

Gıdaların Kızılötesi Pişiriciyle Hazırlanması ile Akrilamid ve pH Tayini ile Sağlık Açısından Değerlendirilmesi



**TANATAR KALIP & ANATEK
AR-GE VE DANIŞMANLIK
HİZMETİ RAPORU**



2023/ESKİŞEHİR

Doç. Dr. Osman GÜLDEMİR
Öğr. Gör. Gökhan ŞALLI
Dr. Öğr. Üyesi Murat SOYSEVEN
Prof. Dr. Göksel ARLI



Gıdaların Kızılötesi Pişiriciyle Hazırlanması ile Akrilamid ve pH Tayini ile Sağlık Açısından Değerlendirilmesi

Ar-Ge ve danışmanlık hizmeti raporu

ÖZET

Tanatar Kalıp ve AR-GE yetkilileri ile yapılan ön görüşmeler neticesinde ufak bir ön proje yürütülmesi hususunda anlaşılmış; teslim alınan iki IR-Grill ile uzmanların öncelik belirlediği gıdalar Anadolu Üniversitesi, Eskişehir Meslek Yüksekokulu Aşçılık Programı mutfaklarında pişirilmiş ve akabinde Yunus Emre Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı gıda laboratuvarında akrilamid ile PH tayinleri yapılmıştır.

Sadece IR-Grill ile pişirilen gıdalar değil, bir şekilde hem kömür ızgarasında, hem fırında pişirilenleri ile çiğ numuneleri analiz edilerek değerlendirilmiştir.

Raporda, mutfakta kullanımında tavsiye edilebilir süreler ve genel tespitler ile tavsiyelere yer verilmiştir.

Ayrıca gıda laboratuvarında yürütülen analizler neticesinde varılan sonuçlar da değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak Tanatar firmasının geliştirmekte olduğu kızılötesi prensibiyle pişirme özelliği olan IR-Grill'in fırına ve kömür ızgarasına nazaran yaklaşık %50 oranında daha kısa sürede, benzer nitelikte pişirme sağladığı; akrilamid ve pH açısından da IR-Grill ile pişirilen gıdaların yine diğer iki pişirme aracıyla benzer özellikler taşıdığı anlaşılmıştır.

IR-Grill'in amatör ve profesyonel mutfaklarda kullanılmasına yönelik bir sakınca tespit edilmemiştir.

“IR-Grill ev tipi ve profesyonel mutfaklarda kullanımı pratik ve güvenli bir hızlı pişirme ekipmanıdır.”

1. PİŞİRME-Süreç, Yöntem, Açıklama ve Değerlendirmeler

Öncelikli olarak Tanatar firmasının geliştirmekte olduğu kızılötesi prensibiyle pişirme özelliği olan IR-Grill teslim alındıktan sonra Aşçılık Programı mutfaklarında ön uygulamalarda kullanılmıştır. Bu süreçte farklı gıdalar kullanılarak planlanan testler için 8,5 cm yükseklik ile standart çıktılar ve makul kıyaslamalar yapılabilmesi için gücün 100 olması kararlaştırılmıştır. Benzer şekilde kombinasyonu en aza indirgeyebilmek adına kömür ızgarasında meşe kömürü kullanılarak haline geldikten sonra hafif küllenmiş ve ızgara ile arasında 7 cm dolayında mesafe olması gerektiği belirlenmiştir. Fırın için de UNOX BakerTop modelinde 220 °C, önceden ısıtılmış, döküm ızgarada 4 fan ayarında kullanımı mantıklı bulunmuştur.

Ardından Eskişehir piyasasında bulunan ve yiyecek içecek sektöründe döngüsü olan Tablo 1-6'da isimleri yazılı olan gıdalar listelenmiştir. Bunlar deney günleri taze olarak temin edilmiş, tabloda belirtilen istisnai test numuneleri dışında baharatsız, katkısız, asgari işlenmiş, yağsız, tuzsuz, şekersiz, sade versiyonları hazırlanmıştır. Kuşkonmaz gibi doğal ebatı ufak olanları ve kestane gibi bütünlüğü nihai üründe olumlu karşılananları temizlik dışında bir doğramaya veya şekillendirmeye tabii tutulmamıştır. Diğerleri ise IR-Grill, kömür ızgarası ve fırın pişirmelerinde kullanılabilecek şekilde gıdanın dokusu da düşünülerek yaklaşık 2x4 cm ebatlarında ve 3-7 mm kalınlığında doğranmıştır. Bu ön hazırlıklar akabinde beklemeden, ivedilikle pişirmeler gerçekleştirilmiş, etiket bilgileriyle fotoğraflanmış ve oda ısısına soğutulduktan sonra gıda numune torbalarına koyularak üzerlerine etiket bilgileri yazılarak paslanmaz çelik gastronom kaplar içerisinde +4 °C'ye soğutulmuşlardır. Pişirmesi ve soğutması tamamlanan numuneler soğuk zincire dikkat edilerek gıda laboratuvarına nakledilmiş, aşağıdaki bölümde detayları aktarıldığı gibi tayinleri yapılarak değerlendirilmiştir.

Tablo 1. *Dana et ve ürünleri*

Ürün	Kod/Tanımlama	Açıklama ve Özet Dönütler
Dana köfte (kıyma)	DKÇ/Çiğ DKPK/Kömür Izg. DKPK/Fırın DKPİ/IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.

Dana kuşbaşı (şiş)	DKŞÇ/Çiğ DKPK/Kömür Izg. DKŞPF/Fırın DKŞPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Dana sucuk	DSC/Çiğ DSPK/Kömür Izg. DSPF/Fırın DSPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Dana kontrafile	DKOÇ/Çiğ DKOPK/Kömür Izg. DKOPF/Fırın DKOPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Dana antrikot	DAÇ/Çiğ DAPK/Kömür Izg. DAPF/Fırın DAPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Dana ev tipi köfte	DEKÇ/Çiğ DEKPK/Kömür Izg. DEKPF/Fırın DEKPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Dana pirzola	DPC/Çiğ DPPK/Kömür Izg. DPPF/Fırın DPPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Dana Tbone steak	DTSC/Çiğ DTSPK/Kömür Izg. DTSPF/Fırın DTSPİ/ IR-Grill	IR-Grill başarılı, fakat et kalınlığı arttıkça iç pişme özelliği Türk beklentilerini karşılamayabilir. Mühürleme akabinde cihazın kısık özelliğinde biraz daha uzun süre pişirmek faydalı oluyor.

Tablo 2. Kuzu et ve ürünleri

Ürün	Kod/Tanımlama	Açıklama ve Özet Dönütler
Kuzu köfte (kıyma)	KKÇ/Çiğ KKPK/Kömür Izg. KKPF/Fırın KKPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Kuzu kuşbaşı (şiş)	KKŞÇ/Çiğ KKŞPK/Kömür Izg. KKŞPF/Fırın KKŞPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Kuzu beyti	KBC/Çiğ KBPK/Kömür Izg. KBPF/Fırın KBPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.

Kuzu külbastı	KKÜÇ/Çiğ KKÜPK/Kömür Izg. KKÜPF/Fırın KKÜPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Kuzu lokum (sırt)	KLÇ/Çiğ KLPK/Kömür Izg. KLPF/Fırın KLPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.

Tablo 3. *Kanatlı et ve ürünleri*

Ürün	Kod/Tanımlama	Açıklama ve Özet Dönütler
Piliç kanat	PKÇ/Çiğ PKİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Piliç şinitzel	ŞÇ/Çiğ ŞPK/Kömür Izg. ŞPF/Fırın ŞPI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat kalın hazırlanmış şinitzellerde ilk aşamada yüksek ısı, ardından en kısık derecede son pişirme yapıldığında daha iyi oluyor.
Piliç nuget	NGÇ/çiğ NGPK/Kömür Izg. NGPF/Fırın NGPI/ IR-Grill	IR-Grill ile pişirmede ilk aşamada yüksek ısı, ardından en kısık derecede son pişirme yapıldığında daha iyi oluyor.
Piliç göğüs	PGÇ/Çiğ PGPK/Kömür Izg. PGPF/Fırın PGPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Piliç but	PBUÇ/Çiğ PBUPK/Kömür Izg. PBUPF/Fırın PBUPI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat önce yüksek ısıda, ardından kısık ısıda çevirerek pişirme daha iyi oluyor.
Piliç pirzola	PPÇ/Çiğ PPPK/Kömür Izg. PPPF/Fırın PPPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Piliç baget	PBÇ/Çiğ PBPK/Kömür Izg. PBPF/Fırın PBPI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat önce yüksek ısıda, ardından kısık ısıda çevirerek pişirme daha iyi oluyor.
Hindi sosis	HİNÇ/Çiğ HİNPK/Kömür Izg. HİNPF/Fırın HİNPI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat önce kısa süre yüksek ısı, ardından çevirerek düşük ısıda pişirmek daha iyi oluyor.

