

Farklı Alüminyum Folyolarda Fırınlanan Et Türlerinin Tüketimi: Alüminyum Maruziyet Riskinin Değerlendirilmesi

The Consumption of Meat Types Baked Using with Different Aluminium Foils: Risk Assessment of Aluminium Exposure

Elif İnan-Eroğlu¹, Atila Güleç¹, Aylin Ayaz¹

¹ Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Ankara, Türkiye

ÖZET

Amaç: Bu araştırma farklı marinasyon işlemlerinin uygulandığı et türlerinin farklı folyolarda ve farklı sıcaklık-sürelerinde fırınlanması sonucu tüketilmesi ile oluşan alüminyum (Al) maruziyet riskini değerlendirmek amacıyla planlanmış ve yürütülmüştür. **Gereç ve Yöntem:** Araştırmada dört farklı tür et örneği [dana, koyun, tavuk (göğüs ve but)] farklı folyolara (folyo-1: Al folyo, folyo-2: yağlı kağıt ve Al folyo) sarılarak 150°C'de 60 dakika, 200°C'de 40 dakika ve 250°C'de 20 dakika süre ile 4 farklı marinasyon yöntemi ile fırınlanmıştır. Tüm örneklerde Al analizi ICP-MS cihazında yapılmıştır. **Bulgular:** Bireylerde en yüksek haftalık Al maruziyeti koyun etinin folyo-1 kullanılarak pişirilmesinde saptanmıştır. En düşük Al maruziyeti ise tavuk göğüs etinin folyo-2 ile pişirilmesi sonucu olduğu belirlenmiştir. Folyo-1 kullanılarak 150°C'de 60 dk pişirilen dana etinde ($r=-0.566$ $p<0.01$), 200°C'de 40 dk pişirilen dana, koyun ve tavuk göğüs etinde (sırasıyla $r=-0.528$ $p<0.01$, $r=-0.357$ $p<0.01$ ve $r=-0.286$ $p<0.05$) asitlik arttıkça Al maruziyetinin arttığı saptanmıştır. Folyo-2 kullanılarak pişirilen etlerin tüketilmesiyle oluşan Al maruziyet düzeyleri ile pH arasındaki ilişki incelendiğinde ise 150°C'de 60 dk pişirilen koyun ve tavuk göğüs etinde (sırasıyla $r=-0.300$ $p<0.05$ ve $r=-0.623$ $p<0.01$), 200°C'de 40 dk pişirilen koyun ve tavuk but etinde (sırasıyla $r=-0.531$ $p<0.01$ ve $r=-0.508$ $p<0.01$) ve 250°C'de 20 dk pişirilen dana, tavuk göğüs ve tavuk but etinde (sırasıyla $r=-0.675$ $p<0.01$, $r=-0.546$ $p<0.01$ ve $r=-0.457$ $p<0.01$) asitlik arttıkça Al maruziyetinin de arttığı bulunmuştur. **Tartışma:** Alüminyum maruziyeti insan sağlığını tehdit edecek düzeyde olmasa da başta nörodegeneratif hastalıklar olmak üzere birçok hastalığın ortaya çıkmasında risk olarak kabul edilmekte ve uzun sürede insan sağlığını etkileyeceği düşünülmektedir. Besinlerden Al maruziyetini en düşük düzeye getirmek için besinlerin hazırlanması, pişirilmesi ve saklanması aşamalarında Al içermeyen araç-gereçler kullanılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Alüminyum folyo, et türleri, marinasyon, pişirme, maruziyet

