yıl sonra gelişmeler devam etti ve Becher şeker içeren sıvıların fermente olduğunu buldu. Fermente olan bu sıvılarda alkol oluşmaktaydı. 1648'e gelindiğinde Helmont fermentasyon sırasında gaz çıktığını saptadı. Çıkan bu gazın CO₂ olduğunu ise Wren saptadı (Pamir, 1985). Doğal mayalar sınıfına giren dairesel şekildeki tek hücreli canlılar topluluğuna 'ek mayası' ismi verilmektedir. Bu mayalar *Saccharomyces cerevisiae* türüne dahil olmaktadır. Bu tür mayalar üst fermentasyon olmakla birlikte toz veya toprak tipindedirler. Her hücrenin iki katmanlı duvarı vardır (İpek, 2017). 1962'de Butschek ve Kautzman mayadan istenen özelliklerini ortaya koymaktadır. Bu özellikler; ekmekçilik mayaları, iyi kabarma gücüne sahip ve enzimatik etkinlikleri uzun zaman devam ettirebilmeli, fermentasyon sürati yüksel olmalı, yüksek ısıya dayanmalı, istenmeyen tat ve renk yaratmamalıdır (Pamir, 1985).

Ekmekçilikte kullanılan mayalar şekeri alkol ve CO₂'e dönüştürebilen küresel, oval veya silindirik yapıda ökaryot canlı olan tek hücreli mikroorganizmalardır. Devamlılığını sürdürebilmek için 25-30°C sıcaklığa, su, şeker, albümin veya azota gereksinim duymaktadırlar. B vitamini ile protein kaynağıdır (İpek, 2017). 25-30°C sıcaklığının altında gelişmesi yavaşlamaktadır. Bu derecenin altında tutulmaya başladığında gelişmeleri yavaşlamaktadır. Zamanla hamurun içerisindeki maya şekeri

fermente ederek karbondioksit ve suya dönüşür. Bu da hamurun kabarmasını sağlayarak yoğurma işlemini kolaylaştırır (İpek, 2017). Sıcaklık fermantasyon için kritik önem taşımaktadır. Sıcaklık değişimleri hamurda mikroflorasında değişimlere yol açabilmektedir. Bu değişimlerde doğrudan ekmeğin tat ve kalitesine etki edebilmektedir. Mayanın gelişimi 0-45°C arasında gerçekleşmektedir. Optimal sıcaklık 25-30°C'dir. Ekmek mayaları ise bu sıcaklık 30-34°C olmaktadır. Ticari mayalarda bu sıcaklık 38°C'dir.

2.5.4. Ekşi Maya Oluşumunda Etkili Faktörler

Ekşi maya üretimi esnasında en önemli faktör sıcaklıktır. Ortamın sıcaklığın 40 derece üzerine çıkmaması gerekmektedir. Mayanın pH değeri 3,5-4,2 aralığında olması gerekmektedir. Mayanın durumuna bağlı olarak un ve su ekleme yapılmalı ve tazelenmelidir. Ekşi maya bekletildiği süreç içerisinde su kaybına uğramaktadır. Su kaybı sonucu asit düzeyi artış göstermektedir. Süreç boyunca su kaybının gözlem altında tutulması ve gerekli miktarlarda tazeleme yapılması gerekmektedir (Petel, ve diğerleri, 2017). Maya içerisinde bulunan küf durumunu etkisi altında bırakan lipid oksidasyon, ortam sıcaklığından, pH değerinden, eklenen enzimlerden ve maya içerisindeki mevcut bulunan laktik asit bakterilerinden etkilenmektedir. Faktörler sonucu gerçekleşen bu etkileşimler sayesinde “fermantasyon süresi” belirlemektedir (Petel, ve diğerleri, 2017).

2.5.5. Ekşi Maya ve İntolerans Hastalıklara Olan Etkisi

Ekşi maya veya ekşi hamur tekniği ekmeği kabartarak hacim almasını sağlayan en eski tahıl fermantasyon biçimidir. Tahıl fermantasyonu mayaların ve laktik asit bakterilerince üretilmektedir. Kökenleri Eski Mısır medeniyetine dayanmaktadır. Laktik asit bakterileri ekşi mayanın oluşum süreci içerisinde yer alan birincil derece bakterilerdendir. Ekmek hamurunun mayalanma ve pişme esnasında gözenekler oluşturmasını sağlamaktadır. Oluşan gözenekler sonucu hamurun içerisinde hava boşlukları oluşarak hacimsel büyüme gözlenmektedir. Gerçekleşen faktörler doğrultusunda ekmeğin doğru pişirilme özelliklerine sahip olarak pişmesi sağlanmaktadır. Böylelikle ekmek yanmadan pişme sürecini tamamlamaktadır. Yakın geçmişte çıkan endüstriyel yaş maya, aktif kuru maya ve instant kuru mayalar da ekmeğe bu özellikleri kazandırmaktadır. Çıkan endüstriyel mayalardan farklı olarak ekşi maya

ekmeğe bu özellikleri kazandırırken ekstra olarak reaksiyonlar göstermekte ve bunlar insan sağlığına olumlu etkiler sağlamaktadır. Bilinçli tüketicinin artması sonucu ve insanların yaşam kalitelerini iyileştirme çalışmaları ile ekşi maya kullanılarak ekmeğin üretilmesi ve tüketilmesi gündemdedir. Tüketiciler daha doğal, organik, lezzetli ve sağlıklı gıda olarak ekşi maya ile hazırlanan ekmeği tekrar keşfetmektedir (Rosell, ve diğerleri, 2021). Tam tahıl veya tahıl tanelerinin fonksiyonunu ve besin değerini arttırmak için ekşi maya fermentasyonuna tabi bırakılmaktadır. Kepekli ekşi maya ekmeğin tüketimi Güney Akdeniz popülasyonlarında koroner kalp hastalığı, diyabet ve kanser riskini azalttığı tespit edilmiştir (Capurso & Capurso, 2021). En az 7 ila 8 saat mayalandırma süresi olan ekmeklerin yüksek kaliteli proteinlere sahip olduğu gözlenmektedir. Esansiyel yağ asitlerine ek olarak, vitamin ve mineral bakımından da zengindir. Ekşi mayalı ekmeğin, E vitamini, B1 vitamini, B6, B12, tiamin, niasin, folat, riboflavin, potasyum, çinko, demir, magnezyum, selenyum, kalsiyum, fosfor ve manganez sağlamaktadır (Chavan & Chavan, 2011).

Ekşi maya ile üretilen ekmeğin insan vücudunda ki nişastanın sindirilmesini yavaşlatarak, kan şekerinin düzenlenmesini sağlamaktadır. Ekşi maya ile üretilen ekmeğin ekşi maya katılmadan üretilen ekmeklere göre glisemik indeks düzeyi daha düşüktür ve mineral oranı diğer ekmeklere göre daha fazladır (Mariotti, ve diğerleri, 2016). Ekşi maya üzerine yapılan bir çalışmada ekşi mayanın glisemik indeks seviyesini aşağı oranlara çekerek sağlık açısından oldukça faydalı sonuçlar doğurduğu belirlenmektedir. Türkiye’de üretilen ekmeklerin glisemik indeksi üzerine yapılan çalışmada ortaya çıkan sonuçlara göre; fındık ekmeği ve bazlama yüksek glisemik indeksli (>70), tıbbi ekmeğin, beyaz ekmeğin ve simit orta glisemik indeksli (55-70), rüşeymle ekmeğin, cabata ekmeğin, çavdarlı ekmeğin, kepekli, taş değirmeni ekmeği ve köy ekmeği ise düşük glisemik indeksli (<5) grupta yer almaktadır (Gültekin, ve diğerleri, 2019). Çölyak hastası bireylerin beslenmesi üzerine yapılan bir başka çalışmada ise hastalara ekşi maya ile üretilen ekmeğin ve ekşi maya kullanılmadan üretilen ekmeğin tüketmeleri sağlanmakta ve sonuçlar gözlemlenmektedir. Buna göre ekşi maya kullanılmadan üretilen ekmeklerin tüketen grupta hastalık merkezlerinde artış görülmüştür. Ve bu grupta ince bağırsakta klinik semptomlarında artış yaşandığı gözlenmektedir. Ekşi maya ile üretilen ekmekten tüketen grupta bu belirtilen semptomlar saplanmamaktadır (Emirli, 2021).

2.6. FIRININ TEKNOLOJİLERİNİN TARİHSEL GELİŞİMİ

Ekmek pişirilme tarihinde Romalılarından çok önce Asurlular pişirme işlemini toprak kaplara koyarak yapmaktaydı. Greklerde pişirme işlemi fırında gerçekleşmekteydi. İlk fırınlar özellikle ekmek pişirmek için evlerde tasarlandı. İlerleyen süreçte umumi fırınlar kurulmaya başlanmaktadır. Fırın, “Furun” kelimesine en erken 14.yüzyıl hekimlerinden olan Hacı Paşa’nın yazdığı eser Müntehab-ı Şifa’da rastlanmaktadır. Fırın Arapçada “furn”, Yunancada “Fournos”, Latince “Funos”, Fransızca “Faor” ve İngilizce “Furnace” olarak adlandırılmaktadır. Günümüz Türkiye’inde yaygın şekilde “fırın” olarak adlandırılmaktadır. Bölgesel olarak da fırın ismi çeşitlilik göstermektedir. Kayseri de ‘horon’, ‘kutlan’ (küçük fırın), Tokat’ta ‘pıç’ gibi adlara rastlanmaktadır. Anadolu’da köy ve kasabalarda yaygın olarak evlerin bahçesine ya da eve bitişik fırın yapma alışkanlığı bulunmaktadır. Genel olarak ekmek yapmak için kullanılan bu fırınlarda zaman zaman içine çeşitli kaplarda yemekler konularak pişirilmektedir. Bu alışkanlık süreç içinde umumi fırınların açılması ile azalma eğilimi gösterse de varlığını devam ettirmektedir (Ögel, 1978).

Roma İmparatorluğu döneminde ilk umumi fırınların kurulmaya başlandığı M.Ö. 170 yıllarında, Roma halkı evlerde eskisi kadar pişirme işlemi yapmadığı bilinmektedir. Bu durumun yaygınlaşması ile M.S. 69-79 yıllarında Vespasian ile başlayarak, Flaviaulus sülalesi döneminde fırıncıların kamu görevlisi olarak konumlandırılmasına karar verilmektedir. Böylece devlet eline geçen fırıncılıkta kar artık fırıncılara değil fırıncılar birliği kasasına verilmekteydi. İlk fırın örnekleri içten yanmalı ve kubbeli olarak tasarlanmaktadır. Döşemeleri ise taş tabanlı olarak yapılmaktaydı. Fırın içerisindeki ısı her noktaya eşit dağılmadığından dolayı içinde farklı yemeklerin de pişirilmesi mümkündü. Fırın içerisinde ısının muhafaza edilmesi ve sabit tutulabilmesi amacı ile fırın taş tabanına izolasyon malzemesi olarak iri çakıl, kum, cam kırıkları ve tuz döşenmekteydi. Günümüz fırınları gaz ve elektrik ile çalışmaktadır. Bu iki yöntem ile çalıştırılan fırınların atası sayılabilecek ilk fırınlardan bir tanesi Fransa’nın Alsace kentinde 1940’da inşa edildi. 1833’te ise ilk kömür fırını icat edildi. 1826 yılında İngiliz mucit James Sarp tarafından ilk gaz ile çalışan fırını patenti alındı. Elektrikli fırın patenti için tarihçiler ayrıma düşseler de ilk patent Thomas Hathaway’e verildi. Eski Türkler de ekmek pişirme teknikleri çok çeşitlidir. Ekmeklerini kendi pişirme tarzına göre

isimlendirmişlerdir. Fırın sözcüğü Türkçe 'ye İtalyanca'dan gelmektedir. Türkler fırın için, Harezmşahlar çağında 'ekmek pişürür ev' denilmekteydi. Kıpçak ve Mısırda ki Memûk Türklerinin de 'ot orni', fırın için kullanılmaktadır (Ögel, 1978). Türk kültüründe fırının ilk örnekleri 'ocak' ile başlamaktadır. Ocak, köken olarak öz Türkçedir. Ateş anlamına gelen od sözcüğüne çak eki getirilmesi ile türetilmiştir. Ocak, ateş yakılan yer, ısınmak ve pişirmek gibi amaçlarla düzenlenerek yeri ifade etmektedir. Temel anlamı dışında ise 'dirlik, düzen, aile, yuva, ev, soy, kök' gibi mecazi anlamlar kazanmaktadır. Türk kültüründe ocak, sözlü ve yazılı kültürde kutsiyet atfedilmiştir.

Tarih öncesi devirlerde dahi insanların evlerinde mutfak için bir alan ayırdıkları ve mutfağa dair araç gereçleri burada kullandıkları görülmektedir. Böylece mutfak kültürü insanlık tarihinin başlangıcının da göstergesidir. Divan-ü Lugati't-Türk'te, Türklerin 7. Yüzyılda yemek pişirmek için salonun yanında küçük bir bölüm ayrıldığı yazmaktadır. 11. Yüzyıla gelindiğinde ise küçük odaların bugünkü mutfak gibi kullanıldığı ve adının 'aşlık' olarak geçtiği anlaşılmaktadır (Naskali, 2003). Ekmeğin, farklı fırınlarda pişirilmesi kalitesini, hacmini ve genel yapısını etkilemektedir. Farklı fırın tipleri kullanılan yakıtı göre ve fırın tiplerine göre değişmektedir. Ekmeğin uzun süre bayatlamaması gıda israfını önlemek ve karı arttırmak için önemli bir husus olarak nitelendirilmektedir. Türkiye'de ortalama günlük olarak kişi başına 400 gram ekmek düşmektedir. Bu miktar ekmeğin günlük beslemedeki yerini göstermekle beraber ülkede ki ekonomik, kültürel ve sosyal yapıyı tayin etmektedir.

Mezopotamya toplumu yiyecek hazırlamada ateşi en iyi kullanan toplumlardan biriydi. Alev veya köz üzerine konulan seramik kaplar içinde pişirme işlemi yapılmaktaydı. Aynı dönem zarfında kubbeli fırınlar inşa edilmiştir (Arslantaş & Yılmaz, 2022). Mezopotamya'da ekmekler 'tinuru' adı verilmekte olan fırınlarda, hamur topları açılarak fırın duvarına yapıştırılarak pişiriliyordu. Günümüzde kullanılan tandır (tannur) kelimesi 'tinuru' kelimesinden geldiği düşünülmektedir. M.Ö.3. başlarında kubbeli fırınların inşa edilmeye başlaması ile aktif şekilde bu fırınlar içerisinde yemeklerin ve aynı zaman da ekmeğin pişirildiği bilinmektedir. Fırın içerisin de yemeklerin pişirilmesi sonucu yemeklerden çıkan buhar ile nemli bir ortam meydana gelerek aynı zamanda fırın içerisine atılan ekmek hamurunun da bu nem sayesinde ağır ağır piştiği ve böylelikle kabaran ekmek haline dönüştüğü tahmin edilmektedir. Fırın içerisinde ekmek hamuru pişirilirken, suyun buharlaşması, hacim genişlemesi, nişastanın jelleşmesi, proteinin

denatürasyonu, kabuk oluşumu vb. gibi birkaç temel karmaşık fiziksel işlemin bir araya gelmesidir (Mondal & Datta, 2008).

2.7. EKMEK PİŞİRİLMESİNDE DİKKAT EDİLMESİ GEREKEN DURUMLAR

Fırıncılık endüstrisi süreç içerisinde incelendiğinde son 150 yılda bir devrim geçirdiği görülmektedir. Köylerde bulunan küçük esnaf fırınları süreç içerisinde yerini ileri teknoloji fırıncılık sektörüne bırakmaktadır. Bu süreç zarfında değişimin nedenleri arasında; ekmek tüketimin hızlanması, ekmek üretimi esnasında ekipman desteği ile işçiliğin azalması gibi sebeplerden dolayı endüstriyel fırıncılık ekmek üretimini geleneksel üretimden devir aldı. Ekmek endüstrisinin kilit anahtarı “verimlik” ilkesiyle olarak ilerledi. Gelişen bilinçli pazara yanıt verebilmek adına gün geçtikçe yeni teknolojiler geliştirildi. Gelişen hızlı tüketim ve teknolojik değişimler neticesinde ekmek yapımında ve üretimi esnasında kullanılan bileşenlerin üretim esnasında standart ürün elde edebilmek ve maliyeti düşürmek adına gıda katkı malzemeleri ortaya çıkmaya başladı. Buna bağlı olarak daha kaliteli ürün, besinsel olarak üstün ürün geliştirme ve ekonomik değerlendirme için yeni pişirme teknolojisindeki sürekli iyileştirme çabası devam etmektedir. Ekmek mayalı bir üründür ve CO₂ üreterek fermantasyon gerçekleştirmektedir. Ekmeğin yapısının genişlemesi, gazın oluşumu ve sistemde hapsolması ile oluşmaktadır. Bu nedenle, pişirme teknolojilerinin çoğu, mayalama gazlarını hapsedmek için doğru ısı sabitlemeleri yapmanın yolunu aramaktadır (Balaji, 1991). Günümüzde küresel manada enerji ihtiyacı sürekli olarak artış göstermektedir. Bu ihtiyacın karşılanması için kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları da kaybolmaktadır. Ters orantılı seyreden arz talep grafiğinde fark enerji maliyeti de artmaktadır. Bu da doğrudan enerji ihtiyacı gerektiren her alanda maliyetin artmasına sebep olmaktadır. Enerjinin azalması sonucu fosil yakıtların enerji kaynağı olarak kullanımı artmaktadır. Sonucunda karbon salınımı artmakta, küresel ısınma hızlanmaktadır. Bu kapsamda hem ekonomik hem de çevresel sorunlar meydana gelmektedir. Böylece günümüzde ki önem arz eden konulardan en önemlisi yakıt sorunsalıdır (Turgutlu & Yurddaş, 2015). Ekmek pişirebilmek için ısı yolu ile açığa çıkan enerji gerekmektedir. Bu enerjiyi sistemini sağlayabildiğimiz düzeneklere sahip mekanizmaya “fırın” denilmektedir. Yakıtın yanması sonucu ateş ve yüksek sıcaklık ile ısı enerjisi ortaya çıkmaktadır. Yakıtın yanma

işlemi kontrollü olarak gerçekleştirilmektedir. Bunun içinde yanma olayını anlamak gerekmektedir.

Yanma olayı, hidrojen ve karbonun (yakıtın) havadan sağlanan oksijenle reaksiyona girmesiyle ortaya çıkmaktadır. Hidrojen, ısı, karbon ve oksijen bileşikleri reaksiyondan ortaya çıkan bileşik ürünleridir. Bu bileşenler yanma sonucu formları değişerek fırın bacasından çıkmaktadır. Pişirme esnasında maliyeti düşürmek için yakıtın tamamının ısıya dönüştürülmesi gerekmektedir. Maksimum ısı elde edebilmek içinse reaksiyona girmesi gerekenden daha fazla oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Teorik olarak fırın içerisinde kullanılan yakıtın yanmasının sağlanması için %3- %5 oksijene ihtiyaç duyulmaktadır. Oksijenin hava ile sağlandığı göz önüne alındığında, havanın teorik olarak %15- %20 daha fazla olması gerekmektedir (Anonim, 2011).

Sert kabuk oluşumu, pişirme esnasında su kaybının yaşanması ile ekmeğin yüzeyinde maillard reaksiyonu ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları meydana getirmekte ve toksik proses kontaminant içeriği yüksek ekmekler üretilmektedir (Aksoylu & Karakaya, 2013). Bunun nedeni pişirme sırasında hamurun yüksek kuru sıcaklığa maruz kalmasıdır (Jaeger, ve diğerleri, 2010). Ekmeği farklı pişirme yöntemleri uygulayarak kabuk kalınlığını azaltmak mümkündür. Tüm dünyada sıklıkla tüketilen gıdalarda HMF ve akrilamid gibi kontaminantların oluşması büyük risk oluşturmaktadır. Beslenmede önemli yeri olan ve toplumların enerji miktarını karşılayan ekmekte risk taşımaktadır. Bu nedenle ekmekte pişirme sistemi önem arz eder. Japonya, Kore ve diğer Güneydoğu Asya Ülkelerinde ekmeğin kabuğunda oluşacak kahverengileşme önüne geçmek ve en az kabuk olacak şekilde üretmek için pişirme esnasında buhar kullanımı yaygındır. Çin'in bazı bölgelerinde servis edilmeden önce ekmekler tekrar buhar işlemine tabi tutularak tazelenmektedir (Miskelly & Huang, 2016). Geleneksel bu metot günümüzde küçük ölçekli ticari fırınlarda kullanılarak pazarlanmaktadır. Düşük sıcaklıkta pişen ekmeklerde koyu kahverengi sert kabuk oluşmamakla beraber esmerleşme reaksiyonları gerçekleşmez (Ahrne, ve diğerleri, 2007). Düşük sıcaklıkta buharla ekmek pişirebilmek için kullanılan iki tip fırın bulunmaktadır. Bunlardan birisi atmosferik basınç ile çalışarak 100°C'de buhar sıcaklığı kullanarak çalışmaktadır. Diğer tip ise yüksek basınç kullanarak 100°C'den daha fazla sıcaklığa ulaşarak buharda pişirme sağlayabilmektedir. Ancak her ikisinde de hamur içi sıcaklığı nişasta jelatinizasyonu için yetersiz kaldığı için ekmekte hızlı bayatlamaya neden olmaktadır. Yüksek basınç ise

ekmeğin hacimsel olarak gelişmesini önlemektedir. Bu yüzden kabuk oluşturmada, nişasta jelatinizasyonun gelişmesini ve hacim arttırılmasını hedefleyen fırın üretilmesi gerekmektedir. Bunu sağlayan bir fırın, fırıncılık sektöründe mevcut değildir (Uslu, 2022). Geleneksel yöntemlerden birisi olan saman ateşinde pişirilen ekmekler 100°C’den yüksek ısıda pişmeye başlamakla beraber samanın doğal yapısından dolayı ekmek üzerinde ince kabuk oluşturmakta ve ekmek içi nişasta jelatinizasyonu sağlandığı için geç bayatlamaktadır. Ekmek pişirme teknikleri, ekşi hamur mikroorganizma metabolitlerinin koruyuculuğunu ve lezzet profili üzerinde etkili olmaktadır.