Tablo 4. Balıklar

Ürün	Kod/Tanımlama	Açıklama ve Özet Dönütler
İstavrit	İÇ/Çiğ İPK/Kömür Izg. İPF/Fırın İPİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Somon	SÇ/Çiğ SPK/Kömür Izg. SPF/Fırın SPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı. Fakat kalın dilimlenmiş somonlarda ilk aşamada yüksek ısı, ardından en kısık derecede son pişirme yapıldığında daha iyi oluyor.
Kefal	KÇ/Çiğ KPK/Kömür Izg. KPF/Fırın KPI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat önce yüksek ısıda, ardından kısık ısıda çevirerek pişirme daha iyi oluyor.
Çipura	ÇÇ/Çiğ ÇPK/Kömür Izg. ÇPF/Fırın ÇPI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat önce yüksek ısıda, ardından kısık ısıda çevirerek pişirme daha iyi oluyor. Fileto olarak pişirmek daha iyi oluyor.
Levrek	LÇ/Çiğ LPK/Kömür Izg. LPF/Fırın LPI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat önce yüksek ısıda, ardından kısık ısıda çevirerek pişirme daha iyi oluyor. Fileto olarak pişirmek daha iyi oluyor.

Tablo 5. Sebzeler

Ürün	Kod/Tanımlama	Açıklama ve Özet Dönütler
Patates	PÇ/Çiğ PPFY/Yağlı Fırın PPIY/Yağlı IR-Grill PPF/Fırın yağsız PPI/ IR-Grill yağsız	IR-Grill başarılı.
Patlıcan	PCC/Çiğ PCPF/Fırın PCPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Domates	DÇ/Çiğ DPF/Fırın DPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Kırmızı biber	KBÇ/Çiğ KBPF/Fırın KBPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Yeşil biber	YBÇ/Çiğ YBPF/Fırın YBPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Kabak	KBÇ/Çiğ KBPF/Fırın KBPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Enginar	EÇ/Çiğ EI/ IR-Grill	IR-Grill başarılı.

Kuşkonmaz	KÇ/Çiğ Kİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Kültür mantarı	MNTÇ/Çiğ MNTİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı. Çanak şeklinde tuzlayarak yerleştirip, çevirmeden pişirince suyuyla servisi daha iyi oluyor.
Kereviz	KRVÇ/Çiğ KRVİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Brüksel Lahanası	BLÇ/Çiğ BLİ/ IR-Grill	IR-Grill başarılı.
Brokoli	BRÇ/Çiğ BRİ/IR-Grill	IR-Grill başarılı. Fakat şeklinden ötürü bazı çıkıntılı tarafları erken yanabiliyor. Bu sebeple sık çevirmek iyi oluyor.
Havuç	HÇ/Çiğ HPF/Fırın HPİ/IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı. Fakat bütün parçaları çok kalın olmayacak şekilde eşit şekillendirmek daha iyi oluyor.
Pırasa	PRSC/Çiğ KSİ/ IR-Grill	IR-Grill başarılı.

Tablo 6. Meyveler ve diğerleri

Ürün	Kod/Tanımlama	Açıklama ve Özet Dönütler
Muz	MÇ/Çiğ MPF/Fırın MPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı. Yatay ikiye bölüp, çikolata parçaları yerleştirip pişirmek de iyi sonuç veriyor.
Ayva	AYÇ/Çiğ AYPF/Fırın AYPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Avokado	AVÇ/Çiğ AVİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Elma	EÇ/Çiğ APK/Kömür Izgarası EPF/Fırın EPI/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Armut	AÇ/Çiğ APF/Fırın API/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı.
Bal Kabağı	BKÇ/Çiğ BKİ/ IR-Grill	IR-Grill pişirme ve sunumuna yönelik çalışmalar yapılması gerekli.
Kestane	KSC/Çiğ KSİ/ IR-Grill	IR-Grill oldukça başarılı. IR-Grill ile pişirmeye çok uygun ve pratik.
Ekmek	EKÇ/Normal EKPK/Kömür Izgarası EKPF/Fırın EKPI/ IR-Grill	IR-Grill ile kızartmaya çok uygun.

Hellim peyniri	HELÇ/Çiğ HELPF/Fırın HELPI/ IR-Grill	IR-Grill ile pişirmeye çok uygun.
-----------------------	--	-----------------------------------

Tablo 7’de dökümü yer alan ve Grafik 1’de öz görüntüsü bulunan seçili gıdaların kömür ızgarasında, IR-Grill’de ve fırında pişirme süreleri değerlendirildiğinde tüm gıdalarda IR-Grill’in daha hızlı pişirme sağladığı tespit edilmiştir. Kimi gıdalarda IR-Grill fırına ve kömür ızgarasına nazaran yaklaşık %50 oranında kısa sürede benzer nitelikte pişirme sağlamıştır.

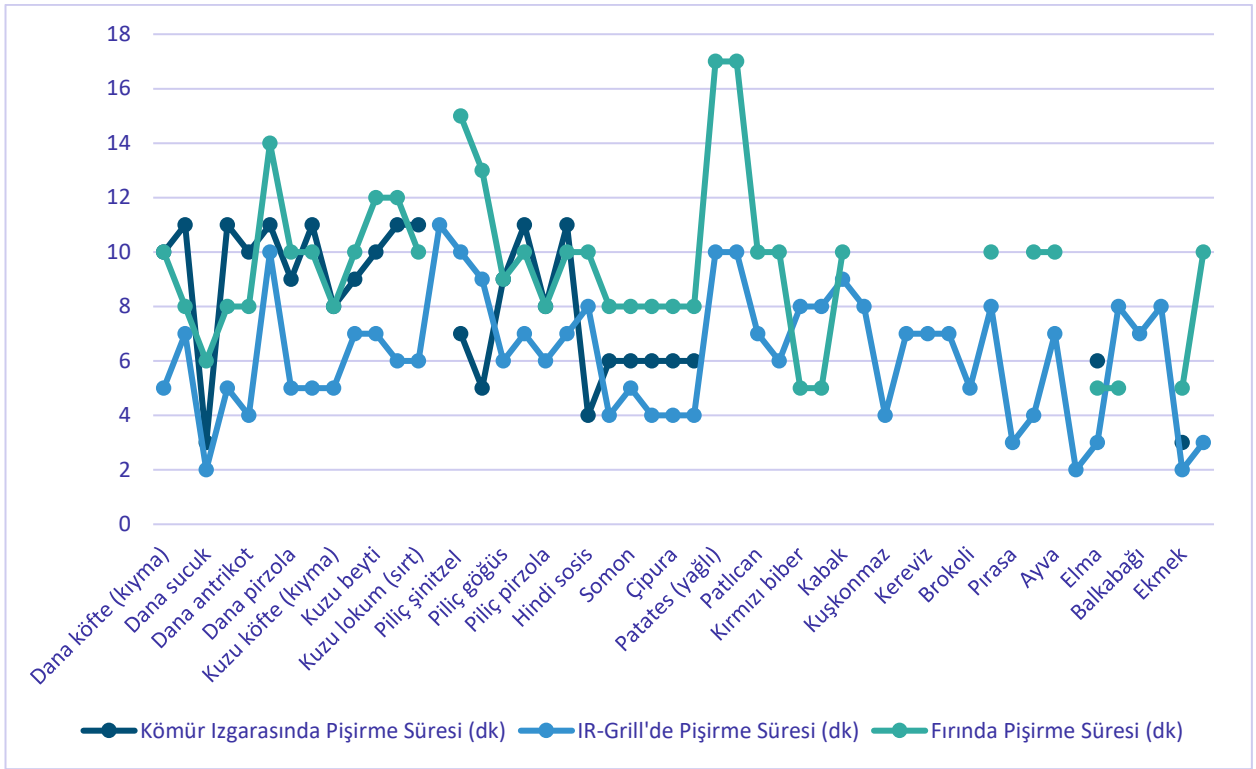
Tablo 7. Bazı gıdaların kömür ızgarasında IR-Grill’de ve fırında pişirme süreleri