ABSTRACT

Aim: This study was planned and carried out in order to evaluate the risk of aluminium (Al) exposure, which occurred as a result of the consumption of meat types upon the application of different marination methods after these meat types were baked wrapping with different foils and under different temperatures-periods. **Material and Method:** In the research, by wrapping different foils (foil-1: Al foil; foil 2: baking paper + Al foil), four different samples of meat [beef, mutton, chicken (breast and drumstick)], were baked for 60 minutes in 150°C, 40 minutes in 200°C and 20 minutes in 250°C, with 4 different marination methods. The Al analyses of all samples were made in ICP-MS device. In terms of the beef cooked for 60 minutes at 150°C ($r=-0.566$ $p<0.01$) by using foil-1 and in terms of beef, mutton and chicken breast meat ($r=-0.528$ $p<0.01$, $r=-0.357$ $p<0.01$ and $r=-0.286$ $p<0.05$ respectively) for 40 minutes at 200°C by using foil-1; it was detected that the Al exposure increased as long as the acidity increased. When the relation between Al exposure levels, which occurred as a result of the consumption of meats cooked by using foil-2, and pH was analyzed; it was found that in terms of mutton and chicken breast meat cooked for 60 minutes at 150°C ($r=-0.300$ $p<0.05$ and $r=-0.623$ $p<0.01$ respectively), in terms of mutton and chicken drumstick cooked for 40 minutes at 200°C ($r=-0.531$ $p<0.01$ and $r=-0.508$ $p<0.01$ respectively) and in terms of beef, chicken breast and chicken drumstick cooked for 20 minutes at 250°C ($r=-0.675$ $p<0.01$, $r=-0.546$ $p<0.01$ and $r=-0.457$ $p<0.01$ respectively); it was also found that the Al exposure increased as long as the acidity increased. **Results:** The highest weekly Al exposure in the individuals was detected when the mutton was cooked with foil-1. The lowest Al exposure was determined as a result of cooking of chicken breast meat with foil-2. In addition, in terms of all meat types, the Al exposure of individuals with each marination type and under each temperature-period was found higher in the meats cooked with foil-1, when compared with meats cooked with foil-2. **Discussion:** Although the Al exposure is not at the level of threatening the human health, it is accepted as a risk for many diseases, mainly neuro-degenerative diseases, and it is considered that it would have a long-term affect on the human health. In order to minimize the Al exposure from foods, the utensils, not including Al, should be used in the stages of preparation, cooking and storage of foods.

Keywords: Aluminium foil, meat types, marination, cooking, exposure

İletişim/Correspondence:

Araş Gör. Dr. Elif İnan-Eroğlu
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik
Bölümü, D Blokları, Sıhhiye, Ankara, Türkiye

E-posta: elif.inan@hacettepe.edu.tr

Geliş tarihi/Received: 07.06.2017

Kabul tarihi/Accepted: 25.08.2017

Bu çalışma Dr. Elif İnan-Eroğlu'nun Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde 6 Nisan 2017 tarihinde, SBE-2017/536 sayılı kabul edilen doktora tezinden üretilmiştir.

GİRİŞ

Yer kabuğunda oksijen ve silikondan sonra en fazla bulunan üçüncü element olan Alüminyum (Al) hafif ağırlığı, esnekliği, işlenebilirliği, iyi termal ve elektrik iletkenliği, yüksek yansıtma özelliği, oksidasyona dayanıklılığı ve üstün bariyer kalitesi nedeniyle taşıma, ev eşyaları, paketleme materyali ve ilaçlar başta olmak üzere sanayide yaygın bir şekilde kullanılmaktadır (1,2).

Alüminyum ve nörodejeneratif hastalıklar arasındaki ilişki çelişkili olsa da, Al diyaliz ensefalopatisi, Alzheimer hastalığı, Parkinson hastalığı ve multipl skleroz dahil olmak üzere bazı nörolojik hastalıklarla ilişkilendirilmiştir (3-7). Besinlerin Al içeriği ve hastalıklar arasındaki ilişki tam olarak anlaşılmamıştır. Ancak Al'nin sağlığa zararlı etkileri son yıllarda bir halk sağlığı sorunu olarak dikkat çekmektedir. İnsanlarda Al maruziyeti başlıca diyet yoluyla olmaktadır. Diyetle Al maruziyeti besinler, gıda katkı maddeleri, su ve Al araç-gereçlerden kontaminasyon yoluyla olabilmektedir (8). İnsan vücuduna günlük tahmini 10 mg Al alınmaktadır. Bu miktarın 9.6 mg'ı besinlerden, 0.1-0.4 mg'ı mutfak eşyaları ve paketlemeden ve 5µg'ı ise hava yoluyla alınmaktadır (9). Besinlerdeki Al miktarı besinlerin kendi Al içeriğine veya besinlerin depolama, hazırlama ve pişirme aşamalarında Al araç-gereçlerle olan etkileşimine göre farklılık göstermektedir (10). Alüminyum pişirme kaplarında hazırlanan besinlerin tüketimi sonucu maruz kalınan Al miktarı diğer kaynaklardan alınan Al miktarından daha az olduğu, özellikle Al pişirme kaplarının sık kullanılması durumlarında bu kaplardan Al geçişinin belirgin olarak arttığı belirlenmiştir (8). Ayrıca pişirme süresi ve sıcaklığı, besinin bileşimi ve pH değeri ile diğer maddelerin varlığı (organik asitler, tuz ve diğer iyonlar) gibi etmenler de besinlere Al geçişlerini etkilemektedir. Normal koşullarda besinle temas eden maddelerden besine Al geçişi toplam diyetel maruziyetin küçük bir kısmını oluşturmaktadır. Bununla birlikte, Al tencerelerin, kapların veya folyoların elma, domates, turşu, sirke ve tuzlanmış balık gibi besinlerle kullanılması bu besinlere Al geçişlerini arttırmaktadır (8,11). Alüminyum folyo modern yaşamda besinlerin paketlenmesi,