2.7.1 Geleneksel taş fırınlarda (saman, odun) ekmek pişirme işlemi

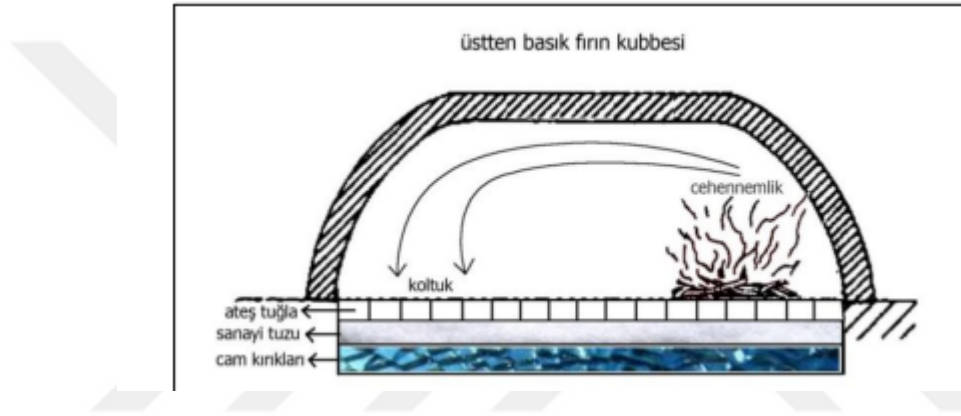
Günlük yaşam içerisinde tüketilen ekmek, simit, pide ve birçok çeşit yemek gibi gıdaların pişirilmesinde geleneksel yöntem olan fırın süre gelen mutfak araçları arasında vazgeçilmezliğini korumaktadır. Fırının resim 2.1’de ki gibi şekli, tasarımı ve inşası esnasında kullanılan malzemeler benzerdir. Özellikle inşası sırasında pişmiş toprak ve tuğladan örülerek inşa edilmektedir. Fırın içerisinde genellikle odun yakıtı enerji kaynağı ya da günümüzde kullanımı neredeyse unutulmuş saman ateşi kullanılmaktadır. Bu tarz fırınlar “Kara fırın”, “taş fırın” ya da saman fırın olarak adlandırılmaktadır (Köpüklü, 2021). “Kara fırın” ve “taş fırın” gastronomi alanı dışında seramik sektöründe kil şekillendirildikten sonra pişirme işleminde kullanılmaktadır. Enerji kaynağı olarak tezek, üzüm çekirdeği, üzüm posası, kurumuş asma dalları, saman talaş çekirdeği gibi enerji kaynakları fırın içerisine yerleştirildikten sonra ateşlendirilmektedir. İki ile üç saat dilimi boyunca kara fırının ısınması sağlanmaktadır. Gıda ürünü yerine kil pişirme işlemine tabi tutulmaktadır (Aslan, 2012). Saman ve odun fırınları yapısal olarak benzerlik taşır. Her ikisinde de üç önemli nokta vardır; zemin, kubbe ve yakıt. Bu üç bileşenin doğru kurulumu ile iş deneyimi ile ekmek üretimi iyileşmektedir. Kullanılacak odun ve samanın uygun bir yerde saklanması ateşi hızlandırarak verimi arttırmaktadır. Fırın zemini fırının içerisindeki ısıyı tutan ve ileten noktasıdır. Bu nedenle genellikle ısıyı tutan taş ya da döküm levhalar ile kaplanması tercih edilir. Son olarak kubbe yapısına bakıldığında kavisli olduğu görünür. Ancak kavisli yapı her zaman dışarıdan görünemeyebilir. Kubbenin yüksekliği fırının açıklığı ile orantılı olmalıdır. Hava akımını sağlayabilecek ve dumanı bacadan çıkartabilecek şekilde tasarlatılır. Böylece sıcak hava içeri dolaşabilmektedir (Green Mall Blog, 2017).



Resim 2.1. Saman Ateşi Kullanılarak Yakılan Kubbeli Fırın

Geleneksel fırınların inşasında yapı malzemesi bakımından pişen toprak kullanılmaktadır. Başta ekmek yapımı olmak üzere pide ve çok çeşitli yemeklerin yapımında kullanılmaktadır. ‘Taş fırın’ ya da ‘kara fırın’ olarak isimlendirilmesine karşın fırının yapı malzemesi taştan değildir (Köpüklü, 2021). Elips tabana ve kubbe tavana sahiptirler. Tavan yüksekliği 1 metre civarında olacak şekilde ateş tuğlasının örülmesiyle kapatılır. İçerinde külü boşaltmak için kullanılan mekanizması bulunmaktadır. Mamulleri yerleştirmek ve bazı ürünleri çevirmek adına kullanılan fırıncı kürekleri bulunmaktadır. Bu kürekler çam veya kestane ağacından üretilmektedir. Bu ağaç türlerinden yapılan fırıncı küreklerine “pasa” adı verilmektedir (Şen & Ekinci, 2020). Fırının ağız kısmını kapatmayı sağlayan özel kapak bulunur. Fırınlarda odun kullanılmasının ağırlıklı sebebi odunun diğer yakıt türlerinden daha ucuz olmasıdır. Ekmekler fırına konulmadan yaklaşık 1 saat öncesinde fırın 280-300 dereceye kadar ısıtılması gerekmektedir (Anonim, 2013). Fırının inşaatı kırmızı kilden ve pişen tuğladan yapılmaktadır. Tuğlalarda bağlayıcı olarak balçık kullanılarak inşa edilir. Geleneksel anlamda ekmek fırınları ‘lime tuğla’ adı verilen 19*9*6 cm ölçülerinde olan ve 900 °C de pişirilerek hazırlanan, bünyesinde saman olan, kırmızı kilden pişirilen tuğlalar kullanılır. Fırının yanması ile tuğla içerisindeki samanlar da yanarak tuğlalardaki mukavemet ve hava boşluklarını artırır (Çizer, 2009). Kullanılan malzeme uzun ömürlü ve kullanışlıdır. “Kara fırın” ve “taş fırın” gastronomi alanı dışında seramik sektöründe kil şekillendirildikten sonra pişirme işleminde kullanılmaktadır. Enerji kaynağı olarak tezek, üzüm çekirdeği, üzüm posası,

kurumuş asma dalları, saman talaş çekirdeği gibi enerji kaynakları fırın içerisine yerleştirildikten sonra ateşlendirilmektedir. İki ile üç saat dilimi boyunca kara fırının ısınması sağlanmaktadır. Gıda ürünü yerine kil pişirilme işlemine tabi tutulmaktadır (Aslan, 2012). Taş fırınlar inşa edildiği yere göre isim alabilmektedir. Örneğin köy fırını, bağ fırını, bahçe fırını gibi isimlendirilebiliyor. Bu tarz fırınlar genellikle 1m- 1.5m arası çapta inşa edilir, doğal olması içinde balçıkla sıvanır. Kubbe yapılışında aynı malzeme ile sıvanır. Kubbeler genellikle ‘basık’ olarak tamamlanır. Fırının resim 2.2’deki gösterildiği üzere sağ kısmına ‘ateş evi’, sol kısmına ‘koltuk’ denir. Ateş evi ya da cehennemlik ateşin yandığı bölümdür. Koltuk ise ekmeklerin piştiği alandır.



Resim 2.2. Geleneksel Fırın Şeması (Aslan, 2012).

Geleneksel pişmiş toprak fırınlarda diğer kullanılan çamur türü de şamotlu çamurdan üretilen fırınlardır. Bu fırınların çapı en az 50 cm olmakta ancak taşınabilirliği mümkün oldukça bu boyutlar artış gösterebilir. Bacalı ya da bacasız üretilmektedir (Aslan, 2012).

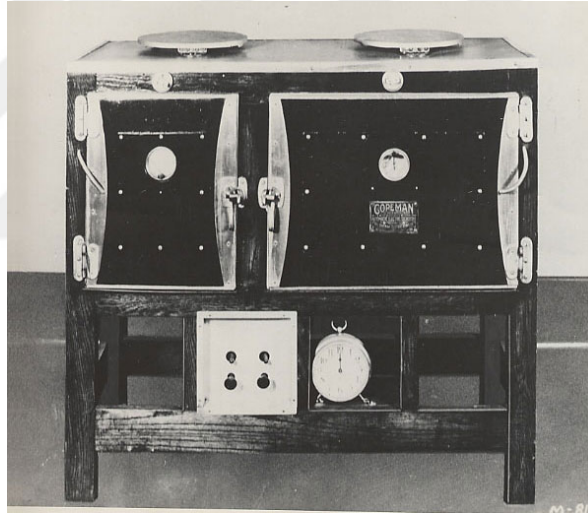
Türkiye’de en yaygın biçimde Isparta ve civarında ekşi hamur ile hazırlanan ekmeklerin pişirimi taş fırın kullanılmaktadır. Taş fırın içerisinde mamulleri pişirme esnasında özellikle şehirlerde gaz da kullanıldığı gözlenmektedir. Ancak en yaygın kullanılan enerji türü odundur. Kullanılan enerji kaynağına göre pişen ekmek veya mamullerde değişiklikler olduğu gözlenmektedir. Enerji kaynağı olarak odun kullanıldığında olumsuz olarak ekmeklerde ani yüzey kuruması meydana geldiği yani maillard reaksiyonun gerçekleşmesi ile kabuğun koyu renkli yapıya sahip olduğu görülmektedir. Enerji kaynağı olarak saman tercih edildiğinde ise tam tersi kabuğun açık renkli yapıya sahip olduğu görülmektedir. Odun ve saman kullanılarak pişirilen fırında

pişen ekmeğin lezzet bakımından olumlu şekilde lezzet bakımından aromatik bileşen bakımından çok daha fazla olduğu yapılan çalışmalar sonucu yer almaktadır (Bianchi, ve diğerleri, 2008). Taş fırın içinde pişen ekmeğin yapısı, lezzeti ve kokusu gibi etkenlerden kaynaklı olarak tercih edilme nedenleri arasındadır (Gül, ve diğerleri, 2021).

2.7.2. Elektrikli Konveksiyonel Fırınlarda Ekmek Pişirme İşlemi

Fırın tipleri arasında tercih edilme sebepleri taşınabilir, kurulum, bakım ve pişirme esnasında kolay kullanılabilir olması, yüksek dayanıklılığa sahip olmasıdır. Diğer fırın tiplerine nazaran mali açıdan daha uygun olması ve zaman açısından diğerlerine nazaran verimlilik bakımından yüksek performansa sahip olmasıdır (Olugbade & Ojo, 2018). Elektrikli fırınların mekanizmasının çalışma şekli; ısı enerjisine dönüşen elektrik enerjisi sayesinde gıdaların pişirilmesi amacı ile üretilmiş olan pişirme aracıdır. Pişirme işlemi süresinde alt, üst ve arka panellerinde yer alan ızgara sistemi bulunmaktadır. Mekanizması içinde yer alan elektronik kontrolü sağlayan termostat içermektedir. Fırın sıcaklığı, mamulleri nihai hale getirmek için bileşenlere bağlı olarak farklılıklar oluşturmaktadır. Mamullerin nihai sonuca oluşuncaya kadar fırın içerisinde kaldığı süre zarfı boyunca da ürünlerin boyutu ve şeklinin değişimi de ısıya bağlıdır (Ologunye, ve diğerleri, 2020). Mamullerin pişirilmesi sürecinde mekanizmanın içerisinde ısı alışverişi akışı sırasında radyasyon, kondüksiyon ve konveksiyon ile meydana gelmektedir. Bu tarz enerji kaynağı ile çalışan fırınlarda ısı akışı daha etkilidir. Radyasyonla ısıtma, yüzeyin enerjisi yayma şekli ile orantılıdır. Bu orantı doğrultusunda emisyonun fazla olmasından kaynaklı olarak ısıtma süresi de yüksek olmaktadır. Elektrikli fırınlarda; mekanizmanın içinde ki hava, ısı merkezi ve fırın içinde yer alan sıcak akışı ile konveksiyonla ısınmaktadır. Fırın içerisinde oluşan ısı ile hava akışı sayesinde konveksiyon sayesinde mamulle etki etmektedir (Chhanwal, ve diğerleri, 2010). Elektrikli konveksiyonel fırınlarda oluşan olumsuz faktörleri ortadan kaldırma adına eşit zaman aralıkları ile su buharı püskürtülmektedir. Yapılan bu proses ile tekstürel anlamda ekmek yüzeyinde eşit derecede pişme sağlanmaktadır. Kabukta renk standartlığı, eşitliği ve parlak bir görünüm elde edilmesini sağlamaktadır. Bu tarz hibrit fırınlarda pişirilen ürünler buhar takviyesi ile pişirme yapıldığından sağlık açısından kanser gibi hastalıklara sebep olabilecek cebri konveksiyon işlemi, fırın içinde kalma zamanı ve kabukta dehidrasyonu işlemleri ile engellemektedir (İşleroğlu & Ertekin, 2016).

İlk fırınların modellerinin ortak amacı içerideki ısıyı homojen dağıtmak ve ısıyı koruyarak ürünü pişirmektir. Fırın teknolojileri ilerledikçe resim 2.3'deki gibi dikkat edilen diğer noktalar üretim kapasitesi, enerji tasarrufu, kullanım kolaylığı artmaktadır (Anonim, 2013). Elektrikli fırınların ilk örneği 1889 yılının ağustos ayında yayınlanan The Electrician dergisinin haberine göre İsviçre'nin Sameden kentinde bulunan Hotel Bernina'da kullanıldı. Habere göre, üretilen fırın her türlü pişirme ve kızartma işlemini yapabilmektedir. Ancak fırını yapan kişi veya kişilere dair hiçbir bilgi bulunmamaktadır. Fırının çalışması için kullanılan elektrik akımı dinamo ile sağlanmaktadır. Bu fırından bir süre sonra ilk kez ticari amaç güdülerek 1891 yılında ABD'nin Minnesota eyaletindeki St. Paul kentinde Carpenter Electric Heating Manufacturing Corporation isimli şirket elektrikli fırın üretmiştir (Green Mall Blog, 2017).



Resim 2.3. Copeman Elektrikli Soba, 1912, İlk Otomatik Zamanlayıcısı Ve Isı Kontrolü Fırın (Green Mall Blog, 2017).

2.8. FIRIN TİPİNE GÖRE EKMEK YAPININ İNCELENDİĞİ ÇALIŞMALAR

Geleneksel ekmek fırınları cevri hava sirkülasyonu ile direkt ısıtma yaparak unlu mamulleri istenilen pişirme özelliklerine uygun olarak pişirilmesini sağlamak üzere dizayn edilmektedir. Bu fırınlar kullanışlı ve ekonomik kullanım sağlamaktadır. Geleneksel fırınlarda genellikle sürdürülebilir yakıt kullanılmakla beraber teknolojik gelişmeler fırınlarda kullanılan yakıt çeşitliliğini arttırmaktadır. Odun, kömür, bitkisel

yakıtların yanına elektrik, gaz (doğal gaz, LPG) ve motorin gibi yakıtlar eklendi. Farklı yakıt tiplerinin kullanılabilmesi için farklı fırın dizaynları türetildi. Ev tipi ve sanayi tipi olarak hayatımıza giren farklı yakıtlarla çalışan fırınlar, ön hazırlık getirmeksizin her an kullanıma hazır olmaları dolayısı ile kullanıcılara kullanım kolaylığı sağladığından hızla yayılım göstermektedir. Fırında kullanılan yakıt tipi değiştikçe fırının ekmeğe uyguladığı ısı ve pişirme süresi değişmekte ve farklı pişirme metotları duyuşal özellikleri birbirinden farklı ekmekler ortaya çıkarmaktadır. Pişirme metotlarının çeşitlenmesi sonucu ekmek üzerinde ki etkileri inceleyen literatürde rastladığımız çalışmalardan birkaçı aşağıda ki gibidir;

C.Uslu, Cihadiye (2022) bu araştırma ile; atmosferik basınçta ve 100°C'den yüksek sıcaklıkta yeni bir buharla ekmek pişirme fırını tasarlanarak yüksek sıcaklıktaki buharla ekmek pişirme tekniğinin; ekşi hamur mikroorganizma metabolitlerini koruyucu ve ekşi hamur ekmeği kabuk kalınlığını ve proses kontaminantları içeriğini azaltıcı etkilerinin araştırılması (Uslu, 2022).

Sumnu, ve diğerleri, (2005) mikrodalga, infrared ve infrared-mikrodalga fırınların ekmek pişirme metodu ve ekmek üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktadır. Buna göre IR-mikrodalga, konvansiyonel fırınlara göre zaman, enerji tasarrufu yönünden daha avantajlı olduğu tespit edilirken, ekmek pişirme özellikleri karşılaştırıldığında mikrodalgada kullanılan kızılötesi ısıtmadan dolayı ekmeklerin özgül hacimlerinin düşük, iç sertlik değerinin ise yüksek olduğu bildirilmiştir. (Sumnu, ve diğerleri, 2005).

Therdthai, ve diğerleri, (2002) beyaz sandviç ekmeği için en uygun sıcaklık profilini sağlayarak en iyi kalitede ürün elde etmeyi hedeflemektedirler. Sıcaklığın ve pişirme zamanının ekmeğin kabuk rengi, kırıntı sıcaklığı ve ağırlık kaybı gibi kalitesi üzerindeki etkilerini deneysel modeller oluşturarak matematiksel olarak modellemeyi amaçlamaktadır (Therdthai, ve diğerleri, 2002).

Sahaughnessy ve Newborough (2000) daha önce geleneksel fırınlarla yapılmakta olan testler ile kendi oluşturdıkları düşük emisyonlu fırın prototipinde yaptıkları testleri karşılaştırmaktadır. Bunun sonucunda kendi yaptıkları fırının diğer doğal ve zorlamalı konveksiyonel fırına nazaran enerji tasarrufu sağladığını tespit etmektedirler. Bu çalışmanın ekmek pişirme endeksi hesaplandı. Pişirme sırasındaki ağırlık kaybı ve yüzey sıcaklığı değerleri izlendi. Sonucunda düşük emisyonlu fırın,

geleneksel fırına göre daha yüksek performans ve daha düşük enerji tüketimi gösterdiği kanaatine varıldı (Shaughnessy & Newborough, 2000).

Manhiça, ve diğerleri, (2012) Mozambik'in güneyindeki fırınlarda yaptıkları araştırmada yaygın olarak kullanılan iki tip fırının performansını analiz edebilmektedirler. Dolaylı fırın, odunun özgül tüketimi açısından yarı-doğrudan muadilinden daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ekmek kalitesi olarak odun ateşinde pişirilen fırınla diğer fırında pişirilen ekmeğin kalitesinin aynı olmadığı bilgisine ulaşılmaktadır (Manhiça, ve diğerleri, 2012)

2.9. FIRIN SEÇİMİNDE BELİRLEYİCİ OLACAK ÖZELLİKLER

Yakıt seçiminde etkili özelliklerin başında yakıt malzemesinin bol miktarda olması, kolay bulunması, ucuz olması vardır. Yakıtın tutuşma sıcaklığı düşük olması olumlu özelliklerdendir. Katı yakıtların tutuşma sıcaklığı diğer sıvı ve gaz yakıtların tutuşma sıcaklığından daha düşüktür. Bunun sebebi katı yakıtların hidrojen, oksijen ve metal tuzların bulunması olarak düşünülür. Yakıtın yanabilme kabiliyeti hızlı olmalı, yanma ısısı yüksek olmalıdır. Yanma işleminin devam edebilmesi için hava ile temasının sürekli sağlanabiliyor olması gerekmektedir. Yanma sonucu oluşacak külün yakıt ile hava arasındaki teması kesmemesi gerekmektedir. Bu nedenle yakıt içindeki nem ve kül miktarının az olmalıdır. Fırında hava gereğinden fazla olmaması gerekir, aksi taktirde azot ve nem bacadan atmosfere bir miktar enerjiyi de beraberinde götürür. İnsan ve çevre sağlığına zararlı olmaması gerekmektedir. Yakıt bulunması ve alınması dış ülkelere bağımsız olmalıdır. Yakıtın güvenli olması yangın ve patlama emniyeti olması gerekmektedir. Saklama koşulları kolay olmalı, ufalanmamalı ve çevre şartlarından etkilenmemelidir (Güney, 2014).