Ürün Adı	Kömür Izgarasında Pişirme Süresi (dk)	IR-Grill’de Pişirme Süresi (dk)	Fırında Pişirme Süresi (dk)
Dana köfte (kıyma)	10	5	10
Dana kuşbaşı (şiş)	11	7	8
Dana sucuk	3	2	6
Dana kontrafile	11	5	8
Dana antrikot	10	4	8
Dana ev tipi köfte	11	10	14
Dana pirzola	9	5	10
Dana T bone steak	11	5	10
Kuzu köfte (kıyma)	8	5	8
Kuzu kuşbaşı (şiş)	9	7	10
Kuzu beyti	10	7	12
Kuzu külbastı	11	6	12
Kuzu lokum (sırt)	11	6	10
Piliç kanat		11	
Piliç şinitzel	7	10	15
Piliç nuget	5	9	13
Piliç göğüs	9	6	9
Piliç but	11	7	10
Piliç pirzola	8	6	8
Piliç baget	11	7	10
Hindi sosis	4	8	10
İstavrit	6	4	8
Somon	6	5	8
Kefal	6	4	8
Çipura	6	4	8
Levrek	6	4	8
Patates (yağlı)		10	17
Patates (yağsız)		10	17

Patlıcan		7	10
Domates		6	10

Tablo 7 Devam. Bazı gıdaların kömür ızgarasında IR-Grill’de ve fırında pişirme süreleri

Ürün Adı	Kömür Izgarasında Pişirme Süresi (dk)	IR-Grill’de Pişirme Süresi (dk)	Fırında Pişirme Süresi (dk)
Kırmızı biber		8	5
Yeşil biber		8	5
Kabak		9	10
Enginar		8	
Kuşkonmaz		4	
Kültür mantarı		7	
Kereviz		7	
Brüksel lahanası		7	
Brokoli		5	
Havuç		8	10
Pırasa		3	
Muz		4	10
Ayva		7	10
Avokado		2	
Elma	6	3	5
Armut		8	5
Balkabağı		7	
Kestane		8	
Ekmek	3	2	5
Hellim peyniri		3	10



Grafik 1. Bazı gıdaların kömür ızgarasında IR-Grill’de ve fırında pişirme süreleri

IR-Grill pişirme ekipmanının diğer pişirme ekipman ve yöntemleri ile karşılaştırıldığında özellikle zaman tasarrufu açısından büyük avantaj sağladığı düşünülmektedir. Yüksek ısı derecelerine hız bir şekilde çıkabilmesi ve ürünleri hızlı bir şekilde pişirmesi bu düşüncede etkili olmuştur. Ev tipi kullanım ve özellikle endüstriyel kullanımda zaman kavramı oldukça önemlidir. Bu bakımdan ürünün bu anlamda avantajlı olduğu söylenebilmektedir. Pişirme esnasında özellikle kömür ızgaraya kıyasla daha az duman, koku ve is salınımı yapması ürünün bir diğer avantajlı yönüdür. Tüm bu hususlar değerlendirildiğinde enerji maliyeti açısından da ürünün tercih sebebi olabileceği söylenebilir. Özellikle mutfaklarda enerji maliyetlerinin yüksek olması ve sürdürülebilirlik kavramı düşünüldüğünde ürünün ön plana çıkacağı ve tercih edileceği düşünülmektedir. Öte yandan ürün kullanımının işlevsel ve pratik olması da diğer avantajlı bir yönüdür. Temizlik ve bakım işlemlerinin de pratik şekilde yapılabilmesi ürünün işlevselliğini kanıtlamaktadır. Mevcut prototip ürünün ev tipi kullanımda kapasite açısından yeterli olacağı düşünülmektedir. Endüstriyel mutfaklar için ürün boyutlarında değişiklikler yapılması faydalı olacaktır. Ürünün yüksek ısı derecelerine hızlı bir çıkmasına karşın ürünleri yakmadan seri bir şekilde pişirmesi büyük bir avantaj olarak

değerlendirilmiştir. Ayrıca, ısı ve yükseklik ayarının pratik bir şekilde yapılabilmesi farklı ürün grupları ve farklı boyuttaki gıda maddelerini kolayca pişirebilmede olumlu bir özellik olarak görülmüştür.

IR-Grill pişirme ekipmanının ev tipi mutfaklarda ve endüstriyel mutfaklarda kullanımının uygun olacağı düşünülmektedir. Yukarıda vurgu yapılan avantajlı özellikler ürünü diğer pişirme ekipmanları ve pişirme yöntemlerine karşı ön plana çıkaracaktır. Özellikle sosyal yaşamdaki değişimler ve küresel olaylar mutfakta geçirilen zamanı azaltmış ve daraltmıştır. Zaman kavramının önemli hale gelmesi ve mevcut pişirme ekipmanının bu açıdan avantajlı olması piyasada tutunmasında etkili olacaktır.

2. AKRİLAMİD VE PH TAYİNİ-Süreç, Yöntem, Açıklama ve Değerlendirmeler

Öncelikle çiğ olarak alınan çeşitli et, tavuk, balık ve meyve numuneleri, kömür ızgarasında, fırında ve IR-Grill ile pişirildikten sonra pH değerlendirmeleri yapılmıştır. pH değerlendirmeleri OHAUS marka pH-metre aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. pH tayinleri gerçekleştirilmeden önce firma tarafından temin edilen standart çözeltiler ile kalibrasyonları gerçekleştirilmiştir. pH metre ucu her ölçümden analitik saflıktaki su ile temizlenmiştir. pH metre probu KCI çözeltisi içerisinde muhafaza edilmiştir. Numunelerin belirtilen pişirme yöntemlerinden sonra elde edilen pH değerleri Tablo 9’da gösterilmiştir.

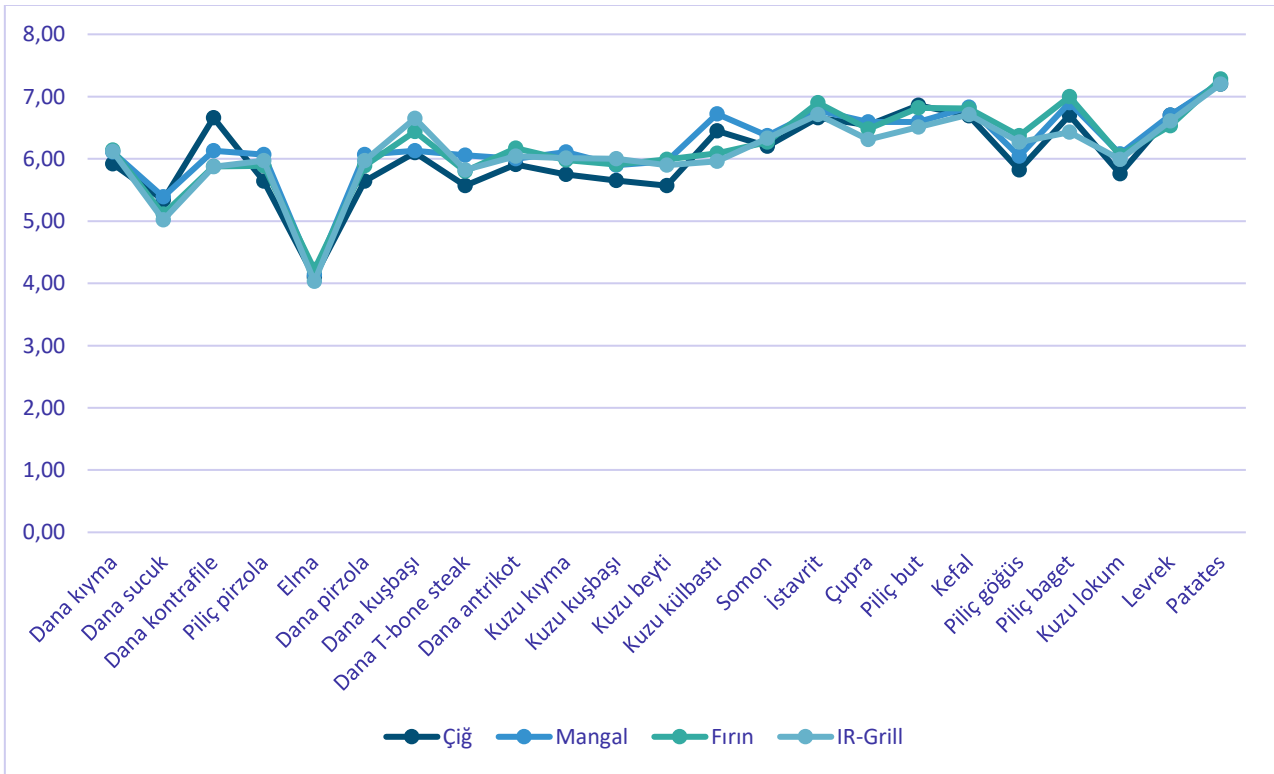
Tablo 8. Çiğ, kömür ızgarası, fırın ve IR-Grill numunelerden elde edilen pH değerleri

Numune adı	pH değeri			
	Çiğ	Kömür Izg.	Fırın	IR-Grill
Dana kıyma	5.92	6.11	6.14	6.12
Dana sucuk	5.34	5.39	5.11	5.02
Dana kontrafile	6.66	6.13	5.88	5.87
Piliç pırzola	5.64	6.07	5.89	5.97
Elma	4.10	4.14	4.22	4.03
Dana pırzola	5.64	6.07	5.89	5.97
Dana kuşbaşı	6.10	6.13	6.44	6.65
Dana T-bone steak	5.57	6.06	5.80	5.82