depolanması ve pişirilmesinde kullanılan araçların başında gelmesi Al folyoları diyetle maruziyet açısından potansiyel bir kaynak haline getirmiştir. Alüminyum folyonun bariyer etkisi ve belirli koşullarda besinlerle temas edebilme özelliği gibi mekanik, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile farklı ürünlerde ve sektörlerde geniş çaplı uygulamalarda kullanılmaktadır (12-13).

Alüminyumun geçici tolere edilebilen haftalık alım düzeyi Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) ile Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) FAO/WHO Birleşik Gıda Katkıları Uzmanlar Komitesi (the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives – JECFA) tarafından 2011 yılında yeni toksikolojik çalışmaların ışığı altında değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmeye göre, daha önce 1 mg/kg vücut ağırlığı (VA) olarak yayımlanan geçici tolere edilebilen haftalık alım düzeyi 2 mg/kg VA olarak değiştirilmiştir (14). Alüminyum araç-gereçlerden besinlere geçişlerin olduğu bildirilmekle birlikte (13,15), bir tarafı yağlı kağıt, diğer tarafı Al olan folyolar ile yapılan çalışmalara literatürde rastlanmamıştır. Bu araştırmanın amacı farklı marinyasyon işlemlerine tabi tutularak hazırlanan ve farklı özellikteki folyolara sarılarak farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen çeşitli et türlerinin tüketiminin insanlardaki Al maruziyet riskinin saptanmasıdır.

GEREÇ ve YÖNTEM

Örneklerin Hazırlanması

Araştırma kapsamına alınan et türleri dana eti (kontranuar), koyun eti (but), tavuk eti (göğüs ve but), aynı markaya ait folyolar ile marinyasyon için kullanılacak malzemeler (Riviera zeytinyağı, sarımsak, kuru soğan, üzüm sirkesi, tam yağlı inek sütü, tuz ve karabiber) Ankara piyasasında satılan bir hipermarketten sağlanmıştır. Satın alınan etler soğuk zincir bozulmadan Hacettepe Üniversitesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü Laboratuvarına getirilmiş ve pişirme gününe kadar -20°C'de bekletilmiştir. Pişirme öncesinde ise buzdolabı sıcaklığında +4°C'de 24 saatte çözdürülmüştür. Çözdürme suyu kullanılmamıştır. Büyük parça et yemeklerine giren et miktarının bir porsiyonda

yaklaşık 200-250 g et olması nedeniyle etler 250 g olacak şekilde görünür yağlarından temizlenmeden hassas terazi (CAS marka, 2 g hassasiyette) kullanılarak porsiyonlanmıştır (16). Hazırlanan porsiyonlar 4 farklı şekilde marine edilmiş (marinasyon A, B, C ve D) ve pişirilmeden önce 10-12 saat buzdolabında +4oC’de bekletilmiştir. Etlerin marinasyonları 4 farklı şekilde yapılmıştır:

- Marinasyon A: Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber
- Marinasyon B: Sarımsak, kuru soğan, Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber
- Marinasyon C: Üzüm sirkesi, Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber
- Marinasyon D: Tam yağlı inek sütü, Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber.

Marine edilen etler 2 farklı folyoda (30 x 35 cm) (Folyo-1: Al folyo, Folyo-2: Yağlı kağıt + Al folyo) 150oC’de 60 dk, 200oC’de 40 dk ve 250oC’de 20 dk olacak şekilde ev tipi ankastre fırında (Arçelik, Türkiye) fırın tepsi ile pişirilmiştir. Toplam 96 örneğin Al içeriği saptanmıştır. Pişirme sonrası örnekler tavuk but eti hariç ev tipi öğütücüde homojenize edilmiştir. Tavuk but eti ise kemikleri temizlendikten sonra homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekler analizler için tek kullanımlık plastik tüplere alınarak analiz gününe kadar -20°C’de saklanmıştır.