2.9.1. Geleneksel Fırın (Saman, Odun) ve Elektrikli Konveksiyonel Fırınlrın Farkları

Ekmek pişirilmesinde kalitenin elde edilmesinde ki en önemli faktör sıcaklıktır. Pastel ve diğerleri, (2005) pişirme sırasında farklı ısıtma profillerinde üretilen ürünlerin özelliklerini karşılaştırmaktadırlar (Pastel, ve diğerleri, 2005). Nem ve su aktivitesi, sertlik, nişastanın termal özellikler ve diğer özelliklerin pişirme işlemi sırasında ısıtma hızına bağlı olduğunu bulmuştur. Pişirme sırasında esmerleşmenin gelişimi, esas olarak

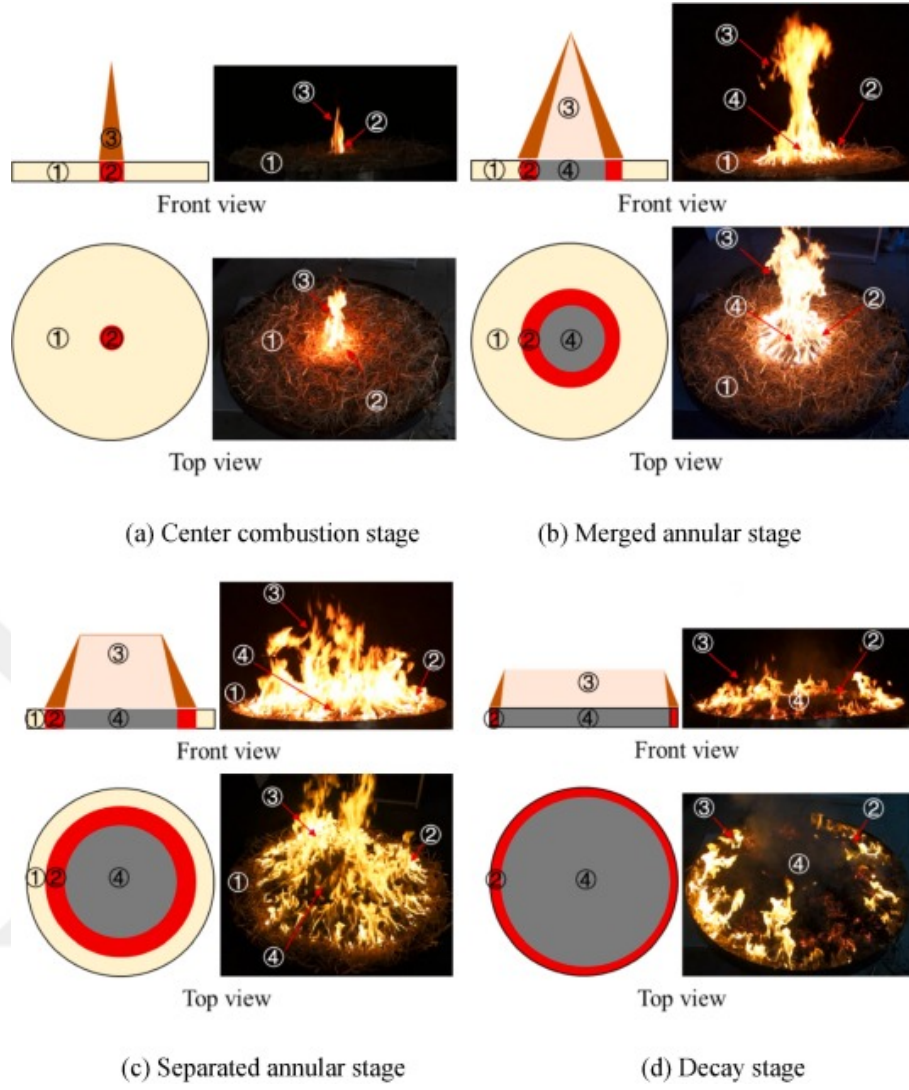
sistemin sıcaklık ve su aktivesinden etkilenen dinamik bir süreçtir (Purlis, 2010). Esmerleşme, Maillard reaksiyonu ve karamelizasyon ile üretilen renkli bileşiklerin birikmesinden kaynaklıdır. Taş fırın içerisinde mamulleri pişirme esnasında en yaygın kullanılan enerji türü odundur. Özellikle şehirlerde gaz da kullanıldığı gözlenmektedir. Fakat kullanılan enerji kaynağına göre pişen ekmek veya mamullerde değişiklikler olduğu gözlenmektedir. Enerji kaynağı olarak odun kullanıldığında olumsuz olarak ekmeklerde ani yüzey kuruması meydana geldiği yani maillard reaksiyonun gerçekleşmesi ile kabuğun koyu renkli yapıya sahip olduğu görülmektedir. Enerji kaynağı olarak gaz tercih edildiğinde ise tam tersi kabuğun açık renkli yapıya sahip olduğu görülmektedir. Odun kullanılarak pişirilen fırında pişen ekmeğin lezzet bakımından olumlu şekilde lezzet bakımından aromatik bileşen bakımından çok daha fazla olduğu yapılan çalışmalar sonucu yer almaktadır (Bianchi, ve diğerleri, 2008). Maillard reaksiyon ekmeği hacimsel olarak etkilemekle beraber renk, tat ve aroma gibi duyuşal özelliklerdeki değişikliklerden kısmen sorumludur. Esmerleşmenin gelişimi, hamur formülasyonuna (yani amino bileşikler, şekerler ve kabartma maddeleri) ve çalışma koşullarına (sıcaklık ve su aktivitesi) bağlıdır. Sıcaklıktaki değişimler su aktivitesini doğrudan etkiler ve bu da mikrobiyal aktivite seviyesini belirler. Su içeriği ve dağılımı, kırıntının yumuşaklığını, kabuğun gevrekliği ve raf ömrü gibi tekstürel özellikleri belirler (Wagner, ve diğerleri, 2007). Thorvaldsson ve Skjoldebrand pişirme işlemi sırasında sıcaklık profilinin üretilen ekmeğin kalitesini etkilediğini göstermiştir. Ölçümler ekmeğin alt, orta ve üst konumlarında K-tipi termokuplar kullanılarak yapılmaktadır. Pişmiş yumuşak ürünlerin kalite indeksi ilk olarak merkezlerinde yapılan ölçümlerle belirlenir. Merkez, nişastanın jelleşmesinin meydana geldiği yerdir. Burada yapılan ölçüm aynı zamanda harmonik bir atış ile karakterize edilir. Pişirme sırasında ısı ekmeğin dış tabakasından merkezine doğru ilerler. Sıcaklık yüzeyde hızlı bir şekilde artarken, merkezde çok daha yavaş artmaktadır. Yapılan testlerde ekmeğin pişirilme esnasında yüzeydeki su buharının kısmi basıncı merkezden daha yüksek olarak çıkmaktadır. Bunun nedeni su buharının basınç farkını azaltmak için merkeze doğru ilerlemesidir. Ekmeğin ortasındaki sıcaklık, ancak yüzeyden daha aşağıda olduğunda su buharı oluşur. Merkezdeki iç sıcaklık daha sonrasında artarak 100 derecede sabit kalır. Kırıntıdaki sıcaklık ise son pişme anına kadar sabit kalır. Pişirme haznesindeki sıcaklık ekmek kabuğu ve tabanı üzerinde doğrudan bir etkisi vardır. Ateş ızgarası sıcaklığı 450 derece

olduğunda, somun altındaki sıcaklık 350 derece civarlarında seyrederek. Ekmek tepesindeki sıcaklık, termokupl yerleştirilerek ölçülebilir. Kabuk oluşumu sürecinde fırında doğru miktarda buhar elde etmek gerekir. Düşük miktarda buhar, yüksek buhar iletim hızına ve geçirgenliğe sahip olan daha ince kabukla sonuçlanır. Böyle bir kabuğun depolama sırasında daha uzun süre gevrek kalması beklenir (A.Fortoul, ve diğerleri, 2012). Bununla birlikte, artan kabuk su buharı geçirgenliği, iç kırıntıdan daha fazla su kaybına neden olabilir. Bu da istenmeyen kırıntı kuruluğuna yol açar (Hirte, ve diğerleri, 2012). Tek ve aynı fırındaki pişirme süresi, pişirme sıcaklığına bağlıdır. Yüksek pişirme sıcaklığı, kısa pişirme süresinde yapıldığında ince kabuk oluşumuna ve son üründe düşük nem içeriğine neden olur. Sıcaklık düşük olduğunda ve uzun pişirme süresi tutulduğunda ekmekte kalın kabuk oluşumu yaşanır ve nem içeriği yüksek olur. Ekmeğin rengi, nem içeriği, pişirme süresi ve pişirme sıcaklığının bir fonksiyonu olarak gelişir (Zanoni, ve diğerleri, 1995). Pişen ürünün raf ömrü, pişirme işleminin süresi ve sıcaklığından etkilenir (Mondal & Datta, 2008). Su molekülleri, hamurun yapımından tüketim anına kadar ürünün her aşamasında ve özellikle de yüksek sıcaklıkta kısa işleme tabi tutulanlarda oldukça karmaşık ve önemli bir rol oynar. Su aktivitesi, bir numunedeki ‘serbest’ suyun mevcut hacmi ve mevcudiyeti olarak tanımlanır ve su içeriği (g su/g madde) arasındaki aralıklarla ölçüldüğünde, mikrobiyolojik stabiliteyi etkileyen yüzeylerdeki mikrobiyolojik büyümeden sorumludur. Kombine gıdalarda suyun migrasyon ve denge özellikleri, ürünün raf ömrü stabilitesi için önemli bir noktadır. Yüksek pişirme sıcaklıkları aw seviyesini desteler ve farklı bileşenler arasında denge sağlar. Kombine bir gıdanın raf ömrü su taşıma seviyesi ve buna bağlı olarak yeterince yüksekse bağlı nemin ayarlanmasını sağlar. Bu kombine unlu mamullerde mikrobiyal stabilitesinin bir göstergesi olarak su aktivitesinin kullanımını basitleştirir. Pişirme işlemi sırasında nişastanın tamamen jelatinleşmesi dikkate alınması gereken temel bir pişirme indeksidir. Nişasta tamamen jelatinleşmedikçe ekmeğin görünüm ve doku açısından duyuşal kabul edilebilirliği tamamlanamayacaktır. Bu da ekmek merkezinin sıcaklığının 95-98 derece olduğunda tamamen gerçekleşir (Manhiça, ve diğerleri, 2012).

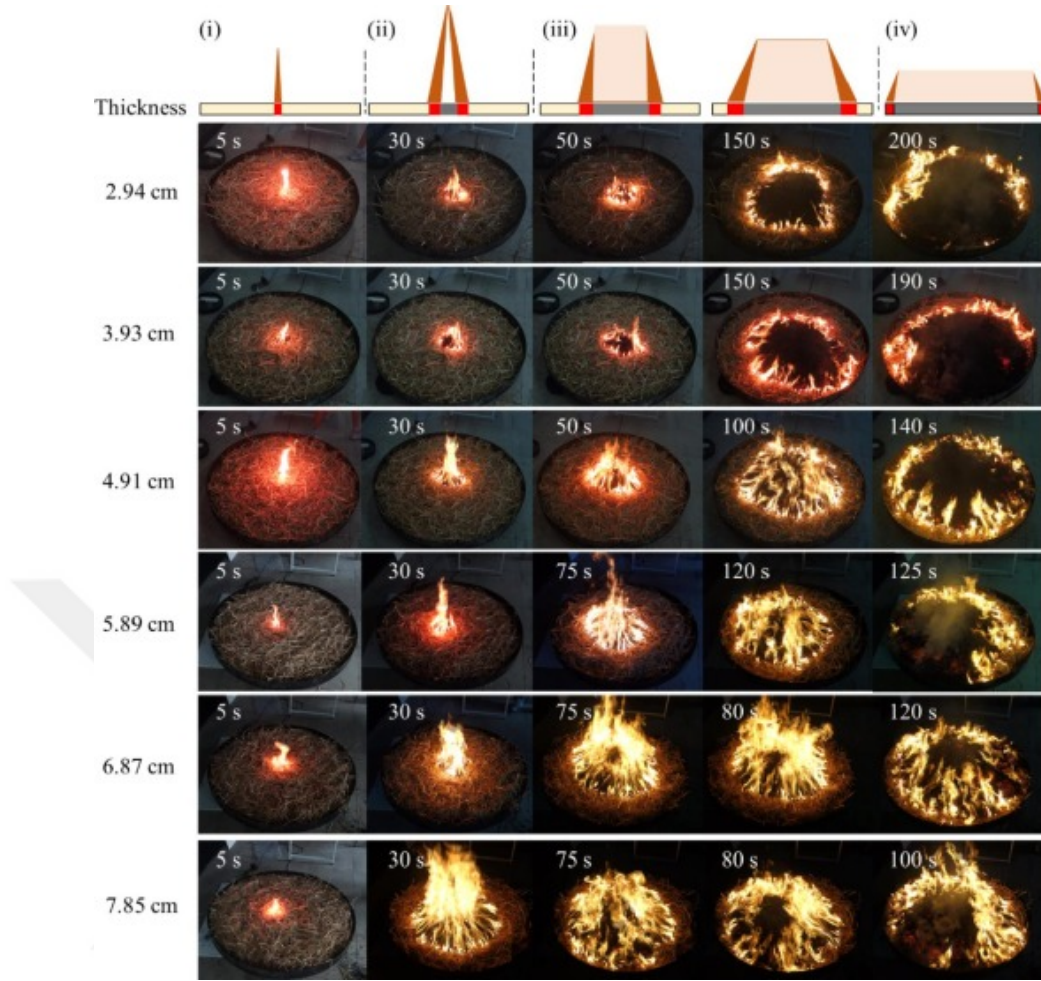
2.9.2 Samanın Yanma Aşamaları

Biyokütle samanının kontrolden çıkarak yanmaya başlaması ve ateşin ilerlemesi hızlıdır. Çin ve Türkiye gibi ülkelerde basit ve ucuz yöntem olduğundan ekinler hasat

edildikten sonra tarlada kalan samanlar yakılmaktadır. Büyük tehlikeler doğurabilen bu işlem orman alanlarının yanmasına dahi neden olabilir. Yanan samanın yayılımının anlaşılması, biyokütle samanının tipik bir yakıt olarak verimli ve güvenli bir şekilde kullanmak açısından önemlidir. Tipik yanıcı samanının kimyasal reaksiyon kinetik süreci, diğer yanıcı maddelerle benzerlik göstermektedir. Saman yanma esnasında uçucu maddeler çökertilir, hava ile karışır ve ardın yanma eylemi başlar. Yanma maddenin kömür ve kül olmasına kadar devam eder. Cong Li (2022) yaptıkları deneyde yakıt olarak ufalanan saman kullanmaktadırlar. Deneyden önce samanı 80 derece sıcaklıkta ve sürekli havalandırma altında ön ısıtma işlemine tabi tutmuşlardır. Kurutma işlemi nemi azaltmak ve yanma üzerindeki etkisini kaldırmak için 5 saatten fazla sürmüştür. Daha sonra 60cm, 90 cm, 120cm çaplarında ve başlangıç kütleleri 100g ila 1600 g arasında olan silindirlere istiflenmiştir. Açığa çıkan ısıyı izole etmek için samanların altına yanmaz tahta konulmuştur. Sonucunda resim 2.4 ve 2.5'te gösterildiği üzere birden fazla elde edilen deneysel olguların gösterdiği, samanının bir nokta kaynaklı ateşle tutuştuktan sonra, alev dışarı doğru yayılmaktadır. Yanma işlemi sırasında alev yapıları kabaca dört tipik aşamada gösterilmiştir; 1.yayılacak yanmamış saman, 2 yanan saman, 3 alev, 4 saman külü şeklinde.



Resim 2.1. 120cm Çapında Ve 7,85 Cm Kalınlığındaki Samanın Tipik Yanma Aşamalarının Yapısal Diyagramları (Li , ve diğerleri, 2022).



Resim 2.2. Yayılacak Yanmamış Saman, 2 Yanan Saman, 3 Alev, 4 Saman Külü . 120cm Çapındaki Samanın Yangın Yayılım Evrimi (Li , ve diğerleri, 2022).

İdeal olarak saman homojenliği nedeniyle yangın yayılımı tüm yönlerde senkron olarak ve sabit bir hızda ilerlememektedir. Bu nedenle alev iç ve dış cephelerinin şekilleri dairesel olmamaktadır (Li, ve diğerleri, 2022).

2.9.3. Samanın Çevresel Faydaları ve Sürdürülebilirlik

20.yüzyılda sanayinin gelişmesi ve artmasıyla enerji ihtiyacı da giderek artmaya başlamıştır. Dünyadaki enerji ihtiyacının %88'i mevcut enerji sistemleri ile sağlanırken sadece %12'lik kısım yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmaktadır. Bu dağılım gelecekte dünyamız için olumsuz sonuçlara neden olabilecek şekildedir. Bu nedenle yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelmesi gerekmektedir (Şenol & Açikel, 2018).

Saman, ülkemizde yıllık olarak yenilenebilen hasat zamanlarında bol ve kolay bulunabilen doğal atık malzemesidir. Saman, hasat sonrası tahılın sapından alınmasıyla

elde edilir. Türkiye’de yılda bir kez buğday biçildiğinden, samanda yılda bir kez elde edilebilir. Tablo 2.2’ buğday ve ayçiçeği atıkları miktarı ve toplanabilirlik değerleri verilmiştir.

Tablo 2.2. Buğday ve Ayçiçeği Atıkları Miktarı ve Toplanabilirlik Değerleri (Anonim, 2007.)

Ürünler	Atıklar	Alan(hektar)	Üretim(ton/hektar) Miktarı	Toplam Atıklar(ton/hektar)	
				Teorik	Gerçek
Buğday	Saman	1	3,5-3,8	2,5	2,15-1,9
Ayçiçeği	Sap	1	1,5	4,1	3,9-3,6

Dünya enerji konseyi Türk milli komitesi (DETMK) tarafından hazırlanan tablo 2.2’de verilen verilerine göre hektar başına 2.15 ton buğday samanı atık çıkmaktadır. Hasat işleminin her sene devam ettirilebilir olmasından dolayı saman sürdürülebilir doğal bir atık durumundadır. Dünya’da saman atığının yoğun olduğunu görmekteyiz. Örneğin Amerika’da her yıl 200 milyon ton saman çıkmakta ve değerlendirilmektedir (Altun, ve diğerleri , 2018). Saman atığının çıkabilmesi için saman miktarını arttırabilmek buğday hasadının verimliliğine bağlıdır. BM Gıda Görünümü raporuna göre, 2020-2022 yılları arasında Türkiye en çok buğday üreten ülkelerden birisidir (Anonim, 2022). Bu da toprağın sağlıklı ve verimli kalabilmesi için tazelenmesi, karma ürün ekimi yapılması gibi yöntemlere bağlıdır. Samanlar tarlaların kenarında bırakıldığında erozyonu kontrol edebilmektedir. Günümüzde saman atıklarının bir miktarı besicilik alanında yem olarak ve mantar gibi ürünlerin yetiştiriciliğinde gübre olarak kullanılmaya başlanılmaktadır (Başkaya & Eryıldız, 2000). Dünyada gelişen ülkelerin, politikalarında dikkat ettikleri en önemli unsur enerjidir. Verimliliği arttırmak ve enerji yoğunluğunu azaltmak için çeşitli sistemlerin gelişmesini desteklemektedirler (Altun, ve diğerleri, 2018).

BÖLÜM 3. METARYAL ve METOT

Deneyisel çalışma olarak tezde kullanılan fırınlar ve yakıtlar saman ateşi ile yanan köy fırını, odun ateşi ile yanan taş fırın ve elektrik enerjisi ile ısınan konveksiyonel fırın olmaktadır. Fırınlarda pişirilmek üzere un ve sudan elde edilen ekşi maya kullanılarak hazırlanan ekmeğin pişirilmesi için Karababa Asmalı Fırınları tesisi kullanılmıştır.

3.1.MATERYAL

Ekmeğin yapımında buğday unu Tekirdağ'da Süne markasından alınmıştır. Maya süne unu ve sudan üç yıl önce hazırlanmıştır. Kaya tuzu Çankırı ilinden alınmıştır. Tablo 3.1'de gösterilen malzemeler dışında bir malzeme veya katkı maddesi ekmeğin yapımında kullanılmamıştır. Kullanılan malzeme ve ekipmanların marka ve menşei ile ilgili detaylar Tablo 3.1 ve Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Çalışmada Kullanılan Gereç Listesi

Malzeme	Marka	Menşei
Beyaz Unu	Süne Un	Tekirdağ/Türkiye
Tam Buğday Unu	Süne Un	Tekirdağ/Türkiye
Ekşi Maya	Ev Yapımı	Türkiye
Kaya Tuzu	Çankırı Kaya Tuzu	Çankırı/Türkiye
Su Asma Yaprığı	Buzdağı Mansur	Sakarya/Türkiye Tokat

Tablo 3.2 Çalışmada Kullanılan Araç Listesi

Elektrikli Fırın	Unox Bakertop Fırın Mindmaps Plus XEBC 06EU-EPR
Odun Ateşi Fırın	Çinili Fırın
Saman Ateşi Fırın	Karababa Asmalı Fırın
Metal Kap	Özel Yapım

3.2. YÖNTEM

Çalışmada ekmek hamuru ekşi maya **kullanılarak elde** edilmiştir. Elde edilen ekmekler üç farklı ısıtma sistemi ile çalışan üç fırında pişirilmiştir. Elde edilen ekmeklerin duyu ve **doku** analizleri yapılmıştır. Çalışmada kullanılan fırın tipine göre ekmekler; Elektrikli fırında pişirilen ekmek (elektrikli), Odun ateşinde pişirilen ekmek (odun), saman ateşinde pişirilen ekmek (saman)'dır.