Dana antrikot	5.91	6.00	6.17	6.04
Kuzu kıyma	5.75	6.11	5.98	6.01
Kuzu kuşbaşı	5.65	5.90	5.91	6.00
Kuzu beyti	5.57	5.96	5.99	5.90
Kuzu külbastı	6.45	6.72	6.09	5.96

Tablo 8 Devam. Çiğ, kömür ızgarası, fırın ve IR-Grill numunelerden elde edilen pH değerleri

Numune adı	pH değeri			
	Çiğ	Kömür Izg.	Fırın	IR-Grill
Somon	6.20	6.37	6.27	6.33
İstavrit	6.66	6.78	6.90	6.71
Çupra	6.54	6.59	6.48	6.31
Piliç but	6.86	6.59	6.82	6.51
Kefal	6.69	6.83	6.81	6.71
Piliç göğüs	5.82	6.04	6.37	6.27
Piliç baget	6.70	6.90	7.00	6.43
Kuzu lokum	5.76	6.08	6.06	5.99
Levrek	6.70	6.70	6.53	6.61
Patates	7.20	7.23	7.28	7.20



Grafik 2. Çiğ, kömür ızgarası, fırın ve IR-Grill numunelerden elde edilen pH değerleri

Tablo 8’de verilen ve Grafik 2’de görülen değerler incelendiğinde çiğ olarak satın alınan ürünlerin taze olduğunu ve literatürdeki pH değerleri ile uyumlu olduğunu göstermektedir. Literatürdeki pH değerleri ile oluşan farkların ise hayvanın kesildikten sonra geçen süre ile ilişkili olduğu söylenebilir. Kömür ızgarası, fırın ve IR-Grill ile yapılan pişirme sonuçları incelendiğinde pH değerlerinin arttığı gözlemlenmiştir. IR-Grill ile yapılan pişirme sonucunda elde edilen pH değerleri, kömür ızgarası ve fırın ile pişirilmiş ürünler ile kıyaslandığında elde edilen değerlerin birbirlerine yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Pişirme hızı, süresi ve hazırlık aşamaları göz önüne alındığında IR ile pişirmenin avantajlı olduğu söylenebilir.

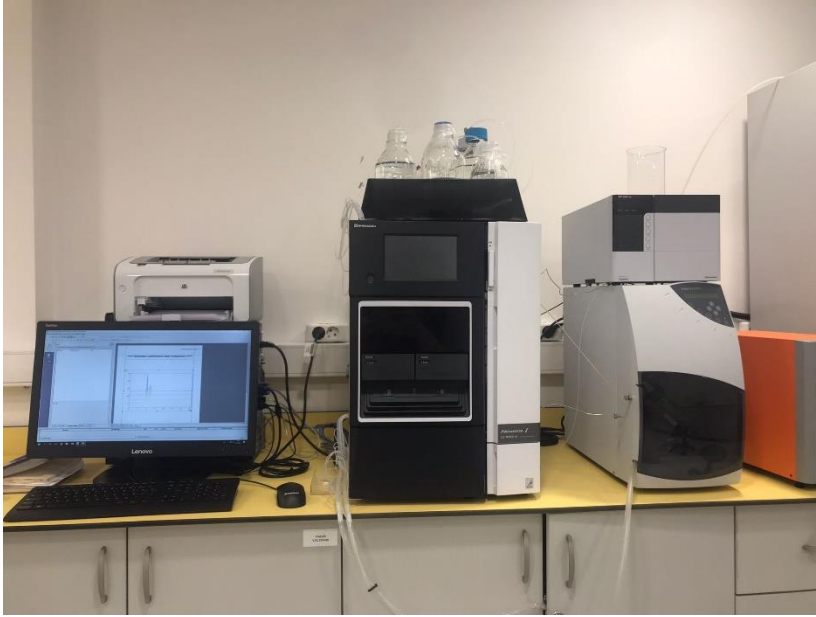
Ayrıca, Akrilamid oluşumu, Maillard reaksiyonu gibi sistemin pH’sına bağlıdır. pH hem şeker hem de amino grubu reaktifliğine etki eder. Yüksek pH, şekerin açık zincir formunu ve protonlaşmamış amino gruplarını reaktif formlar olması için destekler. Akrilamid oluşması için optimum pH değeri 7-8 civarındadır.

Kızılötesi Pişirici ile Pişirilen Çeşitli Gıdalarda Akrilamid Tayini

Akrilamid, yüksek sıcaklıkta (genellikle 120 °C’nin üzerinde) gıdaların pişirilmesi sırasında oluşan bir kimyasal bileşiktir. Akrilamid, şeker ve asparagin amino asitinin yan ürünü olarak oluşur ve özellikle patates cipsi, kızarmış patates, kızarmış tavuk gibi yüksek sıcaklıkta pişirilen karbonhidrat ve protein içeren gıdalarda bulunabilir. Akrilamid, özellikle asparajin ve glukoz, fruktoz gibi indirgeyici şekerler arasındaki Maillard reaksiyonlarında amino asitler arasındaki bağlanmalar sonucu oluşur. Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC), 1994 yılında akrilamidi kemirgenlerdeki kanserojen etkileri nedeniyle olası bir insan kanserojeni olarak sınıflandırdı. Ayrıca, akrilamid bilinen bir nörotoksin olarak da kabul edilir.

Proje kapsamında Akrilamid’in HPLC-DAD aracılığı ile kızılötesi pişiricisinde pişirilen çeşitli gıdalardaki oluşum miktarının belirlenmesi için metot geliştirilmesi hedeflenmiştir. Bu bağlamda öncelikle analitik saflıkta temin edilen Akrilamid standardının çeşitli konsantrasyonlarda standartlar hazırlanmıştır. HPLC – DAD metodunu ile Akrilamid tayini için literatür araştırmaları yapılarak ve

çeşitli ön denemeler gerçekleştirilmiştir (Fotoğraf 1-3). Bu ön denemeler sonucunda Tablo 9’da belirtilen HPLC – DAD koşulların uygulanmasına karar verilmiştir.



Fotoğraf 1. HPLC – DAD cihazları

Tablo 9. Uygulanan HPLC-DAD koşulları

Parametere	Değer
Mobil faz	(Su:Asetonitril):(98:2, h/h)
Akış hızı	0.5 mL dk ⁻¹
Kolon	C ₁₈ (5 µm, 250 mm x 4,6 mm)
Enjeksiyon hacmi	10 µL
Kolon sıcaklığı	40 °C
Dalgaboyu	200 nm

Analitik saflıkta bulunan Akrilamid standardından (Sigma – Aldrich) 1 mg mL⁻¹ derişime sahip olacak şekilde hassas bir tartım yapılmış ve HPLC saflıktaki suda çözülerek stok çözelti hazırlanmıştır.