Asitlik (pH) analizi

Çiğ ve pişmiş et örneklerinin pH tayini pH 4, pH 7 ve pH 10 ile kalibre edilmiş pH metre (Hanna Instruments 2020 Edge ®) ile ölçülmüştür.

Alüminyum Analizi

Mikrodalgada nitrik asitle örneklerin organik bileşenlerinin yakma işlemi 50 mL’lik teflon XP-1500 Plus hücrelerde yapılmıştır. ICP-MS’de analiz öncesi 0.5 g et örnekleri teflon kaplarda tartılmıştır. Üzerine iz (eser) analizler için 5 mL uygun saflıktaki ≥ 65 konsantre nitrik asit (HNO₃) ve 2 mL ultra saf H₂O eklenmiştir. Gerekli güvenlik önlemleri alınarak, CEM Mars mikrodalgada ısıtma programı ile organik içerik

yakılmıştır. Örnekler oda sıcaklığına kadar soğutulduktan sonra ultra saf su ile 25 mL’ye seyreltilerek, Thermo Finnigan ICP-MS cihazında Al içerikleri belirlenmiştir.

Alüminyum Maruziyetinin Değerlendirilmesi

Alüminyum maruziyetinin değerlendirilmesinde JECFA’nın 2 mg/kg olarak belirlediği geçici tolere edilebilen haftalık Al alım düzeyi ile karşılaştırma yapmak amacıyla bireylerin Al maruziyeti etlerin yaş ağırlığı (YA) üzerinden haftalık olarak hesaplanmıştır (14). Maruziyetin değerlendirilmesinde kullanılacak vücut ağırlıkları için Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2010 verileri kullanılmıştır. Buna göre yetişkin erkeklerin (19 yaş ve üstü) ortalama vücut ağırlığı 77.2 kg, yetişkin kadınların (19 yaş ve üstü) ise 70.9 kg olarak alınmıştır (17).

Bu araştırmada bireylerin Al maruziyet düzeyleri Türkiye’ye Özgü Beslenme Rehberinde (2015) (TÖBR) et ve et ürünlerinin tüketimine yönelik önerilen miktarlar dikkate alınarak değerlendirilmiştir. Bireylerin sadece 1 porsiyonunu etten (100 g) karşıladıkları düşünülerek hesaplamalar yapılmıştır (18). Etlerin TÖBR’deki 1 porsiyon miktarlarından farklı olarak araştırmada tüm etlerde standart gramaj 250 g olarak alındığı için bu miktara göre de farklı bir maruziyet değerlendirmesi yapılmıştır.

İstatistiksel Değerlendirme

Farklı pişirme sıcaklıklarına ve marinasyon yöntemlerine göre farklı Al folyolarda pişirilen etlerin tüketilmesiyle oluşan Al maruziyeti parametrik olmayan Mann Whitney-U iki ortalama arasındaki farkın anlamlılık testi ile karşılaştırılmıştır. Farklı folyolar kullanılarak fırınlanan farklı et örneklerinde pH değeri ile Al maruziyetleri arasındaki ilişki Spearman korelasyon testi ile değerlendirilmiştir. Tüm istatistiksel testlerde en düşük önemlilik düzeyi 0.05 olarak alınmıştır. Tüm istatistiksel hesaplamalar IBM SPSS Statistics 22.0 (SPSS Inc., Chicago, USA) paket programı ile yapılmıştır.

BULGULAR

Araştırmada Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberinde (18) cinsiyete göre yetişkin bireylerde (19 yaş ve üstü) günlük tüketilmesi önerilen et miktarları kullanılarak haftalık Al maruziyet düzeyleri her et türü için ayrı olarak değerlendirilmiştir. Maruziyet düzeylerinin belirlenmesinde pişmiş tüm et türlerinin yaş ağırlıktaki Al içerikleri kullanılmıştır. Bireylerde en yüksek haftalık Al maruziyetinin koyun etinin folyo-1 kullanılarak pişirilmesi ile olduğu saptanmıştır. En düşük Al maruziyetinin ise tavuk göğüs etinin folyo-2 ile pişirilmesi sonucu olduğu belirlenmiştir. Ayrıca tüm et türlerinde her marinasyon türünde ve sıcaklık-süre uygulamasında bireylerin Al maruziyetleri folyo-1 ile pişirilen etlerde folyo-2 ile pişirilen etlere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu farklılıklar dana etinde marinasyon A, B ve C yöntemlerinde her sıcaklık-süre uygulamalarında, marinasyon D yönteminde ise 250°C'de 20 dk pişirmede, koyun etinde marinasyon A yönteminde 150°C'de 60 dk ve 200°C'de 40 dk, marinasyon B yönteminde