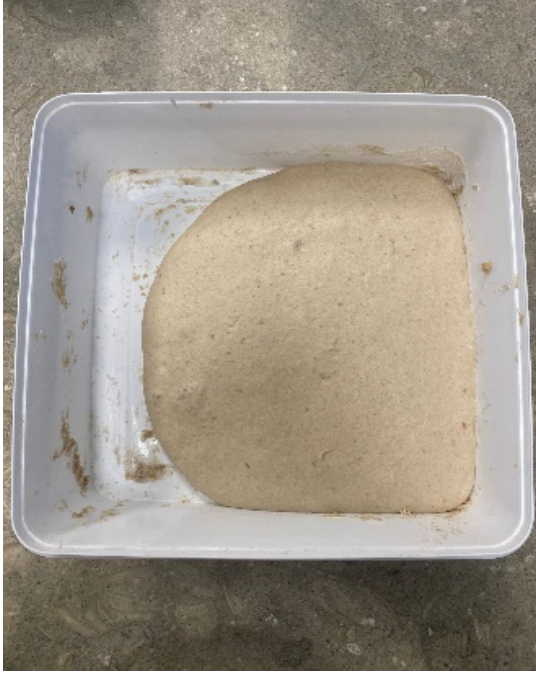
3.2.1. Ekşi Maya Ekmek Hazırlanması

Araştırmada geleneksel ekşi mayalı ekmek reçetesi uygulanmaktadır (Ronay, 2021). Reçetenin üç katı olacak şekilde malzeme ölçüsü kullanılarak hamur elde edilmiştir. Süne marka beyaz un 800g, 300gr tam buğday unu, 780g içme suyu ve 19g kaya tuzu eklenmiştir. Ekşi maya olarak dört yıl boyunca un-su ile aktif tutulmakta olan ekşi mayadan 50g kullanılmıştır. 50g ekşi maya 100 g un ve 100 ml su ile 12-13 saat önce karıştırılarak doğal fermentasyona bırakılarak hazırlanmıştır. Hamur üç eşit parçaya ayrılarak aynı şartlarında yoğurma ve katlama işlemlerine tabi tutularak hazırlanmıştır. +10°C dolapta 15-16 saat kadar soğuk fermentasyona tabi tutulmuştur. Dolaptan çıkarıldıktan 2 saat sonra fırınlarda pişirme işlemi başlatılmıştır. Tablo 3.3'deki ekşi maya ile ekmek reçetesi kullanılmıştır.

Tablo3.3 Ekşi Maya ile Ekmek Reçetesi (Ronay, 2021)

Malzemeler	Ölçüler
Beyaz un	800 g
Tam Buğday Unu	300 g
Ekşi Maya	50 g
Kaya Tuzu	19 g
Su	780 ml
Asma yaprağı	5-6 adet

Yapılışı
• 50g maya 100g su ve 100g beyaz un karıştırılır. • 1000g un ve 680g su karıştırılır. Bir saat bekletilir. Tuz ilave edilir. • Yarım saat arayla 3 kez katlama uygulanır. • 15-16 saat +10°C dolapta dinlendirilir. • Tepsie asma yaprağı serilir üzerine ekmek konulur. • Fırın tipine göre pişirilir.



Resim 3.1. Ekmek Hamurunun Hazırlanması

3.3. FIRIN ÖRNEKLERİNİN SEÇİLMESİ PİŞİRİLME İŞLEMİNİN REÇETELENDİRİLMESİ

Ekmek tarifi yapılan deneler sonucu hazırlanmıştır. Tarif üç fırında uygulanacağı için üç katı şeklinde yapılmıştır. Ekmek numuneleri 6 Nisan 2023'te üretilmiştir. Hava sıcaklığı 14°C /11°C'dir.

3.3.1.Elektrikli Fırın

Çalışmada elektrik enerjisi ile çalışmakta olan Unox marka fırın kullanıldı. Fırında aşamalı olarak pişirme yapıldı. Birinci aşamada 210°C %100 buharlı 20 dk , ikinci aşamada 200 °C 20 dk ve son olarak üçüncü aşamada 190°C 15 dk pişirildi. Fırının özelliklerine bakıldığında gelişmiş buhar sistemi ve pişirme esnasında yönünü değiştirebilen fanlar bulunmaktadır. Nem oranı ayarlanabilen tasarıma sahiptir. Kontrolleri ve aşamaları ayar kontrol paneli üzerinden takip etmek mümkündür. Elde edilen ekmeğin pişirilme derece ve zaman aşamaları Tablo 3.4'de verilmiştir. Kullanılan fırına ait görsel Resim 3.1'de verilmiştir.

Tablo 3.4 Elektrikli Fırın Ekşi Maya Ekmek Pişirme Isı/Zaman Tablosu

Elektrikli Fırın	Isı (°C)/ Zaman (dk)
1.Aşama	210/25
2.Aşama	200/20
3.Aşama	190/15

Yapılışı
- Fırın açma düğmesine basılır, buhar vanası açılır. - Uygulanacak basamaklar ve Isı, buhar, zaman programlanır. - Ön ısıtma derecesi ayarlanır ve program başlatılır. - Ön ısıtma tamamlanınca kapak açılır ekmecekler konur ve programın sonlanması takip edilir.



Resim 3.2. Unox Bakertop Fırın Mindmaps Plus XEBC-06EU-EPR



Resim 3.3. Elektrikli Fırında Pişirilmesi Yapılan Ekmek

3.3.2. Geleneksel Odun Kullanılarak Isıtılan Fırın

Çalışmada kullanılan odun fırını günlük olarak işlemekte olan mahalle fırınıdır. Meşe odunu kullanılmaktadır. Isı odun yakıtından sağlanmakta olup 300 °C kadar çıkmaktadır. Pişirme sırasında içerideki ısı kademeli olarak düşmektedir. Hazırlanan örnek ekmek yaklaşık 50-55 dk boyunca pişirildi. Ardından alınarak soğutma işlemi için

bekletildi. Elde edilen ekmeğin pişirilme ısı derecesi ve zaman aşamaları Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5. Geleneksel Odun Fırın Ekşi Maya Ekmek Pişirme Isı/Zaman Tablosu

Geleneksel Odun Fırın	Isı (°C)/ Zaman (dk)
1.Aşama	350/20-25
2.Aşama	300/20-25
3.Aşama	250/20-25

Yapılışı
• Odun fırınının zemini temizlendikten sonra odunlar bir köşeye toplanır ve burada yakılır. • Fırının kapağı kapatılır ve ısı 300-350°C dereyi bulana kadar fırının içi ısıtılır. • Ardından ısınan fırına ekmekler konulur ve pişene kadar beklenir.



Resim 3.4. Odun Ateşli Ekmek Fırını



Resim 3.5. Odun fırınında pişirilen ekmeği

3.3.3. Saman Kullanılarak Isıtılan Fırın

Çalışmada, 2023 yılında Karababa köyünde inşaatı tamamlanan saman yakılarak ısıtılan döner tabanlı köy fırınları kullanılmıştır. Fırında yakıt olarak saman balyası kullanılarak fırın yakılmıştır. Samanlar yanıp kül haline geldikten sonra ekmekler fırına konulmaya başlamıştır. Yaklaşık 55 dk süren pişirme işleminden sonra ekmekler çıkartılarak soğumaya bırakılmıştır. Elde edilen ekmeğin pişirilme ısı derecesi ve zaman aşamaları Tablo 3.6’de verilmiştir.

Tablo 3.6. Saman Fırını Ekşi Maya Ekmek Pişirme Isı/Zaman Tablosu

Saman Fırını	Isı (°C) / Zaman (dk)
1.Aşama	190/20-25
2.Aşama	180/20-25
3.Aşama	170/20-25

Yapılışı

- Fırının içi temizlenir.
- Samanlar fırın içerisine ağız kısmında konulur. Saman tutuşturulur.
- Fırının ağız kapağı kapatılır.

-
- Samanlar yanıp kül haline geldikten sonra, kapak açılır ve ekmekler fırın içerisine yerleştirilir.
 - Ekmekler 55-60 dakika pişirilir. Ve çıkartılır.
-



Resim 3.6. Saman Kullanılarak Ateşlenen Fırın



Resim 3.7. Saman kullanılarak yakılan fırında pişen ekmek

3.4. DUYUSAL ANALİZLER

Bu çalışmada kullanılan ekmeklerin duyu analizlerinin ilk aşaması Tekirdağ'da Orijin Trakya Gıda çalışanları ile gerçekleştirildi. Duyusal analize katılan panelistler yaşları 45-55 arasında değişen 15 (12 kadın 3 erkek) kişi ile yapılmıştır. Genel tüketici beğenisine sunulduğu için panelistlere duyu analiz eğitimleri verilmemiştir.

Ayrıca İstanbul Arel Üniversitesi gastronomi bölümü lisans ve akademisyenleriyle duyu analiz gerçekleştirilmiştir. Bu analizde 57 (23 kadın 34 erkek) ile analiz tamamlandı. Toplamda 72 eğitimsiz panelist ile gerçekleştirilen duyu analiz bu süreçle tamamlanmıştır.

Üretilen ekmekler duyu analizde kullanılmak üzere aynı büyüklükte (4cm² yüzey 6cm yükseklik), kabuk kısımlarını da (alt kabuk- üst kabuk) kapsayacak biçimde ayrılmış, farklı sayılarla kodlanarak (Örn: 07, 04, 93 vb.) içme suyu, tükürük hokkası, yeşil elma ve sade galeta ile birlikte, kadınlar ve erkeklerden oluşan eğitimsiz panelistlere sunulmuştur. Ekmek örneklerinin her bir panelist tarafından eksiksiz biçimde duyu analizlerinin yapılması ve kendilerine verilen duyu analiz formundaki lezzet, görünüş,

tekstür, koku, ağızda bıraktığı his ve genel beğeni açısından değerlendirilmesiyle ilgili soruları puanlamaları istenmiştir (Aydın, ve diğerleri, 2017)

Duyusal analiz formunda, duyusal değerlendirmeler ekmeklerin duyusal kalite kriterlerini içeren Dursun, 2006 ve Pala, 2012 incelenerek, örnekler lezzet (tatlı, ekşi, tuzlu, buğday aroması, tutsü aroması, yaprak aroması), tekstür(kabuk kalınlığı, çiğnenebilirlik, kabuk sertliği, iç yapı sertliği, yapışkanlık, ufalanma), görünüş (hacim, kabuk rengi, iç rengi, gözenek yapısı), koku (genel koku yoğunluğu), ağızda bıraktığı his ve genel kabul edilebilirlik değerlendirilmesi için 5 puanlı hedonik skala (1-kötü, 2-zayıf, 3-orta, 4-iyi, 5-çok iyi) tercih edilmiş ve panelistlerden her ekmek örneği için bir puandan beş puana kadar değerlendirilmesi istenmiştir Elde edilen duyusal analiz sonuçlarını daha ayrıntılı görebilmek açısından örümcek ağı grafik yöntemi tercih edilmiştir. Örneklem seçiminde rastgele örneklem seçiminden yararlanılmıştır. Duyusal analiz kapsamında yapılmış olan tüketici testinde evren; Orijin Trakya Gıda çalışanları ve İstanbul Arel Üniversitesi öğrencileri ile eğitmenleridir.

3.5. TEKSTÜR PROFİL ANALİZİ

Duyu organları ile gıdaların görünüş, kinestetik ve lezzet olmak üzere üç kalite niteliği tayin edilebilir. Gıdaların görünüşleri ve renkleri, göz aracılığıyla belirlenirken, lezzet ve sıcaklıkları ise dildeki papillalar ile belirlenmektedir. Kinestetik özellikler için burundaki olfaktör reseptörlerle algılama sağlanmaktadır. Besinlerin tekstürü duyusal analizler ile belirlenmektedir (Ertaş & Doğruer, 2010) .

Tekstür analizi için Namık Kemal Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Araştırmalar Uygulama ve Araştırma Merkezi (NABİLTEM)'deki Tekstür analiz makinesi (Stable Micro Systems, TA HD Plus Texture Analyzer) kullanılarak yapılmıştır. 25 mm alüminyum silindirik uç ile her bir ekmek numunesi 36 mm kalınlığında kesilerek teste tabi tutulmuştur. Her bir numune %50'sine kadar sıkıştırılmıştır. 0.1 g güç çözünürlüğü ve 0,01-40mm/s hız aralığı ile Doku profil Analizi (DPA) gerçekleştirilmiştir. Üç ekmek numunesinde (Elektrikli fırında pişirilen ekmek, odun ateşinde pişirilen ekmek, saman ateşinde pişirilen ekmek) üçer adet üretilmiş, toplamda 9 ekmeğin tekstürü incelenmiştir. Her ekmekten 4 numune çıkarılmıştır. Numuneler 36 mm çapında kesilmiş ve üst kısımları düz olacak şekilde düzeltilmiştir. Bu test ile

ekmeklerdeki sertlik, yapışkanlık, yaylanma, sakızimsılık, çiğnenebilirlik ve dayanıklılık dereceleri ölçülmüştür. Bu teste tabi tutulan ekmekler, testin yapılacağı gün pişirilmiştir. Pişirildikten sonra 4 saat soğutulmuştur. Soğutulduktan sonra kesilerek işleme alınmıştır.

3.6. İSTATİKSEL ANALİZLER

Araştırmam farklı pişirme metotlarının ekşi mayalı ekmek üzerindeki etkilerini duyuşal metotlar kullanarak tüketici beğeni düzeyini belirlemek amaçlanmaktadır. 72 katılımcı ile gerçekleştirilen duyuşal test sonuçları SPSS 25.0 programı ile analiz edilmiştir. Tadım testi ölçeği toplam puanı ve lezzet, tekstür, görünüş, genel değerlendirme boyutları güvenilirlik ve iç tutarlılık ölçümlemesi için Cronbach's alpha katsayısı hesaplanmıştır. Total puan ve lezzet, tekstür, görünüş, genel değerlendirme boyutları puanlarının üretimde kullanılan fırın tipine göre karşılaştırmasında One Way ANOVA (Tek Yönlü Varyans analizi) testi uygulanmıştır. Fırın tipine göre farklılık bulunan boyutlarda farklılığın kaynağı Post-Hoc testlerden Duncan ve LSD testi ile incelenmiştir. Alt boyut ortalama değerleri ve total puanları fırın tipine göre ayrı ayrı radar grafiklerle görselleştirilmiştir. İstatistiksel testlerin anlamlılık değerlendirmesinde ($\alpha=0,05$) olarak alınmıştır.

BÖLÜM 4. BULGULARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Çalışmanın bu bölümünde, yakıt türlerine göre sınıflandırılan fırınlarda pişirmek üzere ekşi maya ekmek yapılmıştır. Odun ve elektrik ile ısıtılan fırınlara alternatif yakıt türü olabilecek saman balyaları yakılarak ekmek pişirilmesi sağlanmıştır. Böylece tüketici açısından gıda endüstrisinde pişirme metotlarının değişmesi sonucunda ekmekte ki lezzet profilinin ve tekstür özelliklerinin değişebileceği gösterilmek istenmiştir.

Bu bölümde ekşi mayalı ekmeğin odun yakıtlı fırında, saman yakıtlı fırında ve elektrikli fırında pişirme sonucu değerlendirilmesini yapan panelistlerin demografik özelliklerine yönelik elde edilen veriler, ekmeklerin duyuşal değerlendirme verileri, ürün beğeni sıralama verileri, ürün beğeni ve tercih etme parametreleri istatistiksel analiz sonuçlarına göre değerlendirilmesi aktarılmıştır.

4.1.TEKSTÜR ANALİZİ BULGULARI ve SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Tekstür analizi ekmek içi ve ekmek kabuğu olmak üzere laboratuvar ortamında yapılmıştır. Elektrikli fırın, odun ateşi fırın ve saman ateşi fırın için üçer örnek ekmek alınarak değerler hesaplanmıştır. Kırılabilirlik ölçümü hem ekmek içi hem de ekmek kabuğu için yapılamamıştır. Yapışkanlık özellikleri ise kabuk ölçümü için elde edilememiştir. Ekmek içi için tekstür analizi laboratuvar sonuçlarının istatistiksel analizi sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik maddelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0,05$) bulunmuştur. Ekmek kabuğu için tekstür analizi laboratuvar sonuçlarının istatistiksel analizinde ise yine sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik maddelerinde anlamlı farklılık ($P<0,05$) olduğu görülmüştür.

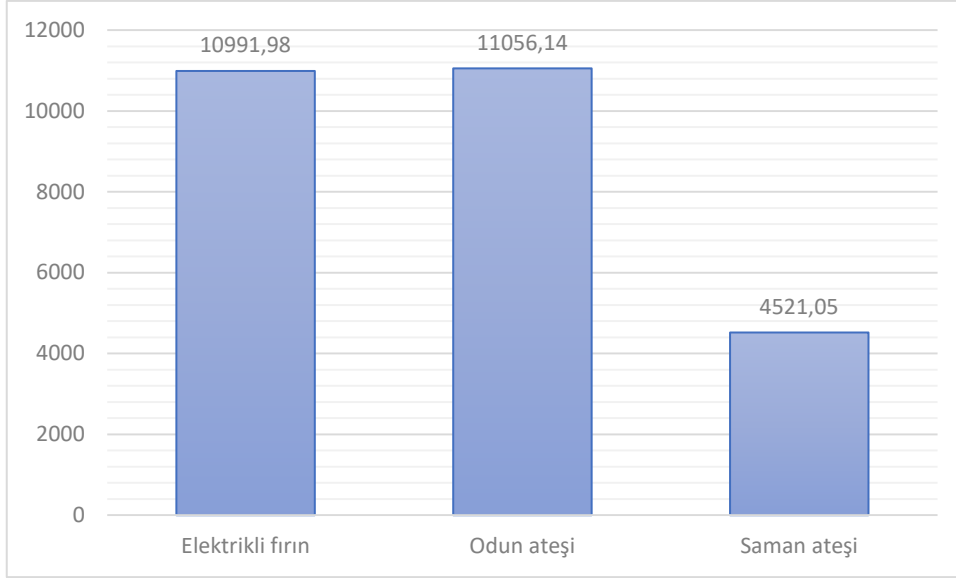
4.1.1. Ekmek İçi Tekstür Analizi Sertlik Ölçümü

Ekmek içi için tekstür analizi sertlik ölçümü sonuçlarına göre elektrikli fırın ve odun ateşinden elde edilen ortalama değerler, saman ateşinden elde edilen ortalama değere göre oldukça yüksek bulunmuştur. Elektrikli fırın ve odun ateşi sertlik değerleri ise oldukça yakındır (Tablo4.1 ve Şekil 4.1).

Tablo 4.1. Ekmek içi için tekstür analizi laboratuvar sonuçlarının istatistiksel analizi

	Sertlik*	Yapışkanlık	Yaylanma	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık*	Çiğnenebilirlik*	Esneklik
EF	10991,98±607,05 ^b	-49,27±4,65	0,94±0,00	0,62±0,01	6768,06±452,41 ^b	6343,93±410,54 ^b	0,27±0,01
OA	11056,14±672,13 ^a	-38,33±15,20	0,95±0,01	0,68±0,10	7500,54±844,88 ^a	7149,20±920,99 ^a	0,33±0,05
SA	4521,05±494,35 ^c	-47,01±29,88	0,93±0,03	0,59±0,03	2668,35±406,03 ^c	2491,65±433,70 ^c	0,26±0,03

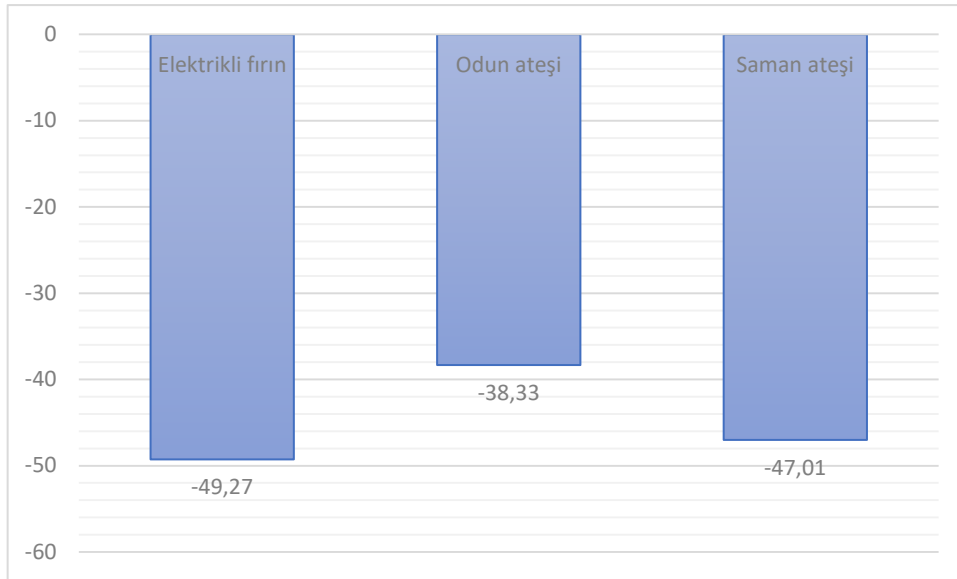
*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi TE:Tepit edilemedi



Şekil 4.1. Ekmek içi tekstür analizi sertlik ölçümü

4.1.2. Ekmek İçi Tekstür Analizi Yapışkanlık Ölçümü

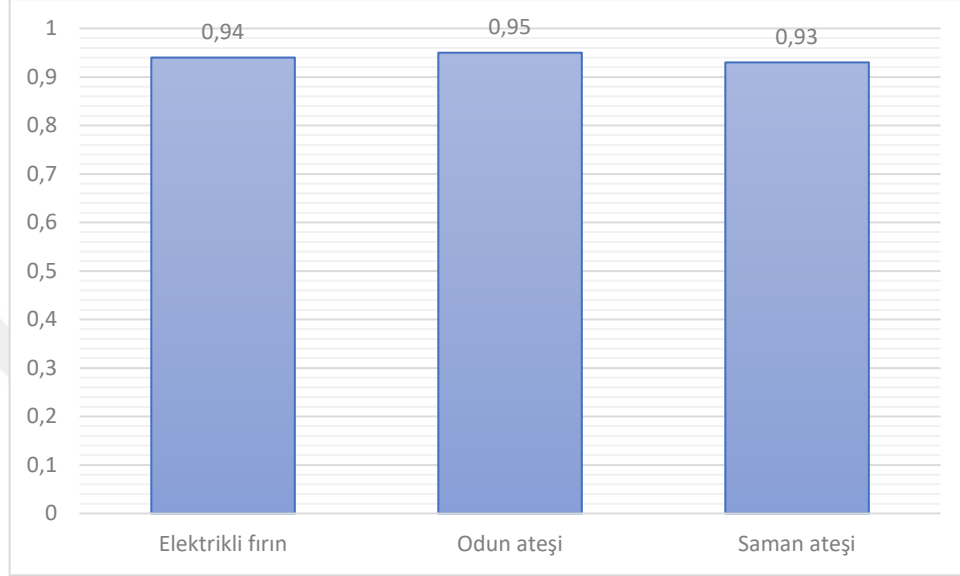
Ekmek içi için tekstür analizi yapışkanlık ölçümünde her üç fırından elde edilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Ancak grafikten de görüldüğü gibi odun ateşinden elde edilen ortalama değer elektrikli fırın ve saman ateşinden elde edilen ortalama değere göre düşük olduğu görsel olarak söylenebilir (Şekil 4.2).