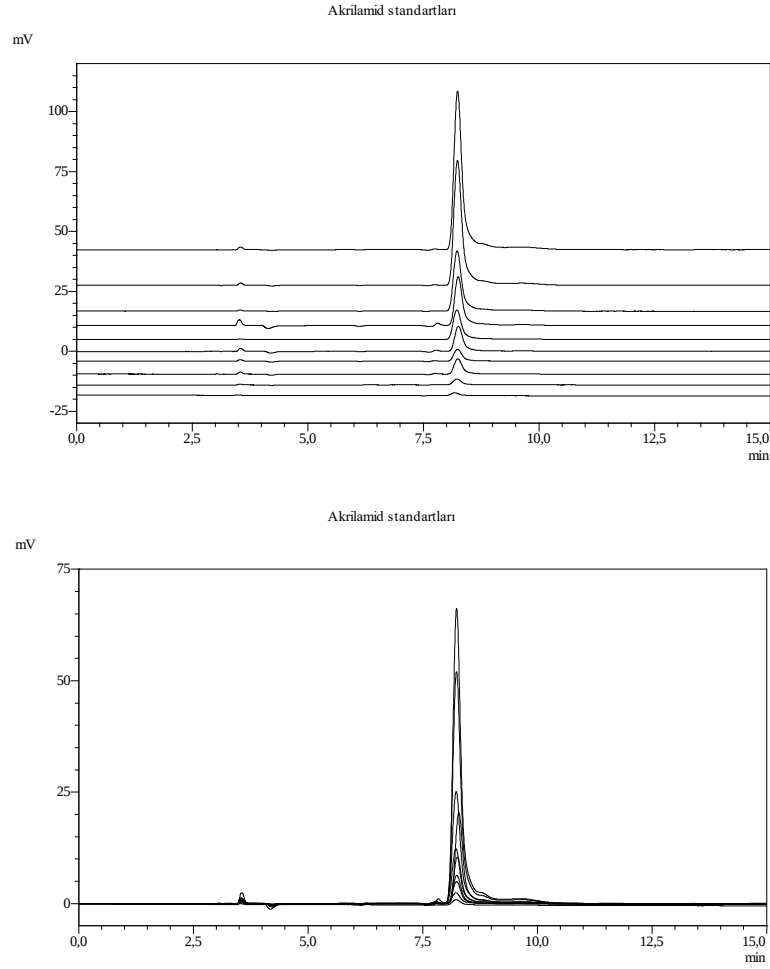


Fotoğraf 2. *Akrilamid standardı*



Fotoğraf 3. *Hassas tartı*

Hazırlanan çözelti vorteks yardımıyla 5 dk boyunca karıştırılmış ve sonikatör içerisinde 20 dk boyunca bekletilmiştir. Stok çözelti 4 °C’de buzdolabında muhafaza edilmiştir. Daha sonra ilgili stok çözeltiden 0.1 – 5 ppm aralığındaki derişimlerine sahip çalışma standart çözeltileri HPLC saflıktaki su ile seyreltilerek hazırlanmıştır. Yukarıda belirtilen kıvıltesi pişiricisi ile hazırlanan numunelerden akrilamidin ekstrasyonu için %0.1’lik asetik asit çözeltisi, Carrez 1 ve Carrez 2 çözeltileri hazırlanmıştır. Carrez 1 çözeltisi 15 g of $K_4[Fe(CN)_6]$ ’nin 100 ml HPLC saflıktaki su içerisinde çözünmesiyle, Carrez 2 çözeltisi ise 30 g of $ZnSO_4$ in 100 ml HPLC saflıktaki su içerisinde çözünmesiyle hazırlanmıştır. Hazırlanan tüm çözeltiler 20 dk boyunca sonikatörde bekletilmiştir. Şekil 1.’de gösterilen kromatogramlar elde edilmiştir.



Grafik 3. *HPLC-DAD ile elde edilen akrilamid standart kromatogramları*

Analizleri yapılacak olan numuneler homojenize edildikten sonra her bir numuneden hassas bir şekilde 3'er gram tartım alınmıştır. Numunelerin üzerine 29,4 mL %0.1'lik asetik asit çözeltisi 0,3 mL Carrez 1 ve 0,3 mL Carrez 2 çözeltisi ilave edilmiştir (1 gr 10 mL⁻¹). Hazırlanan karışım 20 dk vorteks ile karıştırılmış ve 1 saat boyunca sanikatörde bekletilmiştir. Daha sonra 5000 rpm'de 15 dk süresince santrifüj işlemi gerçekleştirildikten sonra süpernantant kısmı 0,22 µm'lık PVDF filtreden geçirilerek viallere aktarılmıştır (Fotoğraf 4-5). Yapılan ön denemeler sonrasında kızılötesi pişirici ile pişirilen aşağıdaki numunelerin (Tavuk veya et cinsinin bu duruma etkisi olmayacağı düşünüldüğünden) analizin yapılmasına karar verilmiştir.



Fotoğraf 4. *Viallerde numuneler*

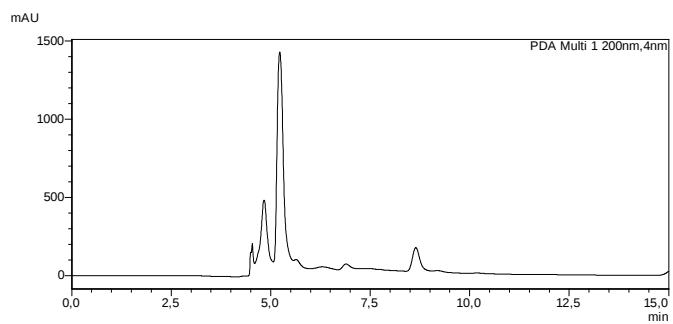


Fotoğraf 5. *HPLC-DAD'da numuneler*

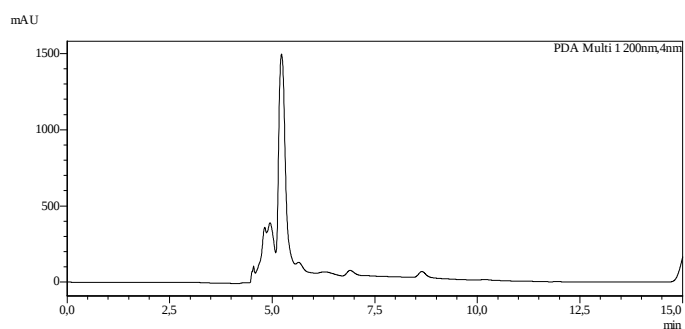
Tablo 10. *Numuneler*

Numune No	Numune Adı
1	Dana kıyma
2	Külbastı
3	Kuşbaşı
4	Şinitzel
5	Piliç but
6	Piliç göğüs
7	Nugget
8	Sosis
9	Ekmek
10	Somon
11	Levrek
12	Sucuk
13	Hellim
14	Kabak
15	Armut
16	Patates
17	Elma

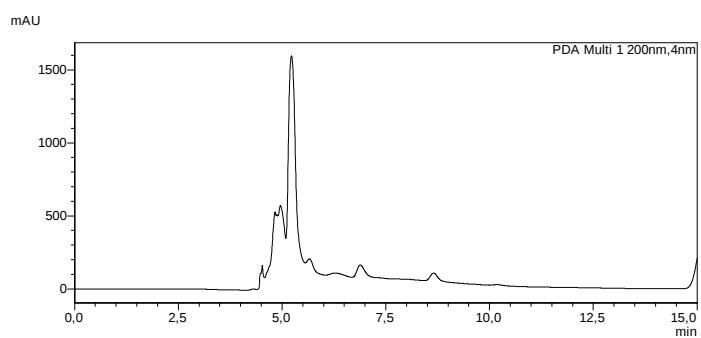
Tablo 10'da belirtilen numunelerin analizleri HPLC-DAD aracılığı ile gerçekleştirilerek aşağıda gösterilen kromatogramlar elde edilmiştir.



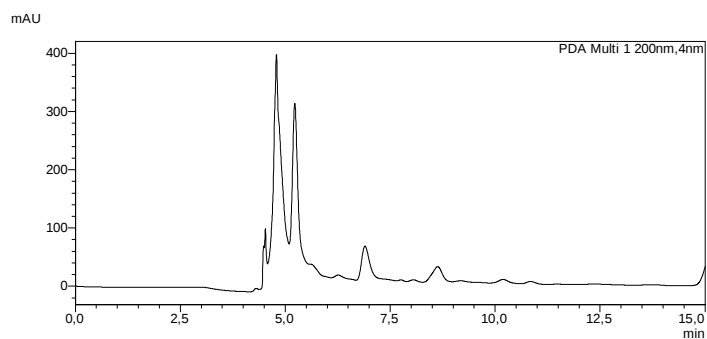
Grafik 4. 1 nolu numune



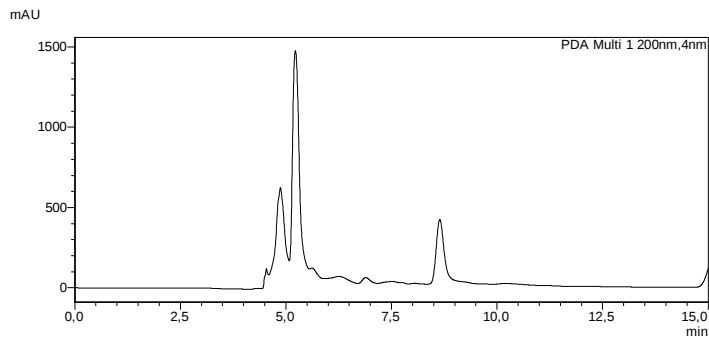
Grafik 5. 2 nolu numune



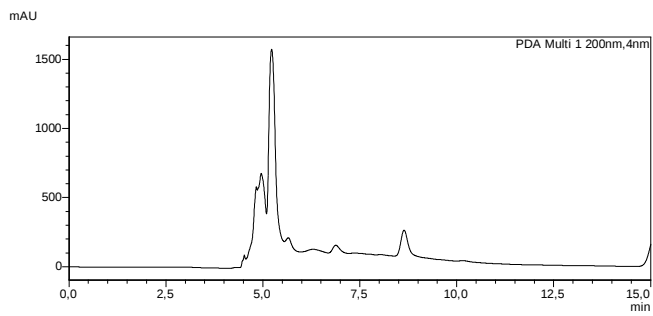
Grafik 6. 3 nolu numune



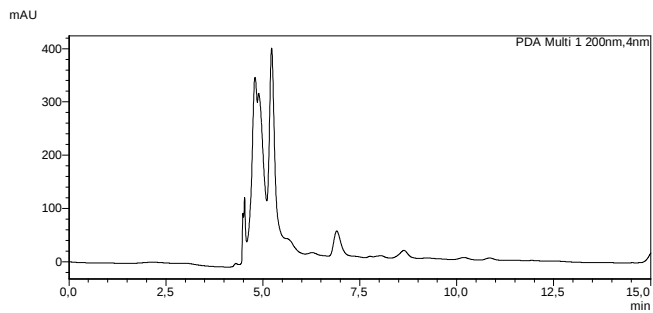
Grafik 7. 4 nolu numune



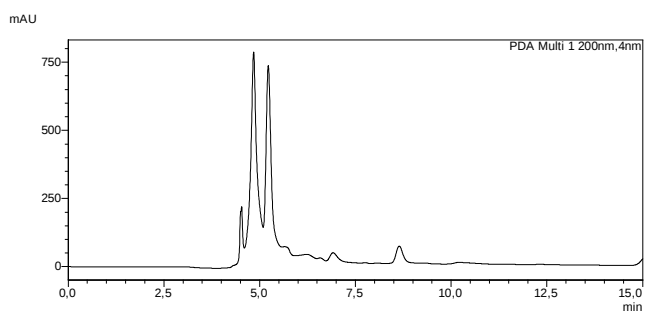
Grafik 8. 5 nolu numune



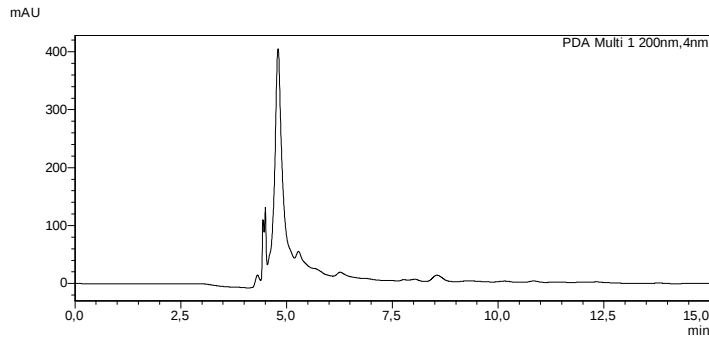
Grafik 9. 6 nolu numune



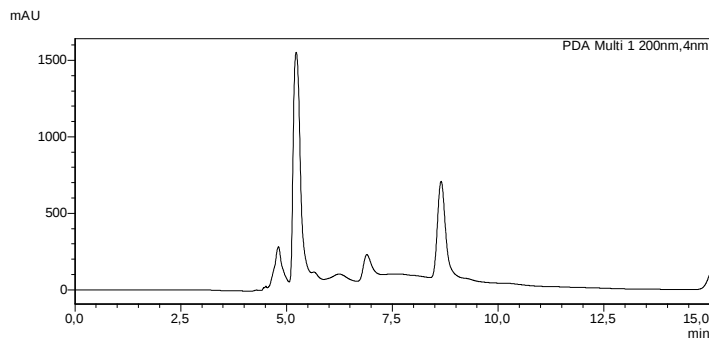
Grafik 10. 7 nolu numune



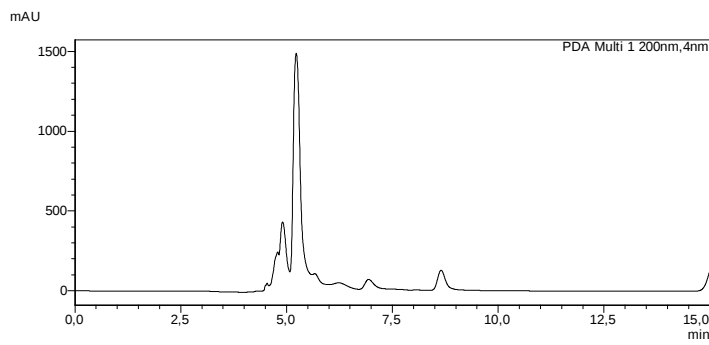
Grafik 11. 8 nolu numune



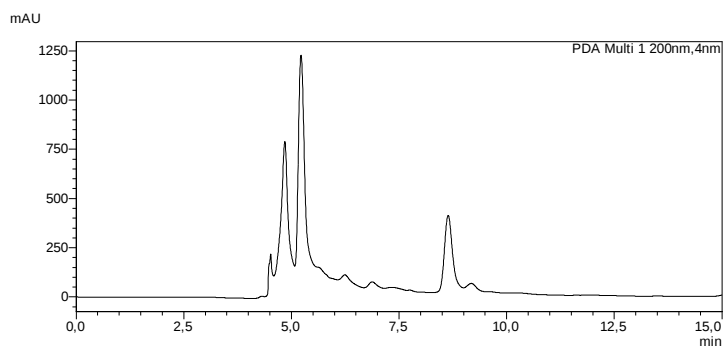
Grafik 12. 9 nolu numune



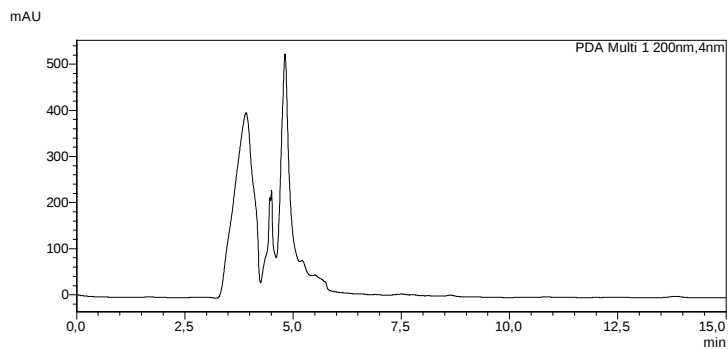
Grafik 13. 10 nolu numune



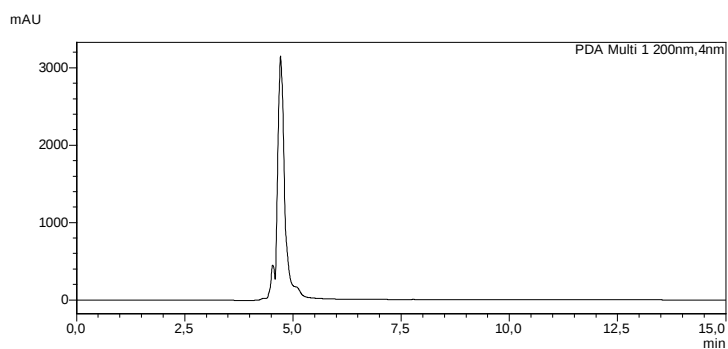
Grafik 14. 11 nolu numune



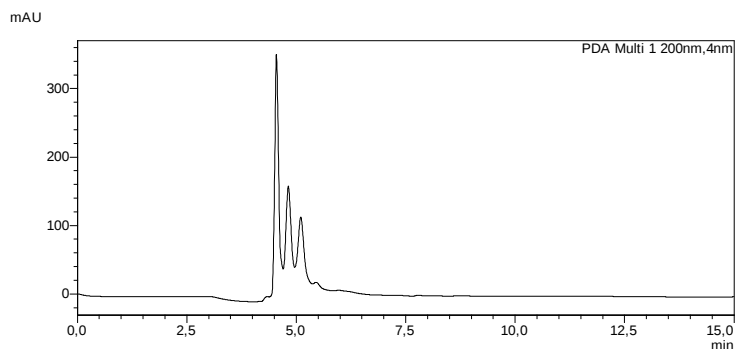
Grafik 15. 12 nolu numune



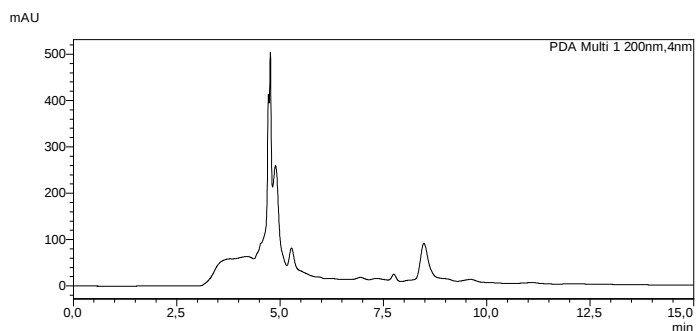
Grafik 16. 13 nolu numune



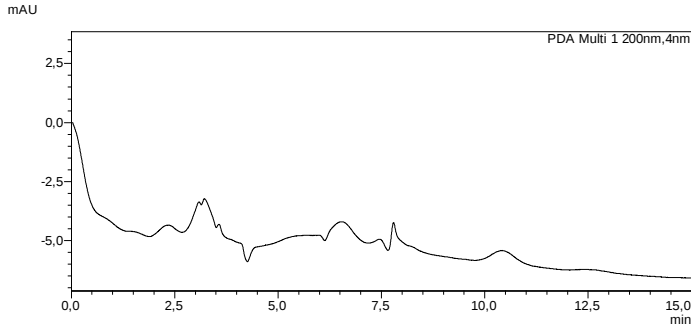
Grafik 17. 14 nolu numune



Grafik 18. 15 nolu numune

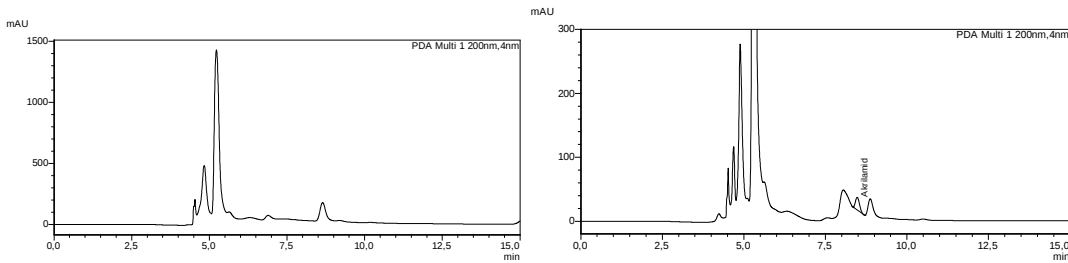