Şekil 4.2. Ekmek içi tekstür analizi yapışkanlık ölçümü

4.1.3. Ekmek İçi Tekstür Analizi Yaylanma Ölçümü

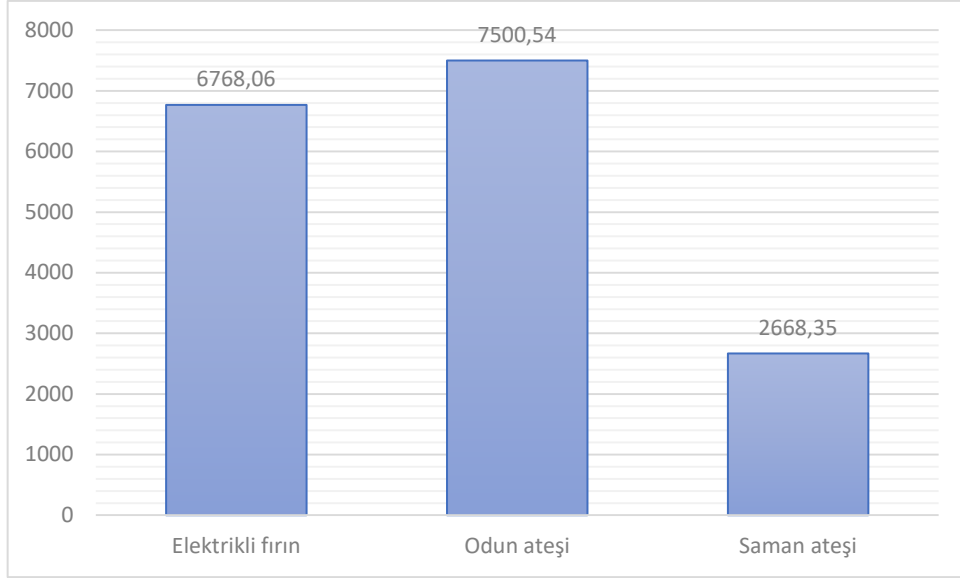
Ekmek içi için tekstür analizi yaylanma ölçümünde her üç fırından elde edilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Grafikten de bu değerlerin birbirine çok yakın olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Ekmek içi tekstür analizi yaylanma ölçümü

4.1.4. Ekmek İçi Tekstür Analizi Sakızımsılık Ölçümü

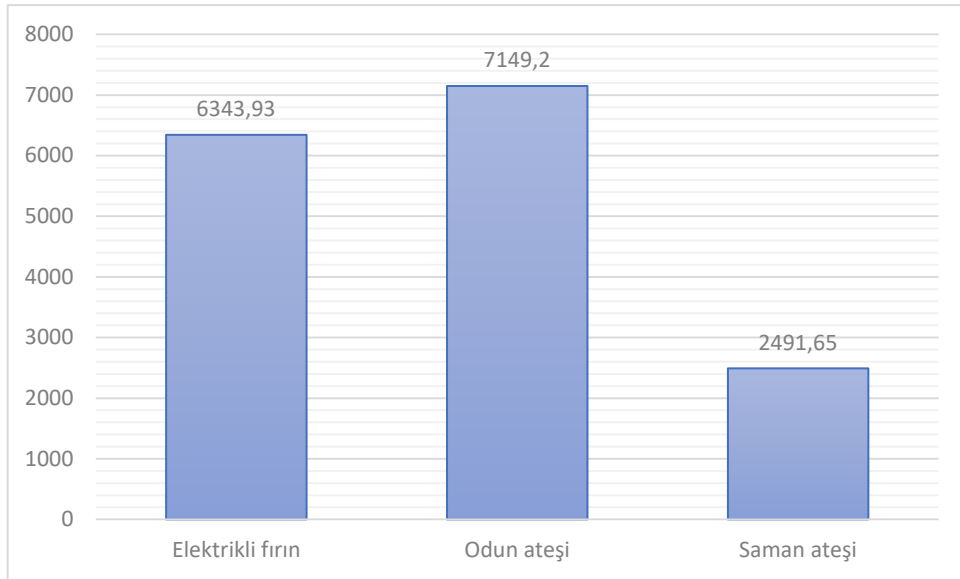
Ekmek içi için tekstür analizi sakızımsılık ölçümü sonuçlarında anlamlı farklılık bulunmuştur. Buna göre elektrikli fırın ve odun ateşinden elde edilen ortalama değerler, saman ateşinden elde edilen ortalama değere göre oldukça yüksek bulunmuştur. Elektrikli fırın ve odun ateşi sakızımsılık değerleri ise oldukça yakındır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Ekmek içi tekstür analizi sakızimsılık ölçümü

4.1.5. Ekmek İçi Tekstür Analizi Çiğnenebilirlik Ölçümü

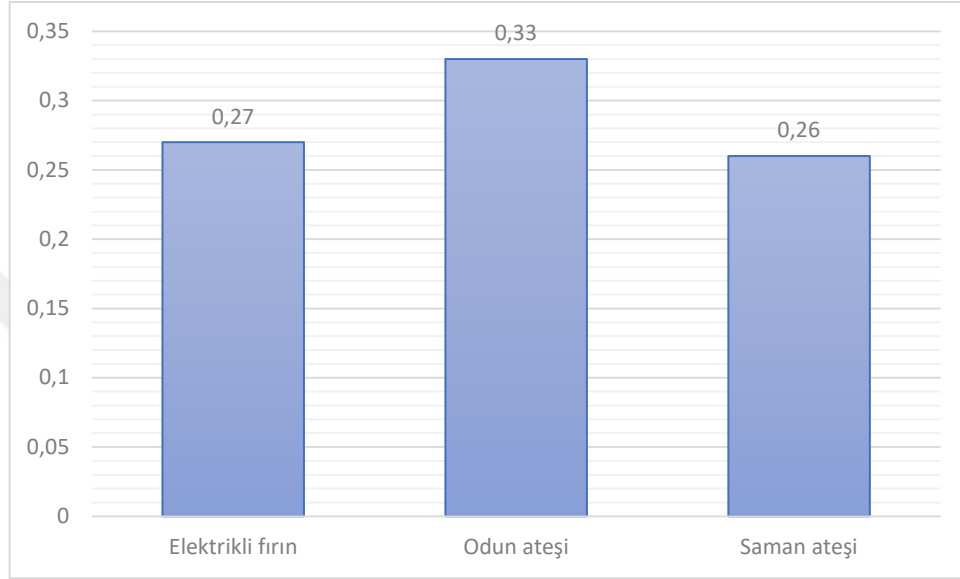
Ekmek içi için tekstür analizi çiğnenebilirlik ölçümü sonuçlarında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmıştır. Buna göre elektrikli fırın ve odun ateşinden elde edilen ortalama değerler, saman ateşinden elde edilen ortalama değerinden yüksek yüksek bulunmuştur. Elektrikli fırın ve odun ateşi çiğnenebilirlik değerleri ise oldukça yakındır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Ekmek içi tekstür analizi çiğnenebilirlik ölçümü

4.1.6. Ekmek İçi Tekstür Analizi Esneklik Ölçümü

Ekmek içi için tekstür analizi esneklik ölçümünde her üç fırın türünden elde edilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Grafikte ise görsel olarak odun ateşi fırınından elde edilen ortalama değer diğerlerinden görsel olarak ayrıştığı görülmektedir (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. Ekmek içi tekstür analizi esneklik ölçümü

4.1.7. Ekmek Kabuk Tekstür Analizi Ölçümü

Ekmek içi için tekstür analizi laboratuvar sonuçlarının istatistiksel analizi sertlik, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik maddelerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık ($P<0,05$) bulunmuştur (Tablo 4.2).

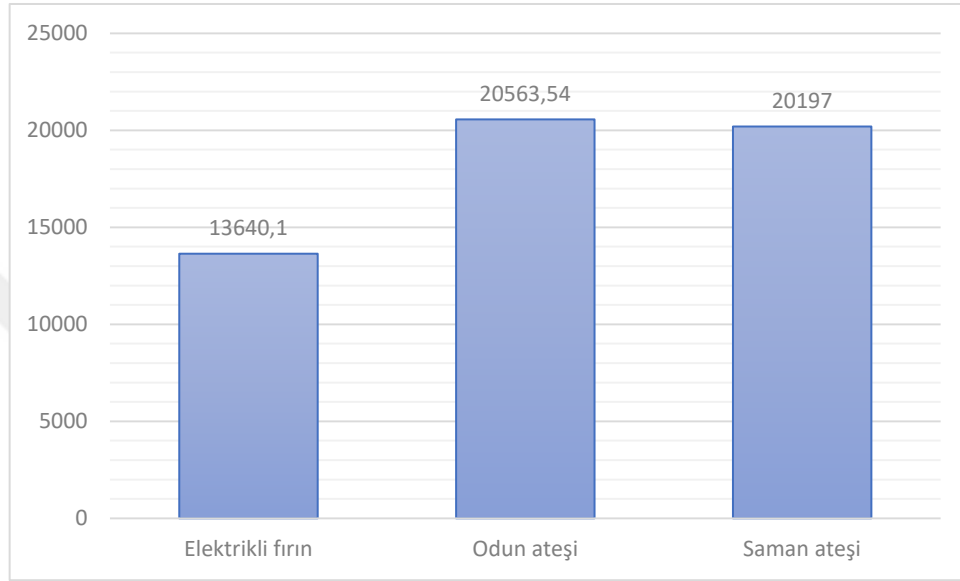
Tablo 4.2. Ekmek kabuğu için tekstür analizi laboratuvar sonuçlarının istatistiksel analizi

	Sertlik*	Yapışkanlık	Yayılma	İç Yapışkanlık	Sakızimsılık*	Çiğnenebilirlik*	Esneklik
EF	13640,10 ±1668,0 ^c	TE	0,90 ±0,02	0,64 ±0,10	8742,87 ±1277,09 ^b	7885,74 ±1263,94 ^b	0,24 ±0,01
OA	20563,54 ±278,06 ^a	TE	0,87 ±0,07	0,61±0,00	12471,57 ±206,07 ^a	10890,04 ±1099,0 ^a	0,25 ±0,00
SA	20197,00 ±715,83 ^b	TE	0,92 ±0,02	0,62 ±0,02	12427,89 ±282,96 ^a	11447,87 ±482,13 ^a	0,27 ±0,01

*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi TE:Tepit edilemedi

4.1.8. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Sertlik Ölçümü

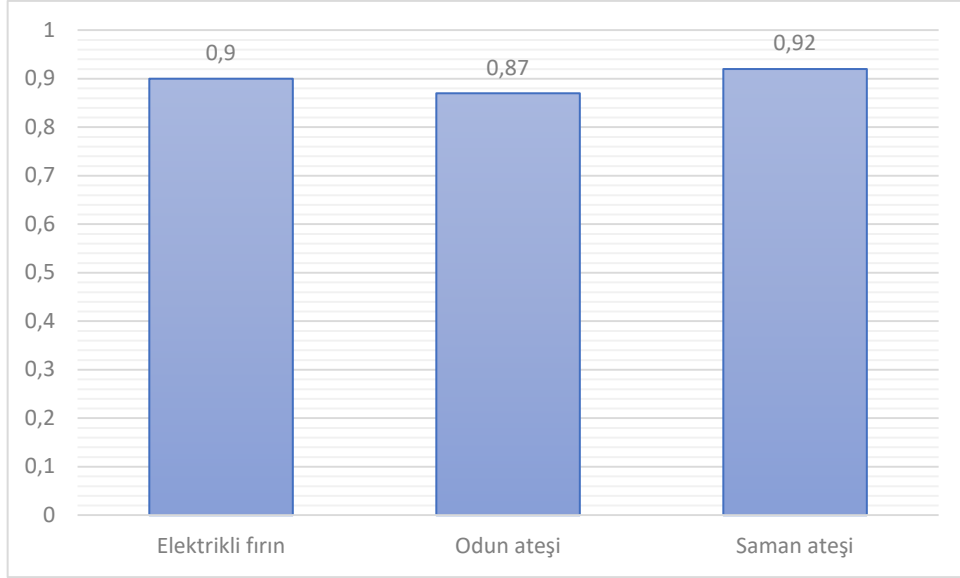
Ekmek kabuğu için tekstür analizi sertlik ölçümü sonuçlarında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmıştır. Buna göre Elektrikli fırından elde edilen ortalama sertlik derecesi, odun ateşi ve saman ateşi fırınından elde edilen ortalama değerden düşük bulunmuştur. Saman ateşi ve odun ateşi sertlik dereceleri ise oldukça yakındır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. Ekmek kabuğu tekstür analizi sertlik ölçümü

4.1.9. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Yaylanma Ölçümü

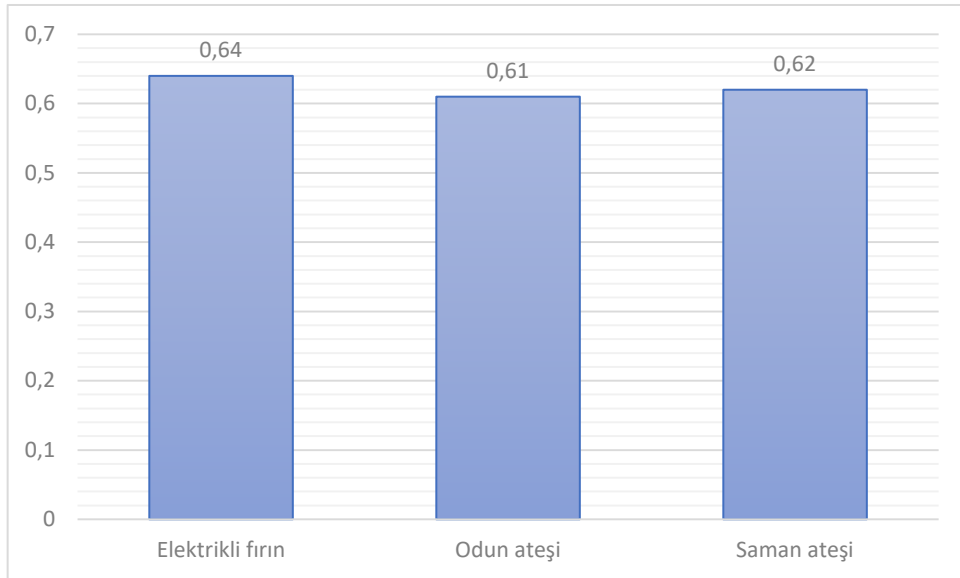
Ekmek kabuğu için tekstür analizi yaylanma ölçümünde her üç fırın türünden elde edilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Grafikte de değerlerin oldukça yakın olduğu görülmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Ekmek kabuğu tekstür analizi yayılma ölçümü

4.1.10. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Yapışkanlık Ölçümü

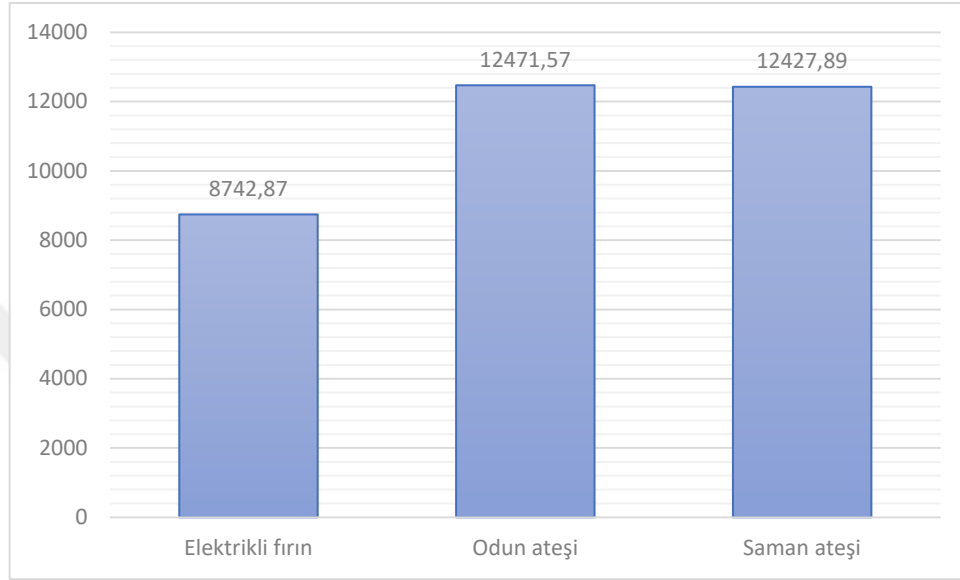
Ekmek kabuğu için tekstür analizi yapışkanlık ölçümünde her üç fırın türünden elde edilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı anlaşılmaktadır. Grafikte de değerlerin oldukça yakın olduğu görülmektedir (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. Ekmek kabuğu tekstür analizi yapışkanlık ölçümü

4.1.11. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Sakızimsılık Ölçümü

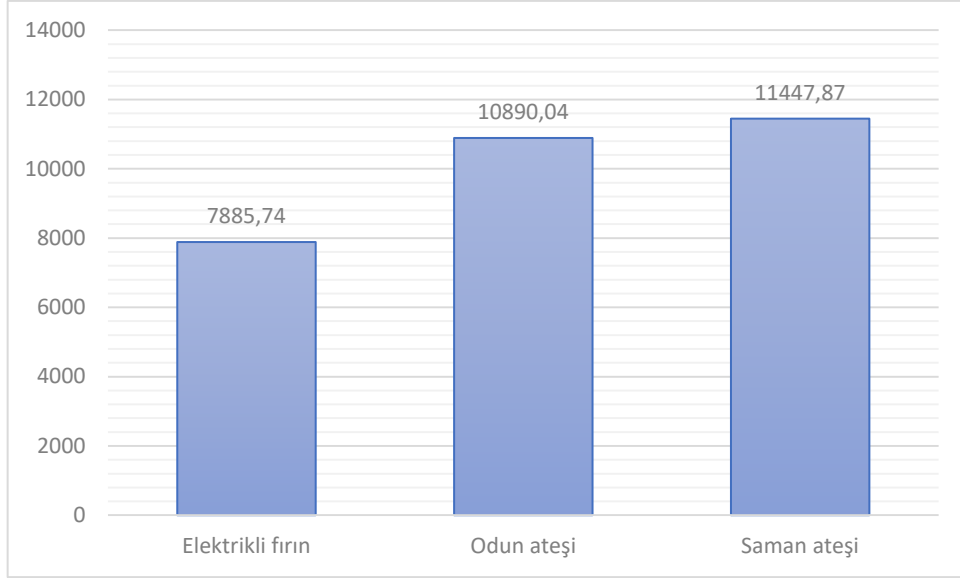
Ekmek kabuğu için tekstür analizi sakızimsılık ölçümü sonuçlarında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmıştır. Buna göre Elektrikli fırından elde edilen ortalama sakızimsılık derecesi, odun ateşi ve saman ateşi fırınından elde edilen ortalama değerden düşük bulunmuştur. Saman ateşi ve odun ateşi sakızimsılık dereceleri ise oldukça yakındır (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Ekmek kabuğu tekstür analizi sakızimsılık ölçümü

4.1.12. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Çiğnenebilirlik Ölçümü

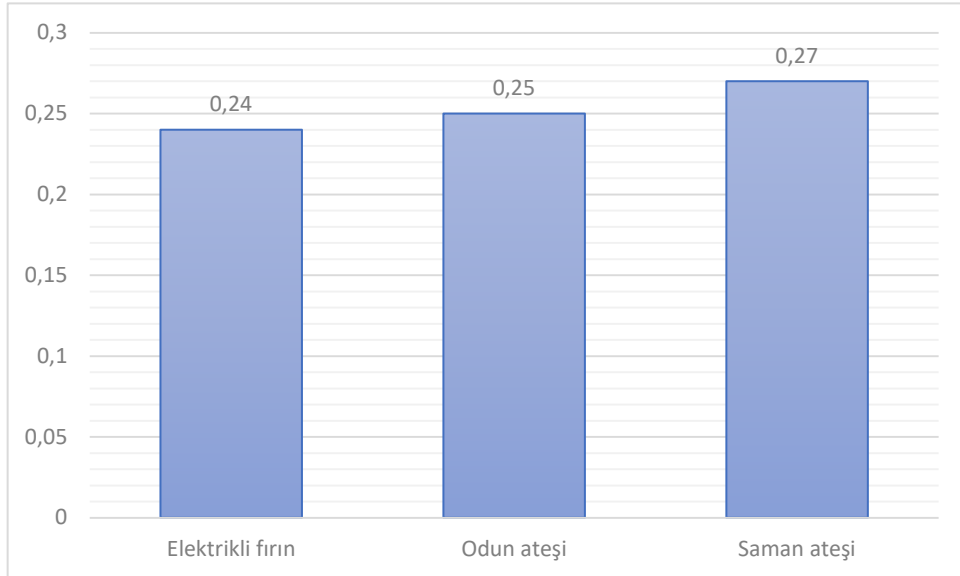
Ekmek kabuğu için tekstür analizi çiğnenebilirlik ölçümü sonuçlarında anlamlı farklılık olduğu anlaşılmıştır. Buna göre elektrikli fırından elde edilen ortalama çiğnenebilirlik derecesi, odun ateşi ve saman ateşi fırınından elde edilen ortalama değerden düşük bulunmuştur. Saman ateşi ve odun ateşi çiğnenebilirlik dereceleri ise oldukça yakındır (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Ekmek kabuğu tekstür analizi çiğnenebilirlik ölçümü

4.1.13. Ekmek Kabuğu Tekstür Analizi Esneklik Ölçümü

Ekmek kabuğu için tekstür analizi esneklik ölçümünde her üç fırın türünden elde edilen ortalama değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir. Grafikten de esneklik değerlerinin oldukça yakın olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Ekmek kabuğu tekstür analizi esneklik ölçümü

4.2. DUYUSAL ANALİZ BULGULARI ve SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

4.2.1. Duysal test ölçeği için güvenilirlik analizi sonuçları

72 katılımcı ile gerçekleştirilen duysal test sonuçları SPSS 25.0 programı ile analiz edilmiştir. Tadım testi ölçeği toplam puanı ve lezzet, tekstür, görünüş, genel değerlendirme boyutları güvenilirlik ve iç tutarlılık ölçümlemesi için Cronbach's alpha katsayısı hesaplanmıştır. Total puan ve lezzet, tekstür, görünüş, genel değerlendirme boyutları puanlarının üretimde kullanılan fırın tipine göre karşılaştırmasında One Way ANOVA (Tek Yönlü Varyans analizi) testi uygulanmıştır. Fırın tipine göre farklılık bulunan boyutlarda farklılığın kaynağı Post-Hoc testlerden Duncan ve LSD testi ile incelenmiştir. Alt boyut ortalama değerleri ve total puanları fırın tipine göre ayrı ayrı radar grafiklerle görselleştirilmiştir. İstatistiksel testlerin anlamlılık değerlendirmesinde ($\alpha=0,05$) olarak alınmıştır.

4.2.2. Duysal test ölçeği için güvenilirlik analizi sonuçları

Duysal test ölçeğinde Cronbach's alpha değerleri hesaplanarak katılımcıların testi uygulamada güvenilirlik ve tutarlılık düzeylerinin ölçülmesi istenmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Duysal test ölçeği Cronbach's alpha değerleri

Boyut	Madde sayısı	Cronbach's alpha
Lezzet	6	,802
Tekstür	6	,813
Görünüş	4	,856
Genel değerlendirme	3	,796
Duysal test total	19	,825

Duysal test 19 madde için total olarak (,825) değeri ile “yüksek güvenilirlik” değeri elde edilmiştir. Alt boyutlarda ise 6’şar maddeli lezzet boyutunda (,802), tekstür boyutunda (,813) ve 4 maddeli görünüş boyutunda (,856) değeri ile “yüksek güvenilirlik” derecesindedir. 3 maddeli genel değerlendirme boyutu için ise (,796) değeri ile “oldukça güvenilir” seviyesinde güvenilirlik değerleri elde edildiğinden katılımcıların duysal testi özenle yanıtladıkları ifade edilebilir

4.2.3.Duyusal Test Sonuçlarının Üretim Yöntemlerine Göre Karşılaştırılması

Duyusal testlerde elde edilen ortalamaların karşılaştırmasında Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) testi kullanılmıştır. Tespit edilen istatistiksel anlamlı farklılıkların kaynağı çoklu karşılaştırma testlerinden Duncan ve LSD testleri ile incelenip yorumlanmıştır (Tablo 4.4 ve Şekil 4.14).

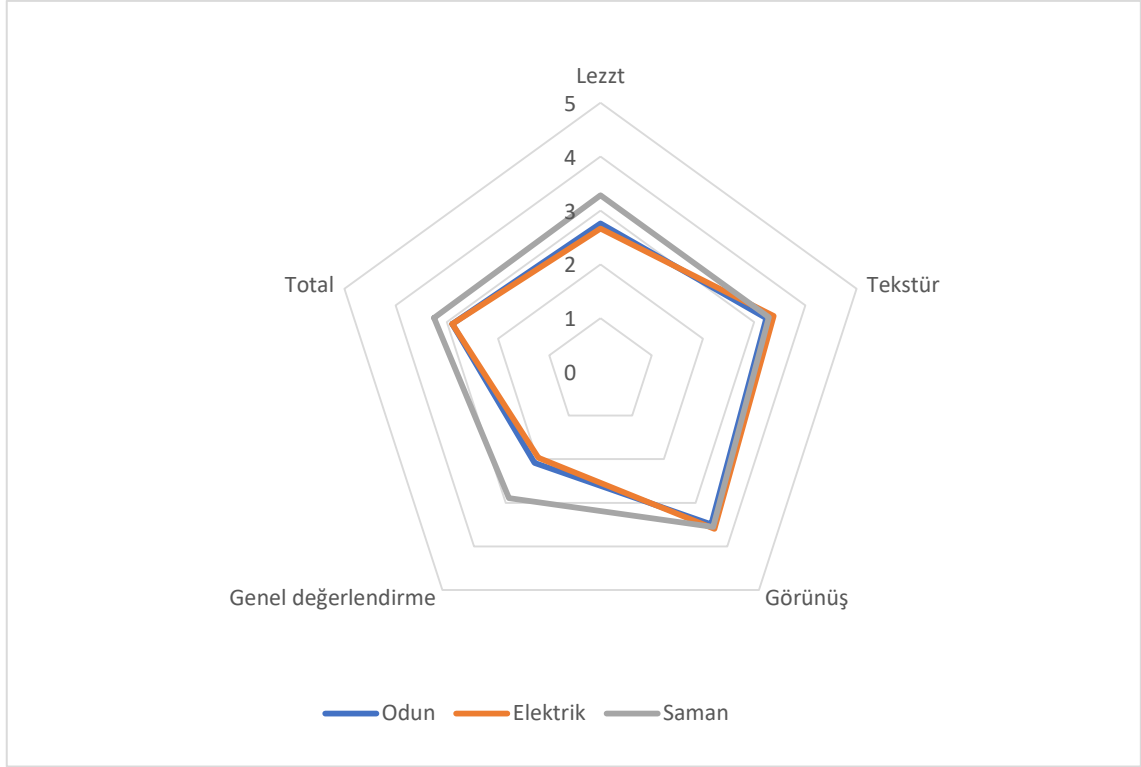
Tablo 4.4. Duyusal testte ölçek toplam puanı ve alt boyutlarında fırın tipine göre karşılaştırma

Fırın	Lezzet*	Tekstür*	Görünüş	Genel değerlendirme*	Toplam*
OA	2,75±,27 ^b	3,23±,23 ^b	3,49±,44	2,08±,56 ^b	2,89±,21 ^b
EF	2,66±,33 ^b	3,37±,25 ^a	3,59±,45	1,96±,50 ^b	2,89±,20 ^b
SA	3,28±,29 ^a	3,28±,41 ^b	3,55±,47	2,89±,59 ^a	3,25±,22 ^a

*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi

Duyusal testte ölçek toplam puanı ve alt boyutlarında fırın tipine göre karşılaştırmasında total puan, lezzet, tekstür ve genel değerlendirme alt boyutlarında ($p<0,05$) bulunduğundan üretim yöntemine göre anlamlı farklılık söz konusudur.

- Total puanda saman fırınında üretilen ekmek için ortalama, odun fırınında üretilen ekmek elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından yüksek olduğu anlaşılmaktadır.
- Lezzet alt boyutu puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama , odun fırınında üretilen ekmek ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından fazla olduğu görülmektedir.
- Tekstür alt boyutu puanında elektrikli fırında üretilen ekmek için ortalama , odun fırınında üretilen ekmek ve saman fırınında üretilen ekmek için hesaplanan ortalamadan (3,28) yüksek olduğu görülmektedir.
- Genel değerlendirme alt boyutu puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama odun fırınında üretilen ekmek ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından (1,96) daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.
- Görünüş boyutunda ise ortalamalar arasında anlamlı bir farklılığın oluşmadığı görülmektedir.



Şekil 4.13. Toplam puan ve alt boyutlarında fırın tipine göre

Duyusal test toplam puanında ve lezzet, genel değerlendirme alt boyut ortalamaları radar grafiğinde özellikle saman fırınında elde edilen ortalamaların elektrik ve odun fırınına göre fark edilebilir ayrışma olduğu görülmektedir.

4.2.4. Lezzet Özellikleri

Duyusal test lezzet maddelerinde tatlılık, ekşilik tutsülük ve yaprak maddelerinde ($p < 0,05$) bulunduğundan üretim yöntemine göre anlamlı farklılık söz konusudur (Tablo 4.5 ve Şekil 4.15).

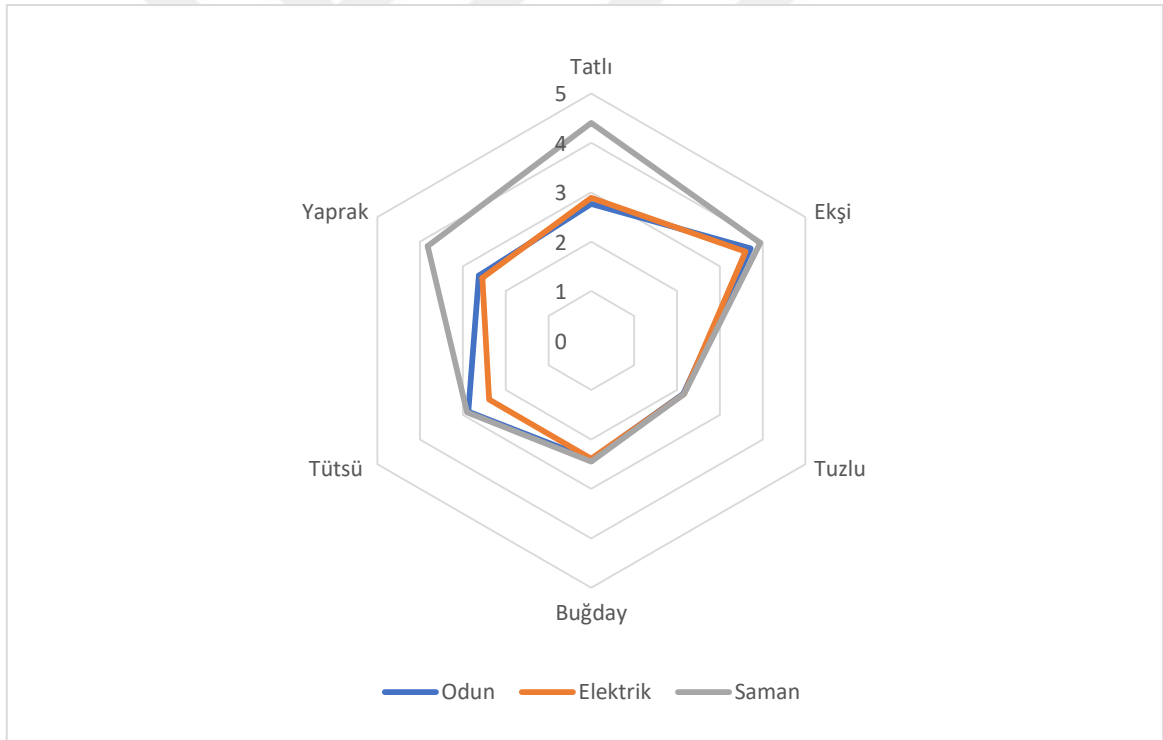
- Tatlılık maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama (4,40) , odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından (2,76) ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından (2,88) yüksek olduğu görülmektedir.
- Ekşilik maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama (3,94) , odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından (3,72) ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından (3,59) fazla olduğu görülmektedir.

- Tütsü maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama (2,90) ve odun fırınında üretilen ekmek ortalaması (2,87) elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından (2,38) fazla olduğu görülmektedir.
- Yaprak maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama (3,81), odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından (2,62) ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından (2,54) fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 4.5. Duyusal test, Lezzet boyutu maddelerinde fırın tipine göre karşılaştırma

Fırın	Tatlı*	Ekşi*	Tuzlu	Buğday	Tütsü *	Yaprak*
OA	2,76±,78 ^b	3,72±,75 ^b	2,15±,73	2,40±,80	2,88±,56 ^a	2,63±,57 ^b
EF	2,89±1,00 ^b	3,60±,73 ^b	2,17±,73	2,39±,88	2,39±,81 ^b	2,54±,53 ^b
SA	4,40±,71 ^a	3,94±,80 ^a	2,17±,73	2,44±,79	2,90±,48 ^a	3,82±,76 ^a

*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi



Şekil 4.14. Lezzet boyutu alt maddeleri puanlarının fırın tipine göre radar grafiği

Duyusal test lezzet boyutunda ekşilik, tatlılık, yaprak maddelerinde saman fırınında üretilen ekmek bariz bir şekilde öne çıkarken, tütsü maddesinde ise saman ile birlikte odun fırınında üretilen ekmek birlikte öne çıkmaktadır.

4.2.5. Tekstür Özellikleri

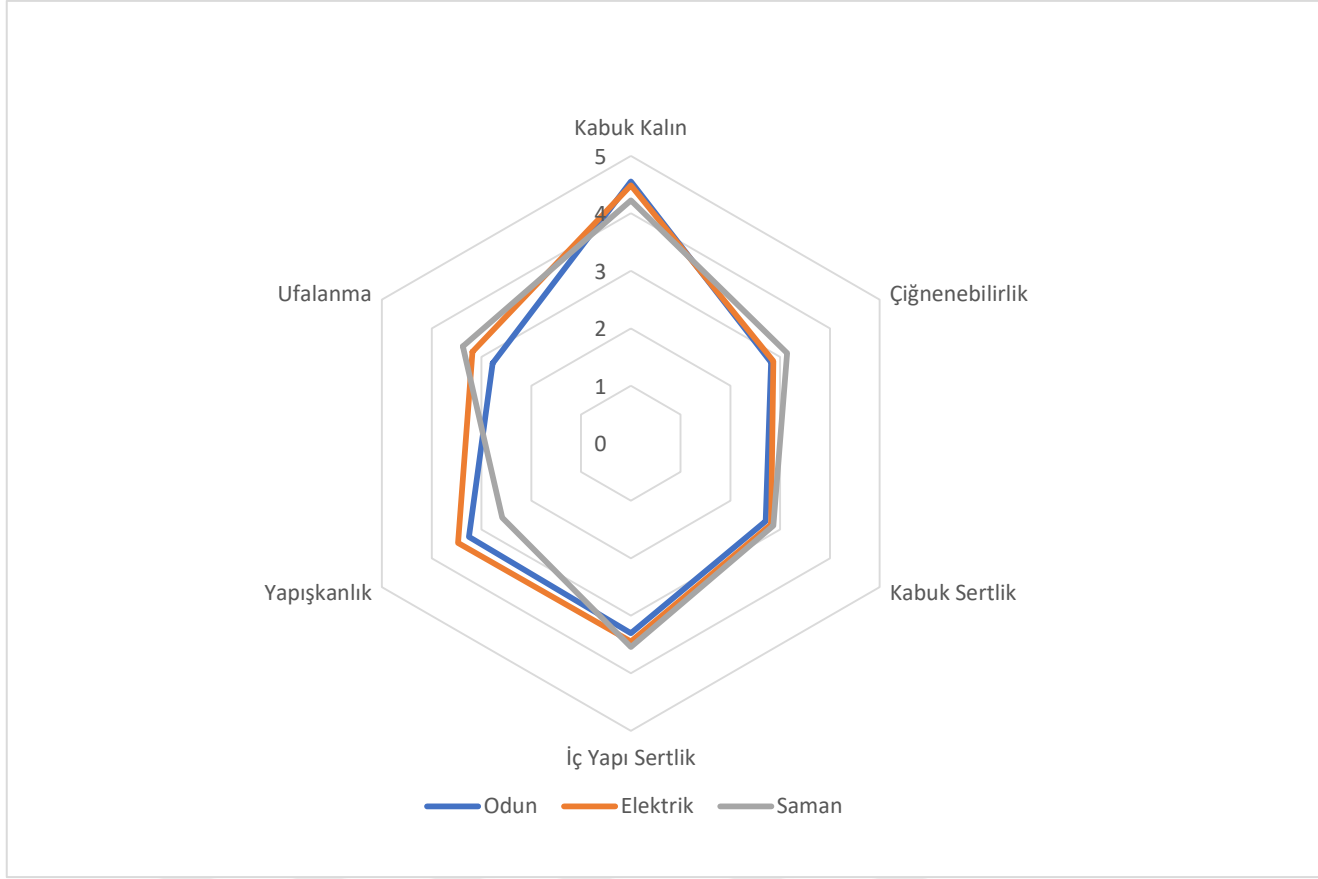
Duyusal test tekstür boyutu maddelerinde çiğnenebilirlik, yapışkanlık ve ufalanma maddelerinde ($p<0,05$) bulunduğundan üretim yöntemine göre anlamlı farklılık söz konusudur (Tablo 4.6 ve Şekil 4.16).

- Çiğnenebilirlik maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama, odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir.
- Yapışkanlık maddesi puanında elektrik fırınında üretilen ekmek ve odun fırınında üretilen ekmek ortalaması , saman fırında üretilen ekmek ortalamasından fazla olduğu anlaşılmaktadır.
- Ufalanma maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek ve elektrik fırınında üretilen ekmek ortalaması, odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 4.6. Duyusal test, Tekstür boyutu maddelerinde fırın tipine göre karşılaştırma

Fırın	Kabuk Kalın	Çiğnenebilirlik*	Kabuk Sertlik	İç Yapı Sertlik	Yapışkanlık*	Ufalanma*
OA	4,56±,69	2,82±,70 ^b	2,71±,72	3,31±,72	3,25±,76 ^a	2,78±,65 ^b
EF	4,49±,71	2,86±,76 ^b	2,82±,72	3,45±,63	3,47±,60 ^a	3,18±,91 ^a
SA	4,22±1,12	3,14±1,04 ^a	2,86±,95	3,54±,82	2,58±,69 ^b	3,38±,96 ^a

*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi



Şekil 4.15. Tekstür boyutu alt maddeleri puanlarının fırın tipine göre radar grafiği

Duyusal test tekstür boyutunda çiğnenebilirlik ve ufalanma maddesinde saman fırınında üretilen ekmek öne çıkarken yapışkanlık boyutunda elektrik ve odun fırınları, kalın kabuk boyutunda ise elektrik ve saman fırınlarında üretilen ekmek öne çıkmaktadır.

4.2.6. Görünüş Özellikleri

Duyusal test görünüş boyutu maddelerinde hacim, kabuk rengi ve gözenek yapısı maddelerinde ($p < 0,05$) bulunduğundan üretim yöntemine göre anlamlı farklılık söz konusudur (Tablo 4.7 ve Şekil 4.17).

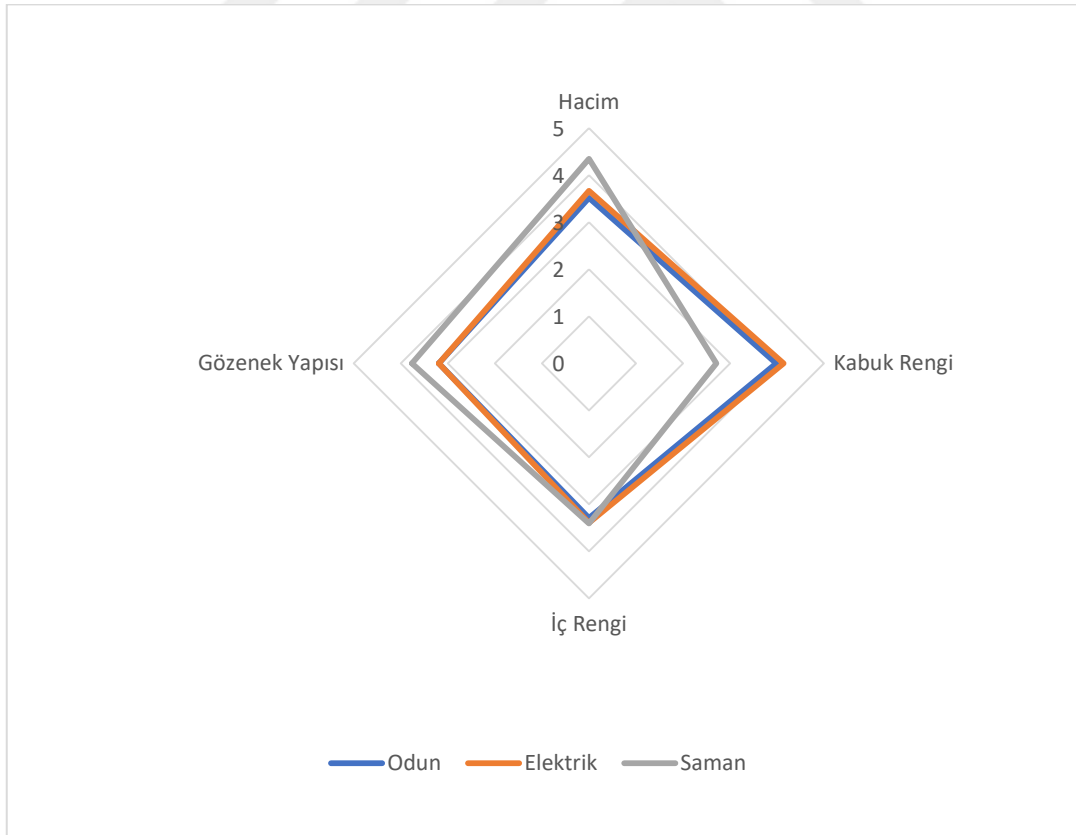
- Hacim maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama , odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir.
- Kabuk rengi maddesi puanında elektrik fırınında üretilen ekmek ve odun fırınında üretilen ekmek ortalaması saman fırında üretilen ekmek ortalamasından fazla olduğu anlaşılmaktadır.