Grafik 19. 16 nolu numune

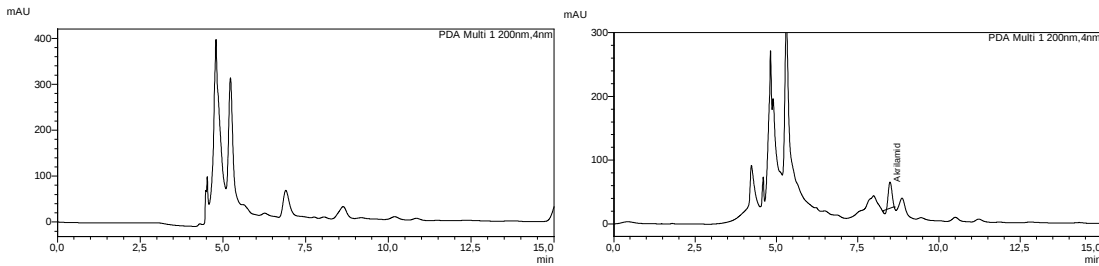


Grafik 20. 17 nolu numune

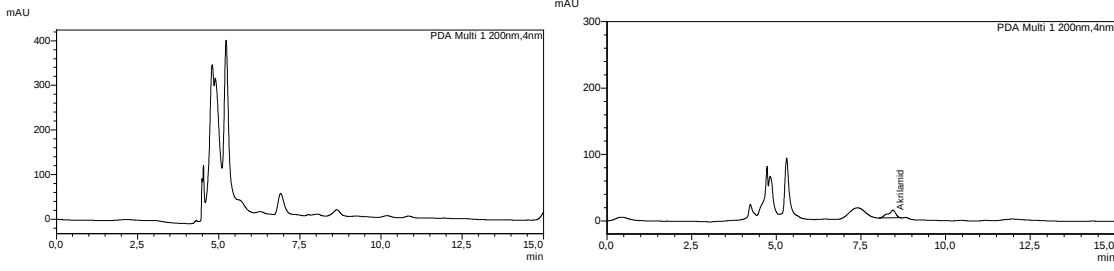
Sonuçlar incelendiğinde IR-Grill ile temel mutfak koşullarında pişirilen ürünlerde akrilamid dedeksiyon limitlerinin altında kaldığı, diğer bir deyişle oluşmadığı sonucuna varılmıştır. Uygulanan HPLC-DAD yönteminde herhangi bir girişim olup olmadığından emin olmak için bazı numunelerin içerisinde akrilamid ilvesi yapılarak tekrar analizleri gerçekleştirilerek aşağıdaki kromatogramlar elde edilmiştir.



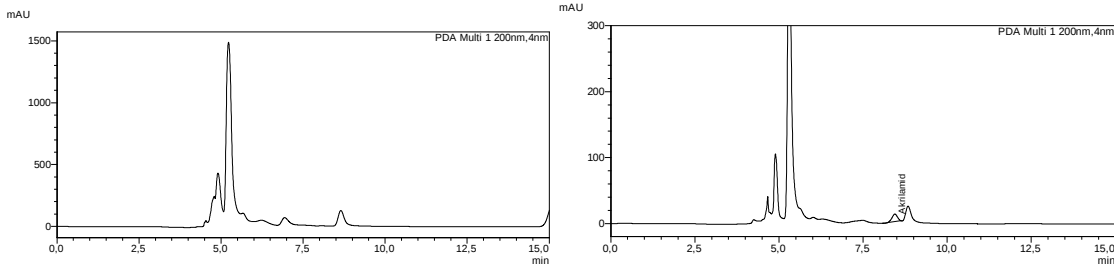
Grafik 21. 1 nolu numune ve Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram



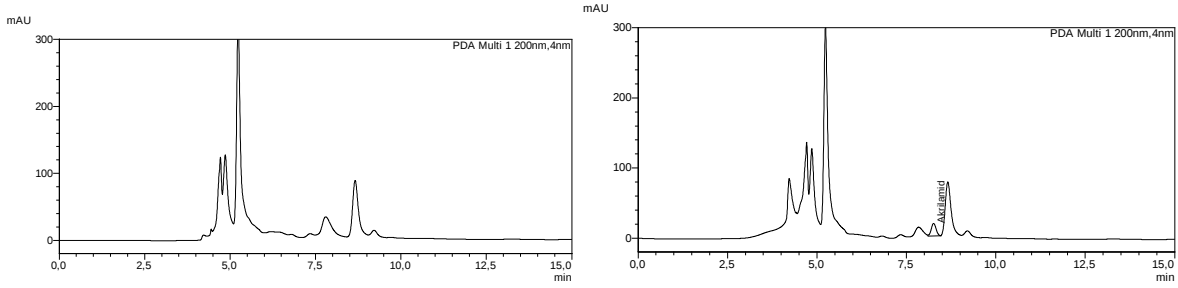
Grafik 22. 4 nolu numune ve Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram



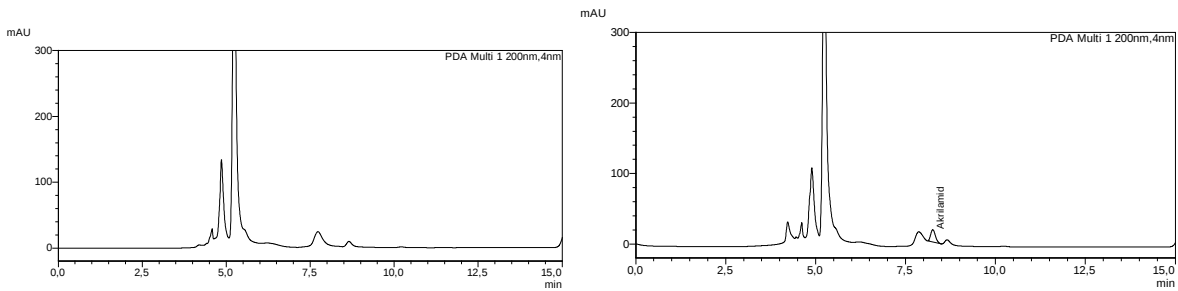
Grafik 23. 7 nolu numune'ye Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram



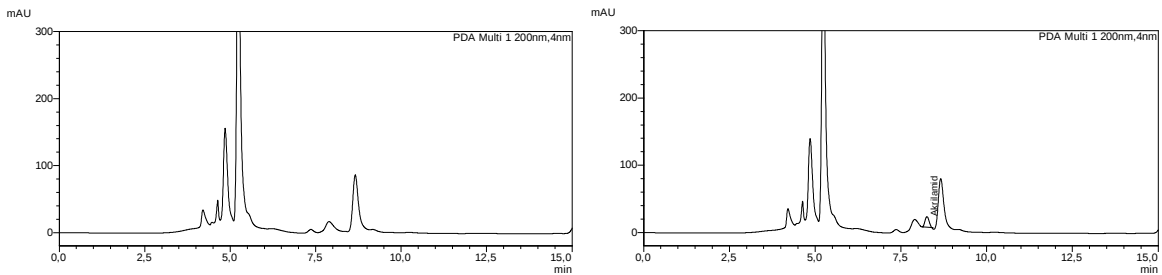
Grafik 24. 11 nolu numune'ye Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram



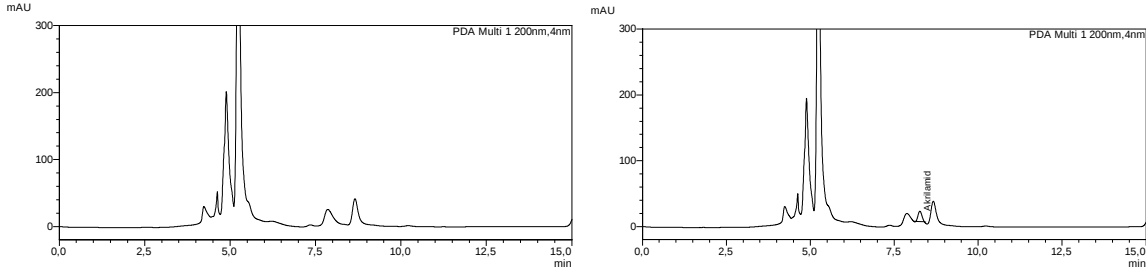
Grafik 25. 12 nolu numune ve Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram



Grafik 26. 2 nolu numune ve Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram



Grafik 27. 5 nolu numune ve Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram



Grafik 28. 6 nolu numune ve Akrilamid spike edilmesi ile elde edilen kromatogram

Akrilamid standardının belirli konsantrasyonlardaki ilavesi ile gözlenen sinyaller yukarıdaki şekillerde belirtilmiştir. Bu durum IR-Grill ile pişirilen ürünlerde akrilamid oluşmadığını/dedeksiyon limitlerinin altında kaldığını ve uygulanan metodunun uygunluğunu doğrular niteliktedir. Ancak akrilamid oluşum miktarı ürünün türü, pişirme süresi, sıcaklığı gibi etkilere bağlı olduğu için değişiklikler gösterebilir.

Sonuç olarak Tanatar firmasının geliştirmekte olduğu kızılötesi prensibiyle pişirme özelliği olan IR-Grill'in fırına ve kömür ızgarasına nazaran yaklaşık %50 oranında daha kısa sürede, benzer nitelikte pişirme sağladığı; akrilamid ve pH açısından da IR-Grill ile pişirilen gıdaların yine diğer iki pişirme aracıyla benzer özellikler taşıdığı anlaşılmıştır.

IR-Grill'in amatör ve profesyonel mutfaklarda kullanılmasına yönelik bir sakınca tespit edilmemiştir.

KAYNAKÇA

- Can, N. O., & Arli, G. (2014). Analysis of acrylamide in traditional and nontraditional foods in turkey using HPLC–DAD with spe cleanup. *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies*, 37(6), 850-863.
- Estrella, E. A. A., José, A., Nuria, E., Rubén, F., Rocío, M., Juan, F.& Argelia, N. (2014) Effect of infrared heating on the physicochemical properties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flour. *CyTA - Journal of Food*, 12 (3), 242-248.
- Güldemir, O. & Özdemir, S. S. (2022). Günümüz Mutfak Kültüründe Türkçe Terim ve Teknikler. *Folklor/Edebiyat Dergisi*, 28(109): 183-200. 3.
<https://kurumsalarsiv.tenmak.gov.tr/bitstream/20.500.12878/661/1/10583.pdf>
- Ibarra, J. G., Tao, Y., Cardarelli, A. J. & Shultz, J. (2000). Cooked and raw chicken meat: emissivity in the mid-infrared region. *Applied Engineering in Agriculture*, 16 (2), 143-148.
- Kaplan, O., Kaya, G., Ozcan, C., Ince, M. & Yaman, M. (2009). Acrylamide concentrations in grilled foodstuffs of Turkish kitchen by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Microchemical Journal*, 93,173–179.
- Kaplan, O., Kaya, G., Ozcan, C., Ince, M., & Yaman, M. (2009). Acrylamide concentrations in grilled foodstuffs of Turkish kitchen by high performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Microchemical Journal*, 93(2), 173-179.
- Karagöz, A. (2009). Akrilamid ve Gıdalarda Bulunuşu. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, 8(2).
- Kavuşan, H. S., & Serdaroglu, M. (2019). As a thermal process contaminant acrylamide: formation mechanisms and strategies of reducing acrylamide content in meat products. *Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology*, 7(2), 173-185.
- Khoshnam, F., Zargar, B., Pourreza, N., & Parham, H. (2010). Acetone extraction and HPLC determination of acrylamide in potato chips. *Journal of the Iranian Chemical Society*, 7, 853-858.
- Lan, W., Jaillais, B., Chen, S., Renard, C. M.G.C., Leca, A. & Bureau, S. (2022). *Food Chemistry*, 390, 133088.
- Mukweho, P. & Emmambux, M. N. (2022). Effect of infrared and microwave treatments alone and in combination on the functional properties of resulting flours from bambara groundnut seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 153, 112448.
- Mulimani, V. H. & Supriya, D. (1994). Effects of infrared radiation, solar cooking and microwave cooking on alpha-amylase inhibitor in sorghum (*Sorghum bicolor* L). *Plant Foods for Human Nutrition*, 46, 231-235.

-
- Ogundele, O. M. & Emmambux, M. N. (2018). Effect of infrared heating of pre-soaked whole and dehulled bambara groundnut (*Vigna subterranea*) seeds on their cooking characteristics and microstructure. *LWT - Food Science and Technology*, 97, 581–587.
- Önçel, S., Güldemir, O. & Yayla, Ö. (2018). *Mutfak Uygulamaları İşletme ve Eğitim Rehberi*. Ankara: Detay Yayıncılık
- Özcan, A. U., Maskanb, M., Bedir, M. & Bozkurt, H. (2018). Effect of ohmic cooking followed by an infrared cooking method on lipid oxidation and formation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) of beef muscle. *Grasas Y Aceites*, 69 (4), 1-10.
- Rahimi, D., Kashaninejad, M., Ziaifar, A. M., & Mahoonak, A. S. (2018). Effect of infrared final cooking on some physico-chemical and engineering properties of partially fried chicken nugget. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 47, 1–8.
- Sengun, I. Y., Icier, F. & Kor, G. (2017). Effects of combined ohmic–infrared cooking treatment on microbiological inactivation of meatballs. *Journal of Food Process Engineering*, 40, 1-11.
- Sheridan, P. & Shilton, N. (1999). Application of far infra-red radiation to cooking of meat products. *Journal of Food Engineering*, 41, 203-208.
- Sheridan, P. S. & Shilton, N. C. (2022). Analysis of yield while cooking beefburger patties using far infrared radiation. *Journal of Food Engineering*, 51, 3-11.
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı. (2013). *Gıda Teknolojisi, Et ve Ürünleri Analizleri 1*. Ankara. http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Et%20Ve%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Analizleri%201.pdf
- Türkiye Atom Enerjisi Kurumu Teknik Rapor Işınlamanın Akrilamid Miktarı Üzerine Etkisi
- Wang, H., Feng, F., Guo, Y., Shuang, S., & Choi, M. M. (2013). HPLC-UV quantitative analysis of acrylamide in baked and deep-fried Chinese foods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(1), 7-11.
- Yazicioglu, N., Sumnu, G. & Sahin, S. (2021). Heat and mass transfer modeling of microwave infrared cooking of zucchini based on Lambert law. *Journal of Food Process Engineering*, 44 (12), e13895.

TEBRİK VE TEMENNİ

Proje ekibi olarak Tanatar firmasının bütün yetkililerini, özellikle ARGE sorumlu ve çalışanlarını tebrik ediyoruz. Dileriz IR-Grill biran önce pazarda kabul görür; hanelerde ve yiyecek içecek işletmelerinde öncelikli tercih edilen bir pişirme aracı olur.

İyi çalışmalar, saygılar,

Proje Ekibi

Doç. Dr. Osman GÜLDEMİR (Yürütücü), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir Meslek Yüksekokulu, Aşçılık Programı, Tepebaşı, Eskişehir, osmanguldemir@anadolu.edu.tr

Öğr. Gör. Gökhan ŞALLI (Araştırmacı), Anadolu Üniversitesi, Eskişehir Meslek Yüksekokulu, Aşçılık Programı, Tepebaşı, Eskişehir, gsalli@anadolu.edu.tr

Dr. Öğr. Üyesi Murat SOYSEVEN (Araştırmacı), Anadolu Üniversitesi, Yunus Emre Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Tıbbi Laboratuvar Teknikleri Programı, Tepebaşı, Eskişehir, msoyseven@anadolu.edu.tr

Prof. Dr. Göksel ARLI (Araştırmacı), Anadolu Üniversitesi, Eczacılık Fakültesi, Temel Eczacılık Bilimleri Bölümü / Analitik Kimya Anabilim Dalı, Tepebaşı, Eskişehir, galtiokk@anadolu.edu.tr

Ekler: Çalışma sürecinden bazı fotoğraflar