- Gözenek yapısı maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek ortalamasının elektrik fırınında üretilen ekmek ve odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından fazla olduğu görülmektedir.

Tablo 4.7. Duyusal test, görünüş boyutu maddelerinde fırın tipine göre karşılaştırma

Fırın	Hacim*	Kabuk Rengi*	İç Rengi	Gözenek Yapısı*
OA	3,51±,63 ^b	3,99±,97 ^a	3,29±,57	3,19±1,08 ^b
EF	3,67±,69 ^b	4,14±,98 ^a	3,39±,55	3,19±1,10 ^b
SA	4,35±,73 ^a	2,71±,98 ^b	3,40±,73	3,76±1,11 ^a

*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi



Şekil 4.16. Görünüş boyutu alt maddeleri puanlarının fırın tipine göre radar grafiği

Duyusal test görünüş boyutunda hacim maddesinde ve gözenek yapısı maddesinde saman fırınında üretilen ekmek, kabuk renginde ise elektrik ve odun fırınında üretilen ekmek öne çıkmaktadır. İç rengi maddesinde fırın çeşitlerinin çok yakın olduğu görülmektedir.

4.2.7. Genel Değerlendirme Özellikleri

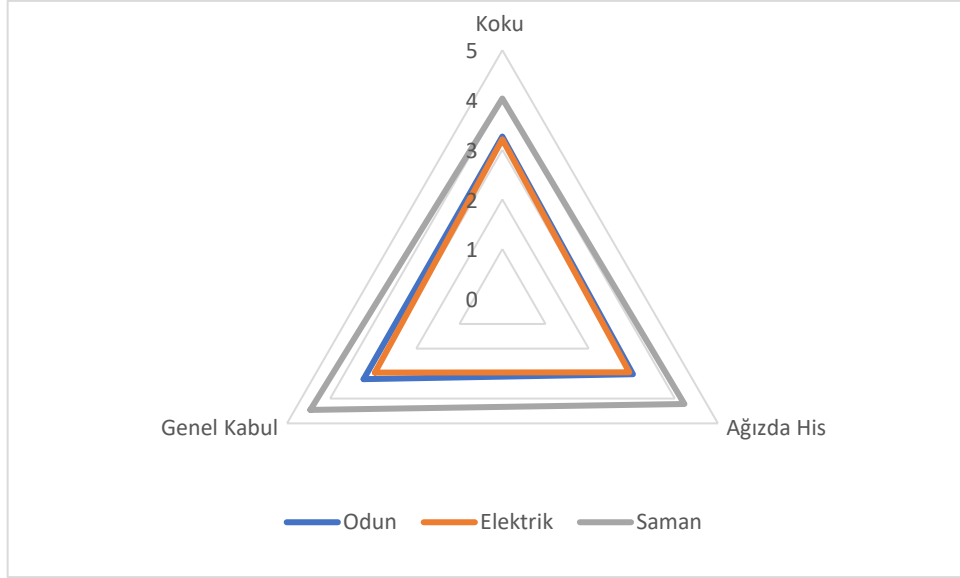
Duyusal test genel değerlendirme boyutunda koku, ağızdaki his ve genel kabul maddelerinde kabuk rengi ve gözenek yapısı maddelerinde ($p<0,05$) bulunduğundan üretim yöntemine göre anlamlı farklılık söz konusudur (Tablo 4.8 ve Şekil 4.18).

- Koku maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama, odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir.
- Ağızda his maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama, odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından ve elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca odun fırınında üretilen ekmek ortalaması da elektrikli fırında üretilen ekmek ortalamasından yüksektir.
- Genel kabul yapısı maddesi puanında saman fırınında üretilen ekmek için ortalama elektrik fırınında üretilen ekmek ortalaması ve odun fırınında üretilen ekmek ortalamasından fazla olduğu anlaşılmaktadır.

Tablo 4.8. Tadım testi, genel değerlendirme boyutu maddelerinde fırın tipine göre karşılaştırma

Fırın	Koku*	Ağızda His*	Genel Kabul*
OA	3,26±1,32 ^b	3,03±,93b	3,22±1,02 ^b
EF	3,21±1,31 ^b	2,94±,80c	2,96±,83 ^b
SA	4,03±,80 ^a	4,22±1,02a	4,46±,90 ^a

*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi



Şekil 4.17. Genel değerlendirme boyutu alt maddeleri puanlarının fırın tipine göre radar grafiği

Duyusal test genel değerlendirme boyutunda resim 5.1’de üç ekmek için koku, ağızda his ve genel kabul maddelerinde saman fırınında üretilen ekmek öne çıkmaktadır. Katılımcılar genel değerlendirmede saman fırınında üretilen ekmek için ortalama puanları elektrik ve odun fırınında üretilen ekmeklere göre bariz bir şekilde öne çıkarıcı puanlar vermişlerdir.

BÖLÜM 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1. EKMEK SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Bu çalışma, ekşi mayalı ekmeğin saman ateşinde pişirilmesinin lezzet profili ve dokusuna etkisinin araştırılması ve sonuçların odun ve elektrikli fırında pişirilenlerle kıyaslanmasını amaçlamaktadır. Üç numune ekmek örneği tekstür analizine ardından duyusal analize tabi tutulmuştur. Sonuçlara göre;

5.1.1. Saman Fırında Pişirilen Ekmeğin Görünüşünün Değerlendirilmesi

Saman fırında pişirilen ekşi maya ekmek geniş gözenekli ve süngersi yapıda olmuştur (Resim 5.1). İnce kabuklu ve kolay koparılabilen bir yapıdadır. Kabuk rengi açık kahve rengidir. İç rengi odun fırınında ve elektrikli fırında pişen ekmeklerden daha açık renktedir. Bıçakla daha kolay kesilmektedir. Dış kabuğu kuru ve kolay

parçalanabilen ince yapıdadır. Lezzet bakımından ortalamanın üstünde lezzetli bulunmuştur. İç yapısı kuru ve esnek yapıdadır. Ekşiliği ön plana çıkmaktadır.



Resim 5.1. Saman Fırında Pişirilen Ekşi Maya Ekmeği

5.1.2. Elektrikli Fırında Pişirilen Ekmeğin Görünüşünün Değerlendirilmesi

Ekşi mayalı hamurdan yapılan ve elektrikli fırında pişirilen ekmek yapı olarak küçük gözenekli ve kalın, koyu kahverengi renge sahip olmuştur (Resim 5.2). Üst kabuk rengi alt kabuk rengine göre daha koyu renktedir. Tadının lezzetli olduğu. Tekstür bakımından dış kabuğu sert iken iç yapısı yumuşak ama küçük gözenekli belirlenmiştir. Yapılan bu üründe elastikiyet bulunmaktadır. Ekmeğin iç rengi açık sarı ve dış kabuğu kiremit rengindedir. Tat açısından orta lezzette bir ekmek olmuştur.



Resim 5.2. Elektrikli Fırında Pişirilen Ekşi Maya Ekmek

5.1.3. Odun Fırında Pişirilen Ekmeğin Görünüşünün Değerlendirilmesi

Odun yakıtlı fırında pişirilen ekmek yapı olarak küçük gözenekli ve sert yapıya sahip olmuştur (Resim 5.3). Rengi sıırımsı olmuştur. Elektrikli fırına göre daha az yapışkan dokudadır. Üst kabuk koyu kahverengi ve sert yapıdadır. Üst ve alt kabuk benzer sertliktedir. Tadının lezzetli olduğu belirlenmiştir. Tekstür açısından sert ve esnekliği az yapıdadır. Odun kokusu ekmeğin içine sinmiştir. Bu nedenle ekşilik elektrikli fırından ki ekmekten daha az algılanmaktadır. Lezzet açısından elektrikli fırında pişen ekmeğe benzeyen bir ekmek ortaya çıkmıştır.



Resim 5.3. Odun Fırında Pişirilen Ekşi Maya Ekmeği

5.2. SAMAN, ODUN VE ELEKTRİKLİ FIRIN EKMEKLERİNİN GÖRÜNÜŞLERİNİN KARŞILATILMASI

Yapılan 3 adet numenin görüntüleri resim 5.4’te verilmiştir. Görselde üç farklı ekmekten kesilen birer dilim ile renk ve kabuk yapısı incelenmekte ve farklılıkları görsel anlamda tayin edilmeye çalışılmaktadır.

Resim 5.4’de yer alan odun ateşinde pişen ekmeği, sıkı bir gözenek yapısına sahiptir. Bu durum pişme sırasında ekmeğin yeterince hava boşluğu oluşturmamasından kaynaklıdır. Gözeneklerin yoğunluğu, ekmeğin yapısını ve lezzetini etkilemektedir. Aynı zamanda gözeneklerin yoğunluğu, ekmeğin dayanıklılık süresini de uzatmaktadır (Dirim, ve diğerleri, 2014).

Resim 5.4’de yer alan elektrikli fırında pişirilen ekmekte, odun fırınında pişen ekmekte olduğu gibi sıkı bir gözenek yapısı bulunmakta. Gözenekler dengeli dağılım göstermektedir. Bu da ekmeğin dengeli nem oranına sahip olmasını sağlamakla beraber genel tadını zenginleştirir (Dirim, ve diğerleri 2014).

Resim 5.4’de yer alan görselde saman ateşinde pişirilen ekmekte eşit dağılmış gözeneklere sahip olduğu görülmektedir. Gözeneklerin boyutu ve dağılımı, ekmeğin

kabarmasını ve sonunda elde edilen ürünün dokusunu belirlemektedir. Gözenekler, saman ekmeğinin yumuşak ve havadar hissiyatını oluşturmaktadır. Gözenekler büyüklüğü ve dağılımı, ekmeğin genel kalitesini ve tüketici beğenisini etkilemektedir. Resim 5.4’deki saman ateşinde pişen ekmeğin görünümü bu manada olumlu bir etki göstermektedir.



Resim 5.4. Yukarıdan Aşağıya Sırasıyla Saman Ateşi Fırında Ekmek, Odun Ateşi Pişen Ekmek, Elektrikli Fırında Pişen Ekmek

5.3. EKMEKLERİN DUYUSAL LEZZET PROFİLİ ANALİZİ ve TEKSTÜR ANALİZİ SONUÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Bu çalışmada fırın ısıtılmasında kullanılan yakıt türlerinin (saman, odun, elektrik) duyuşal özelliklere ve tüketici beğenisine etkisini tespit etmek için 3 farklı fırınlama formülasyonu ile pişirilen ekmek (ekşi mayalı ekmek) örnekleri hazırlanmıştır. Bu üç ekmek örneği (SFE, EFE, OFE) duyuşal ve tekstür analizine tabi tutulmuştur. Sonuçlar tablo 5.1’de duyuşal test ve tekstür analizi boyutu maddelerinde fırın tipine göre karşılaştırması verilmiştir. Ekmek sonuçları fotoğrafı ise resim 5.5’de verilmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde;

Tablo 5.1. Duyusal test ve Tekstür analizi boyutu maddelerinde fırın tipine göre karşılaştırma

Fırın/Ekmek	Çiğnenebilirlik	Sertlik	Yapışkanlık
SA			
Ekmek iç tekstür	2491,65±433,70 ^c	4521,05±494,35 ^c	-47,01±29,88
Ekmek kabuk tekstür	11447,87±482,13 ^a	20197,00±715,83 ^b	TE
Duyusal analiz	3,14±1,04 ^a	2,86±,95	2,58±,69 ^b
OA			
Ekmek iç tekstür	7149,20±920,99 ^a	11056,14±672,13 ^a	-38,33±15,20
Ekmek kabuk tekstür	10890,04±1099,0 ^a	20563,54±278,06 ^a	TE
Duyusal analiz	2,82±,70 ^b	2,71±,72	3,25±,76 ^a
EF			
Ekmek iç tekstür	6343,93±410,54 ^b	10991,98±607,05 ^b	-49,27±4,65
Ekmek kabuk tekstür	7885,74±1263,94 ^b	13640,10±1668,0 ^c	TE
Duyusal analiz	2,86±,76 ^b	2,82±,72	3,47±,60 ^a

*İstatistiksel olarak farklılık var ($p<0,05$) EF:elektrikli fırın OA:Odun ateşi SA:Saman ateşi



Resim 5.5. Üç Ekmeğin Üstten Görünüşü, Soldan Başlayarak Saman Fırınında Pişen Ekmek, Elektrikli Fırında Pişen Ekmek ve Odun Ateşinde Pişen Ekmek

Saman ateşi ekmeği tekstür özelliklerine bakıldığında; ekmek içi tekstür özelliklerinde odun ve elektrikli fırın ekmeklerinden daha az sert olduğu tespit edilmiştir. Üç ekmek arasında en yüksek sertlik analizi en yüksek ısıya sahip odun fırınında pişen ekmeğe aittir. Farklı sıcaklıklarda ekmek pişirme üzerine yapılan bir çalışmada pişirme sıcaklığındaki artış ile ekmek içi sertliğinde ki artışın doğru orantıda arttığı tespit edilmiştir (Shittu, ve diğerleri, 2007). Diğer benzer bir çalışma olan İçöz ve diğerleri, (2004) de pişirme sıcaklığı arttıkça ekmek içi sertliklerinin arttığı bildirilmiştir (İçöz, ve diğerleri, 2004). Duyusal analiz sonuçlarında, tüketiciler ekmek iç sertliği birbirlerine oldukça yakın bulmuştur.

Ekmek kabuğu tekstür ve duyusal analiz tablo sonuçlarına bakıldığında; kabuk sertliğinin ölçüldüğü analizde odun fırınında pişen ekmek diğer ekmeklerden daha sert bulunmuştur. Yapılan benzer çalışmalarda ekmek hamurunun pişirme sıcaklığı yükseldikçe ve süre uzadıkça kabuk renginin karamelizasyon tepkimelerine bağlı olarak koyu renkli bileşen oluşumu gerçekleşmektedir (İçöz, ve diğerleri, (2004), Shittu ve diğerleri (2007), Jusoh ve diğerleri, (2009) ve Osman ve diğerleri (2017)). Odun fırınında pişen ekmek diğer ekmek çeşitlerinden daha yüksek ısı da pişirilmiştir. Ancak duyusal analiz sonuçlarında tüketiciler kabuk kalınlığı en yüksek elektrikli fırında olduğunu tespit etmektedirler.

Sertlik ile yakın ilişkili olan çiğnenebilirlik tekstür analizinde saman ekmeği verileri elektrikli ve odun ekmeği verilerinde düşük çıkarken, duyusal analiz verilerinde ise yukarıda çıkmıştır. Son olarak hem sertlik hem de çiğnenebilirlik ile yakından ilişkili olan yapışkanlık değerlerine bakıldığında tekstür boyutunda en yapışkan ekmek olarak odun ateşinde pişen ekmek öne çıkmaktadır. Saman ekmeği ile elektrikli fırın ekmeği ise birbirlerine yakın sonuçlar vermektedir. Duyusal analiz yapışkanlık değerleri de benzer şekilde odun fırını ekmeğini ve elektrikli fırın ekmeğini öne çıkartmaktadır. Saman ateşinde pişen ekmek duyusal analizde en düşük yapışkanlık değerini almıştır.

Çiğnenebilirlik yani az çiğneme ile kolay yutulabilme derecesinde saman ekmeği duyusal ve tekstür analizinde öne çıkmaktadır. Ekmeklerin kolay çiğnenebilmesi

için sertlik derecelerinin yumuşak olması gerektiğini C.Uslu, (2022) alışmasında bildirmiştir. Bu alışma sonucunda da benzer yaklaşım elde edilmişti. iğnenebilmesi en kolay bulunan saman ateşinde pişen ekmek, diğer çeşitlerden daha yumuşak bir i yapıya sahiptir.

Saman ekmeği gözenek yapısı duyusal analiz sonucunda diğer ekmeklerden daha nde gelmektedir. En yüksek ortalamayı alan saman ekmeği özelliklerine bakıldığında; pişirilme sıcaklığının düşük ve pişirilme sresinin uzun olduğu görülmektedir. Ekmek retiminde hacmin genişlemesi, nemin uzaklaşması ve gözenekli yapının oluşması nişasta jelatinizasyonu, kabuk oluşumu gibi reaksiyonlar ısı kütle transferine dayalı olarak değişmektedir (Dessev, ve diğerleri, 2020). Saman ekmeğin gözenek yapısı diğer ekmeklerden daha fazla ve geniştir. Ekmeklerin orta kesiminden alınan kesitler yan yana getirildiğinde birbirlerine yakın oldukları görülmekle birlikte en yüksek ekmek saman ekmeği ardında elektrikli ekmek ve son olarak da odun fırını ekmeği gelmektedir. Ekmeklerde hacmi etkileyen en büyük unsur ekmeğin içerisindeki su miktarıdır. Çalışmada kullanılan ekmeklerde aynı su miktarı kullanılmıştır. Ancak fırınların özellikleri sonucunda nem kaybetme oranları birbirinden farklı olmuştur. Saman ateşi ile ısınan fırının tavanının kubbe şeklinde olması, samanın yanma esnasında ortamı kurutmaması ve düşük ısıda yavaş pişirme sağlaması ekmeğin su kaybını azaltmakta ve gözenekli yapı oluşturmaktadır (Papasidero, ve diğerleri, 2015). Kabuk sertliklerine bakıldığında saman ekmeği diğer ekmeklerden daha düşük değer almaktadır. Kabukta sertlik oluşmaması da saman ateşinin fırın içerisinde ki nem oranının odun ateşinde ortam neminden fazla olduğunu ve ekmeği kurutmadan pişirdiğini göstermektedir (Kalkavan, 2018).

Sonuç olarak yapılan tüm analiz sonucunda, saman ekmeği genel beğeni aldığı belirlenmiştir. Ekmek pişirmede saman ateşinin ısı kaynağı olarak kullanılabileceği ve başarılı sonuçlar alabileceği belirlenmiştir.

5.2. ÖNERİLER

Bu çalışmanın sonuçları ışığında, aşağıdaki öneriler sunulmuştur:

1.Saman fırınında pişirilen ekmeklerin kabukları daha ince yapıdadır ve pişme esnasında yoğun ısıya maruz kalmadığı için dış kabuğunda odun ateşinde pişen ekmek ve elektrikli fırında pişen ekmek kadar kalın kabuk oluşturmaz. Böylece yaşlılar ve çocuklar için daha rahat yenilebilir ekmekler elde edilebilmektedir.

2.Saman buğdayın sapı olduğu için tarımsal bir atık durumundadır. Bu atık hayvan yemi, mantar yetiştirilmesi gibi çeşitli şekillerde değerlendirilmeye çalışılmaktadır. Ekmek pişirilmesinde kullanılması ile değerlendirilme kapsamı artacak ve buğday işlenmesinde sıfır atık desteklenecektir.

3. Gelişen ülkelerin, politikalarında dikkat ettikleri en önemli unsur enerjidir. Saman, yüksek maliyetli enerji kaynaklarına alternatif olabilecek yakıt türü olarak değerlendirilebilir.

Bu alanda çalışma yapacak araştırmacılar öneri sunulmuştur bular;

1. Samanın yanarken çıkardığı duman ekmek üzerinde tütsüleme görevini görmektedir. Tütsülenen ekmekler aroma yönünden zenginleşmekle birlikte ekmeğin geç bayatlamasını sağlayabilmektedir. Ekmek de bayatlama konusunu işleyecek araştırmacılar saman ekmeğinin tütsülemesi konusuna odaklanabilir.

2. Saman ekmeği enerji tasarrufu konusunda oldukça makuldür. Maliyet hesaplaması ortaya konularak samanın yakıt olarak kullanımının ekonomik yararları ortaya konulabilir.

EKLER

EK:1

DUYUSAL ANALİZ PANEL FORMU					
Farklı Özellikli Fırınlarda Pişirilen Ekmeklere Ait Aşağıda Verilen Puan Sistemine Göre (1-5 Arası) Değerlendiriniz					
Açıklama: Ekmek örneklerine ait özellikleri verilen puan sistemine göre (1-5 arası) değerlendiriniz.					
1-Çok Zayıf(Kötü)	2-Zayıf (Yeterli Değil)	3-Orta (Kabul Edilebilir)	4-İyi	5- Çok İyi	
Ekmek Özellikleri	Nitelik	Örnek Kodları			
		105	284	365	447
Lezzet	Tatlı				
	Ekşi				
	Tuzlu				
	Buğday Aroması				
	Tütsü Aroması				
	Yaprak Aroması				
Tekstür	Kabuk Kalınlığı				
	Çiğnenebilirlik				
	Kabuk Sertliği				
	İç Yapı Sertliği				
	Yapışkanlık				
	Ufalanma				
Görünüş	Hacim				
	Kabuk Rengi				
	İç Rengi				
	Gözenek Yapısı				
Koku	Genel Koku Yoğunluğu				
Ağızda Bıraktığı His					
Genel Kabul Edilebilirlik					

KAYNAKLAR

- A.Fortoul, R., Le-Bail, A., Chevallier, S., & Rosell, C. (2012, Ekim 27). Effect Of The Amount Of Steam During Baking On Bread Crust Features And Water Diffusion. *Journal Of Food Engineering*, s. 128-134.
- A.Şen, M., & Ekinci, E. (2020). Türkiye’de Üretilen Coğrafi İşaret İle Tescillenmiş Ekmek Çeşitleri Üzerine Bir Nitel Araştırma. *Avrasya Turizm Araştırmaları Dergisi*, s. Cilt 1:Sayı 1,32-41.
- Ahrne, L., Andersson, C.-G., Floberg, P., Rosen, J., & Lingnert, H. (2007). Effect Of Crust Temperature And Water Content On Acrylamide Formation During Baking Of White Bread: Steam And Falling Temperature Baking. *Food Science and Technology*. 40 (10);, s. 1708-1715.
- Aksoylu, Z., & Karakaya, S. (2013). Effect of Food Processing on Flavanols. *Akademik Gıda* 11(2), s. 70-79.
- Altun, Ö., Yıldız, Ş., & Anık, T. (2018, 11 20). Ankastre ev tipi fırınlarda fırın kapağının enerji tüketimi ve enerji seviyesine etkisinin deneysel olarak incelenmesi,. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, s. 403.
- Anonim. (2003, Mart). Ulusal Gıda ve Beslenme Stratejisi Çalışma Grubu Raporu. *İktisadi sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü*, s. Yayın No DPT : 2670.
- Anonim. (2007.). , Tarımsal Toplanabilirlik Verileri. *DETMK (Dünya Enerji Konseyi)*.
- Anonim. (2011). *Türk Gıda Kodeksi Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği*. 29/12/2011 tarih ve Resmî Gazete. Mükerrer Sayı: 28157 3.
- Anonim. (2012). *Türk Gıda Kodeksi Ekmek çeşitleri tebliği Tebliğ no.: 2012/2. 04 Ocak 2012 Resmi Gazete Sayı: 28163*.
- Anonim. (2013). *2013 Yılı Ekmek İsrafını Önleme Kampanyası ve Sonuçları*. Toprak Mahsülleri Ofisi Genel Müdürlüğü.
- Anonim. (2013). *Gıda Teknolojisi*. Ankara, Türkiye: T.C. Milli Eğitim Bakanlığı.

- Anonim. (2013). Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği (Tebliğ No: 2013/9). Resmi Gazete.
- Anonim. (2022, 09 19). 2022 Yılı Bölgelere Göre Buğday Üretim ve Rekolte Tahminleri. *Türkiye Un Sanayicileri Federasyonu (TUSAF)*, s. 1-7.
- Arendt, E., Ryan, L., & Dal Bello, F. (2007). Impact Of Sourdough On The Texture Of Bread. *Food Microbiology*, s. 165-174.
- Arslantaş, Y., & Yılmaz, C. (2022). Eski Mezopotamya'da Beslenme Alışkanlıkları Ve Mutfak Kültürü Üzerine Bir İnceleme. *Tarih Araştırmaları III*, s. 45-67.
- Aslan, E. (2012). Avanos Çömlekçiliğinde Kaybolan Bir Değer: Kara Fırın. *İdil Sanat ve Dil Dergisi*, (1) :4, s. 1-13.
- Ateşok, E. (2018). İç Anadolu Bölgesi Çömlek Pişirim Yöntemleri. *Kalemsi Dergisi*, s. Cilt 6:Sayı 13.
- Aydın, D., Ayter, N., B.Budak, Z., & Olgun, M. (2017). Farklı Özellikteki Ekmeklik Çeşitlerinin Duyusal Analizler Yönünden Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 12 (2):, s. :47-54.
- Balaji, N. (1991). Modelling of transient temperature distribution during bread baking by finite difference analysis. *B. Tech Thesis*.
- Başkaya, A., & I.Eryıldız, D. (2000). Saman Balyası İle Yapılanma: Kırıkkale-Hasandede'de Bi Prototipin Yapımı. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, cilt 15. no 2, s. 87-104.
- Bektaş, İ., Uğur , C., & Tutuş, A. (2020, 12 28). Ayçiçeği Sapı İle Odun Karışımından Üretilen Yonga Levhaların Bazı Fiziksel Özelliklerinin Belirlenmesi. . *KSÜMühendislik Bilimleri Dergisi*, s. 3-5.
- Bianchi, F., Careri, M., Chiavaro, E., Musci, M., & Vittadini, E. (2008). Gas Chromatographic–mass Spectrometric Characterisation Of The Italian Protected Designation Of Origin “Altamura” Bread Volatile Profile. *Food Chemistry* (110);3,, s. 787-793.

- Binboğa M., Ü. (2019, 05 18). Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.,) Bitkisinin Önemi ve Üretimine Genel Bir Bakış. *International Journal of Life Sciences and Biotechnology*, s. 58-71.
- Bircan, D., Güray, C., & Bostan, K. (2017). Farklı Yöntemlerle Ekşitilmiş Hamurdan Ekmek Yapımı üzerine Çalışmalar. *Aydın Gastronomy 1 (1) : 1-8*.
- C.Uslu, C. (2022). Ekşi Hamur Ekmeklerinin Proses Kontaminant İçeriklerini Azaltmak İçin Yeni Bir Pişirme Tekniğinin Araştırılması Ve Farklı Pişirme Teknikleriyle Üretilmiş Olan Ekşi Hamur Ekmeklerinin Karşılaştırılması. *Doktora Tezi. Antalya: Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Capurso, A., & Capurso, C. (2021). The Mediterranean way: why elderly people should eat wholewheat sourdough bread-a little known component of the Mediterranean diet and healthy food for elderly adults. *Aging Clinical and Experimental research*, s. 1-5.
- Celano, G., De Angelis, M., Minervini, F., & Gobbetti, M. (2016). Different Flour Microbial Communities Drive To Sourdoughs Characterized By Diverse Bacterial Strains And Free Amino Acid Profiles. *Frontiers in Microbiology*.7, s. 1770.
- Chavan, R. S., & Chavan, S. R. (2011). Sourdough Technology—A Traditional Way for Wholesome Foods: A Review. *Comprehensive Reviews in food science and food safety*, s. 169-182.
- Chhanwal, N., Alavudeen, A., Dasappa, I., & Raghavarao, K. (2010). Computational Fluid Dynamics (CFD) Modeling Of An Electrical Heating Oven For Bread-Baking Process. *Journal of Food Engineering* 100(3), s. 452-460.
- Çizer, S. (2009). *Seramik Yapıyoruz*. İstanbul: Karakalem Kitapevi Yayınları.
- Çoksöyler, N. (2009, Mayıs 27-29). Engeller Teknolojisi ve Geleneksel Gıdalarda Kullanımı. *II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*. Van.
- D.Arıkan, A., & Özkeşkek, M. (2019). Türk mutfağında geleneksel ekmek pişirme yöntem, araç ve gereçlerinin yaşatılması: Pileki örneği. *Karadeniz Uluslararası*, s. (41): 52-61.

- De Vuyst, L., Van Kerrebroeck, S., & Leroy, F. (2017). Microbial Ecology And Process Technology Of Sourdough Fermentation. *Advances in Applied Microbiology*, s. 49-160.
- De Vuyst, L., Van Kerrebroeck, S., Harth, S., Huys, G., Daniel, H., & Weckx, S. (2014). Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or uniform? *Food Microbiology*.
- Dessev, T., Lalanne, V., Keramat, J., Jury, V., Prost, C., & Le-Bail, A. (2020). Influence of baking conditions on bread characteristics and acrylamide concentration. *Journal of Food Science and Nutrition Research*, s. , 3 (4): 291-310.
- Dığrak, M., & Özçelik, S. (1991). Elazığ ve yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi, Morfolojik ve Biyokimyasal Özellikleri. *Gıda*, s. 325-331.
- Dirim, S., Ergün, K., Çalıklan, G., Özalp, H., & Balkesen, N. (2014). Farklı Unların Ekmekğin Kalite Özellikleri Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, s. 27-35.
- Dursun, S. (2006). Ekmek Zenginleştirmede Protein Kaynağı Olarak Balık Etinin Kullanımı. *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Denizli, Türkiye, 99s.
- Elgün, A. (2016). Buğday Genomu Hakkındaki Spekülatif İddialar ve Gerçekler. *TÜRKTOB Dergisi* 5(12), s. 34-42.
- Elgün, A., & Ergutay, Z. (1995). *Tahıl İşleme Teknolojisi*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi.
- Elmacıoğlu, F. (2014, Mart 13-16). “Önce Anne Sütü sonra Ekmek” Türkiye Un Sanayicileri Federasyonu Kuruluşunun 10.Yılı Uluslararası Kongre ve Sergisi.
- Emirli, Ç. (2021, 05). Farklı Tahıl Unları İlavesiyle Üretilen Ekşi Mayalı Ekmeklerin Duyusal Değerlendirilmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, s. İstanbul:İstanbul Ayvansaray Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Ertaş, N., & Doğruer, Y. (2010). Besinlerde Tekstür. *Erciyes Üniv Vet Fak Derg* 7(1):, s. 35-42.

- Geedipalli, S., Rakesh, V., & Datta, A. (2007, Ekim). Modeling The Heating Uniformilty Contributed By A Rotating Turntable In Microeave Ovens. *Journal Of Food Engineering*, s. 359-368.
- Gençtan, T., Öktem, A., A.Birsin, M., Bilgin, O., Ulukan, H., Balkan, A., . . . Özseven, İ. (2015). Yurdumuzun Tahıl Üretim Pootansiyeli, Sorunları Ve Çözüm Önerileri. *Türkiye Ziraat Mühendisliği VII. Teknik Kongresi* (s. 352-386). Ankara: TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası.
- Gezgin, İ. (2022). Ekmegin Arkeolojik Yolculuğu. *Her Yönüyle Ekmek* (s. 26). içinde İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi.
- Giannou, V., Kessoglou, V., & Tzia, C. (2003). Quality Amd Safety Characteristics Of Bread Made From Frozen Dough. *Trends In Food Science & Technology* , s. 99-108.
- Green Mall Blog*. (2017, 05 17). Green Mall: <http://greenmallblog.com/2017/05/odun-firini-nasil-kullanilir/> adresinden alındı
- Gül, H., Acun, S., Hayıt, F., & Şirikçi, B. S. (2021). Geleneksel Ekşi Mayalı Isparta Ekmeğinin Bazı Kalite Karakteristikleri Açısından Değerlendirilmesi. *Ziraat Fakültesi Dergisi*, (16);1, s. 34-45.
- Gültekin, F., Akın, S., & Elgün, A. (2019). Ekmek Hakkında Güncel Bir Değerlendirme: Sağlık Etkileri, Gıda Katkı Maddeleri ve Helallik Sorunu . *Journal of Halal Life Style*, s. Cilt 1, Sayı 1.
- Güney, E. (2014, Ocak). Endüstriyel Tav Fırınlarda Karışık Yakıt (Kok Gazı+Yüksek Fırın Gazı) Kullanımı İle Doğalgaz Kullanımının Enerji Verimliliğine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi.*, s. Karabük: Karabük Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Hirte, A., Hamer, R., Meinders, M., Hoek, K., & Primo-Martin, C. (2012, Kasım 29). Control Of Crust Permeability Any crispness Retention İn Cripy Bread. *Food Research International*, s. 92-98.

- İçöz, D., Sumnu, G., & Sahin, S. (2004). Color and texture development during microwave and conventional baking of breads. *International Journal of Food Properties*, s. 7 (2): 201-213.
- İpek, Ö. (2017). Türkiye’deki Değişik Yörelere Sağlanan Ekşi Hamurdan İzole Edilen Ekmek Mayalarının Teknolojik Özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, s. Ankara: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- İşin, P. (2019). *Yemeğin Kültürel Tarihi*. İstanbul: Yapı Kredi Yayınları.
- İşleroglu, H., & K.Ertekin, F. (2016). Modelling Of Heat And Mass Transfer During Cooking In Steam-Assisted Hybrid Oven. *Journal of Food Engineering*, 181, s. 50-58.
- Jaeger, H., Janositz, A., & Knorr, D. (2010). The Maillard reaction and its control during food processing. The potential of emerging technologies. *Pathologie Biologie* 58, s. 207-2013.
- Jusoh, Y., Chin, N., Yusof, Y., & Raman, R. (2009). Bread crust thickness measurement using digital imaging and L a b colour system. *Journal of Food Engineering*, , s. 94 (3-4): 366-371.
- Kalkavan, D. (2018, Haziran). Buhar Destekli Pişirmede Farklı Miktarlarda Buhar Uygulamasının Ekmek Kalitesine Etkisi. *İstanbul Teknik Üniversitesi*.
- Kanar, M. (2011). *Eski Anadolu Türkçesi Sözlüğü*. Ankara: Say Yayınları.
- Keserli Karapınar, A. (2022). Karakılçık Buğday Unundan Hazırlanan Ekşi Mayalı Ekmeklerin Duyusal Özelliklerinin Geliştirilmesine Yönelik Bir Araştırma . İstanbul: İstanbul Gelişim Üniversitesi.
- Kezer, G. (2019). *Doğal Ekşi Hamurlardan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu Ve Tanımlanması İle Bazı Probiyotik Özelliklerinin Saplanması*. Doktora tazi, Hacettepe Üniversitesi.
- Kocabıyık, H., & Kayışoğlu, B. (2003, 05 15). Ayçiçeği Sıpmasının Kesilme Özelliklerinin Belirlenmesi . *TARIM BİLİMLERİ DERGİSİ*, s. 264.

- Köpüklü, M. (2021). Sucuk Tekniği ile 'Çömlek Fırın' Yapımı. *Sanat Dergisi* (38), s. 363-384.
- Köten, M., & Ünsal, A. (2004, Eylül 23-24). Şanlıurfa Yöresine Özgü "Tırnaklı ve Açık" Ekmeklerin Geleneksel Üretim Yöntemleri. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*. Van.
- Kuter, M. (2011). *İnsan Ve Ekmek*. Bursa : Akmat Akınoğlu Matbaacılık.
- Li , C., Xu, W., Cheng, H., Du, W., Yang, R., & Zhang, H. (2022). Experimental study of fire propagation and heat transfer of biomass straw fuel with different stacked diameters and thicknesses. *Fuel*, s. 315.
- Mariotti, M., Picozzi, C., & Kappa, C. (2016). Development of a Type I gluten-free sourdough. *Letters in Applied Microbiology* , s. 62(2):119-125.
- Manhiça, F., Lucas, C., & Richards, T. (2012, Aralık 5). Wood Consumption And Analysis Of The Bread Baking Process In Wood-Fired Bakery Ovens. *Applied Thermal Engineering*, s. 63-72.
- Miskelly, D., & Huang, S. (2016). Introduction to Steamed Bread. *Steamed Breads*, s. 1-12.
- Mondal, A., & Datta, A. (2008, Haziran). Bread Baking. *Journal Of Food Engineering*, s. 465-474.
- Naskali, E. (2003). *Mutfak Gereçleri Kitabı*. kitapevi.
- OECD Publishing. (2006). Safety Assessment of Transgenic Organisms. s. 2-36.
- Ologunye , O., Abdulmumuni, B., Fanifosi, J., Azeez, N., & Akinola, O. (2020). Fabrication and performance evaluation of a low-cost electric baking oven. *School of Engineering Technology Annual International Conference (SAINCONF)*, s. 1 (1):22-27.
- Ologunye, O., Abdulmumuni, B., Fanifosi, J., Azeez, N., & Akinola, O. (2020). Fabrication And Performance Evaluation Of A Lowcost Electric Baking Oven. *School of Engineering Technology Annual International Conference*, (1):1, s. 22.27.

- Olugbade, T. O., & Ojo, O. T. (2018). Development And Performance Evaluation Of An Improved Electric Baking Oven. *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, s. 189-206.
- Osman, R., Yang, T., Ahmed, A., Ahmed, K., Ali, M., & Khair, S. (2017). Optimization of bread baking conditions in superheated steam oven using response surface methodology. *International Journal of Agricultural and Environmental Research*, s. 3 (3): 290-301.
- Ögel, B. (1978). *Türk Kültür Tarihine Giriş*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Ögel, B. (1978). *Türk Kültür Tarihine Giriş 4*. İstanbul: Milli Eğitim Basımevi.
- Özkeşkek, M., & D.Arıkan, A. (2019). Türk Mutfağında Geleneksel Ekmek Pişirme Yöntem, Araç Ve Gereçlerinin Yaşatılması: Pileki Örneği. *Karadeniz Uluslararası Bilimsel Dergi*, (41):, s. 52-61.
- Pala, A. (2012). Farklı Yöntemlerle Kurutularak Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi. *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*,. Pamukkale, Türkiye, 70 s.
- Pamir, H. (1985). *Fermantasyon Mikrobiyolojisi*. Ankara: Ankara Üniversitesi Basımevi.
- Papasidero, D., Manenti, F., & Pierucci, S. (2015). Bread baking modeling: Coupling heat transfer and weight loss by the introduction of an explicit vaporization term. *Journal of Food Engineering*, s. 147:79-88.
- Pastel, B., Waniska, R., & Seetharaman, K. (2005, Temmuz 7). Impact Of Different Baking Processes On Bread Firmness And Starch Properties In Breadcrumb. *Journal Of Cereal Science*, s. 173-184.
- Pekcan, G. (2001). Türkiye’de Beslenme Sorunları ve Boyutları. *Beslenme ve Diyet Dergisi* , s. 30:1:45-57.
- Petel, C., Onno, B., & Prost, C. (2017). sourdough volatile compounds and their contribution to bread : A review. *Trends in food science & technology*, s. 105-123.

- Purlis, E. (2010, Ekim 7). Browning Development İn Barkry Products- A Review. *Journal Of Food Engineering*, s. 239-249.
- Ronay, A. (2021). *Türk Mutfağı*. İstanbul: Kütüphaneler Ve Yayınlar Genel Müdürlüğü.
- Rosell, C., Bajerska, J., & Sheikha, A. (2021). *Bread and Its Fortification*. CRC Press.
- Scanlon, M., & Zghal, M. (2001, Haziran 18). Bread Properties And Crumb Structure. *Food Research International*, s. 841-864.
- Shaughnessy, B., & Newborough, M. (2000, Haziran). Energy Performance Of A Low-Emissivity Electrically Heated Oven. *Applied Thermal Engineering*, s. 813-830.
- Shittu, T., Raji, A., & Sanni, L. (2007). Bread from composite cassava-wheat flour: I. Effect of baking time and temperature on some physical properties of bread loaf. *Food Research International*, s. 40 (2): 280-290.
- Silvertown, j. (2018). *Darwin'le Akşam Yemeği*. İstanbul: Kolektif kitap.
- Su, X., Wu, F., Zhang, Y., Yang, N., Chen, F., Jin, Z., & Xu, X. (2019). Effect Of Organic Acids On Bread Quality Improvement. *Fod Chemistry*, s. 267-275.
- Sumnu, G., Şahin, S., & Sevimli, M. (2005, Aralık). Microwave, Infrared and Infrared-Microwave Combination Baking Of Cakes. *Journal Of Food Engineering*, s. 150-155.
- Şahin, E. (2012). *Gerçek Ekmek*. İstanbul: Hayyikiap Yayınevi.
- Şen, M. A., & Ekinçi, E. (2020). Türkiye’de Üretilen Coğrafi İşaret İle Tescillenmiş Ekmek Çeşitleri Üzerine Bir Nitel Araştırma. *Avrasya Turizm Araştırmaları Dergisi*, (1);1, s. 32-41.
- Şenol, H., & Açikel, Ü. (2018). Tarımsal Atıklardan Anaerobik Fermantasyon İle Enerji Üretimi. *TURAN : Stratejik Arastirmalar Merkezi*, s. 10(40), 489.
- Therdthai, N., Zhou, W., & Adamczak, T. (2002, Kasım). Optimisation Of The Temperature Profile In Bread Baking. *Journal Of Food Engineering*, s. 41-48.

- Thielecke, F., Lecerf, M., & Nugent, A. (2021). Processing İn The Food Chain: Do Cereals Have To Be Processed To Add Value To The Human Diet? *Nutrition Research Reviews* (34) 2 :, s. 159-173.
- Turgutlu, G., & Yurddaş, A. (2015, Aralık 17). Bir Isıl İşlem Fırınının Termodinamik Analizi. *CBÜ Fen Bil. Dergi* , s. 75-92.
- Uhri, A. (2003). *Ateşin Kùltür Tarihi*. İstanbul: Dost Kitapevi Yayınları.
- Ünal, A. (2019). *Büyük Şölen Eski Anadolu'nun 3500 Yıllık Yemek Ve İçkileri*. Ankara: Matsa Basımevi.
- Wagner, M., Lucas, T., Le Ray, D., & Trystram, G. (2007, Haziran 11). Water Transport İn Bread During Baking. *Jounal Of Foof Engineering*, s. 1167-1173.
- Zanoni, B., Peri, C., & Bruno, D. (1995). Modelling Of Starch Gelatinization Kinectics Of Bread Crumb During Baking. *Lebensm.-Wiss. U-Technol*, s. 314-318.