200°C'de 40 dk ve 250°C'de 20 dk, marinasyon C yönteminde 200°C'de 40 dk ve marinasyon D yönteminde ise 150°C'de 60 dk ve 250°C'de 20 dk pişirmede, tavuk göğüs etinde marinasyon A yönteminde 200°C'de 40 dk ve 250°C'de 20 dk, marinasyon B yönteminde her sıcaklık-süre uygulamasında ve marinasyon D yönteminde 150°C'de 60 dk ve 200°C'de 40 dk pişirmede, tavuk but etinde ise marinasyon A uygulamasında 200°C'de 40 dk ve 250°C'de 20 dk, marinasyon B yönteminde 150°C'de 60 dk, marinasyon C uygulamasında 200°C'de 40 dk ve marinasyon D uygulamasında 150°C'de 60 dk ve 200°C'de 40 dk pişirmede anlamlı ($p<0.05$) bulunmuştur (Tablo 1-4). Yapılan bu araştırma sonucuna göre bireylerin TÖBR'ye göre et grubundan tüketilmesi önerilen miktarların 1 porsiyonunu et olarak (100 g) tüketmeleri veya araştırmada farklı et türleri için kullanılan standart gramaj (250 g) miktarlarını tüketmeleri durumunda, JECFA tarafından geçici tolere edilebilen haftalık Al alımı olarak belirlenen 2 mg/kg olarak düzeyini

Tablo 1. Dana eti için önerilen tüketim miktarlarına göre bireylerin Al maruziyet düzeyleri (mg/kg/hafta)

Marinasyon türü	Sıcaklık - süre	Folyo cinsi	pH	Kadın (mg/kg/hafta)		Erkek (mg/kg/hafta)	
				TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)	TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)
Marinasyon A ^b	150°C-60dk*	1	6.06	0.052±0.0083	0.131±0.0207	0.048±0.0076	0.120±0.0190
		2	5.83	0.037±0.0045	0.091±0.0112	0.034±0.0041	0.084±0.0103
	200°C-40dk*	1	6.12	0.059±0.0113	0.147±0.0283	0.054±0.0104	0.135±0.0260
		2	5.95	0.039±0.0024	0.097±0.0059	0.036±0.0022	0.089±0.0055
	250°C-20dk*	1	5.98	0.042±0.0035	0.106±0.0088	0.039±0.0032	0.098±0.0081
		2	5.91	0.036±0.0071	0.091±0.0179	0.033±0.0066	0.083±0.0164
Marinasyon B ^b	150°C-60dk*	1	6.04	0.066±0.0011	0.165±0.0028	0.061±0.0010	0.152±0.0026
		2	6.00	0.052±0.0062	0.131±0.0155	0.048±0.0057	0.121±0.0142
	200°C-40dk*	1	6.07	0.123±0.0452	0.307±0.1131	0.113±0.0416	0.282±0.1039
		2	5.88	0.078±0.0247	0.195±0.0618	0.072±0.0227	0.179±0.0567
	250°C-20dk*	1	6.11	0.101±0.0180	0.252±0.0450	0.092±0.0165	0.231±0.0413
		2	5.86	0.050±0.0080	0.126±0.0200	0.046±0.0073	0.116±0.0184
Marinasyon C ^b	150°C-60dk*	1	5.18	0.093±0.0045	0.232±0.0113	0.085±0.0042	0.213±0.0104
		2	5.43	0.053±0.0152	0.133±0.0379	0.049±0.0139	0.123±0.0348
	200°C-40dk*	1	5.23	0.086±0.0092	0.215±0.0230	0.079±0.0084	0.197±0.0211
		2	5.49	0.056±0.0234	0.141±0.0584	0.052±0.0215	0.130±0.0537
	250°C-20dk*	1	5.17	0.130±0.0199	0.325±0.0499	0.119±0.0183	0.298±0.0459
		2	5.38	0.080±0.0127	0.200±0.0318	0.073±0.0117	0.183±0.0292
Marinasyon D ^b	150°C-60dk	1	5.93	0.047±0.0111	0.117±0.0278	0.043±0.0102	0.108±0.0256
		2	6.04	0.042±0.0043	0.105±0.0109	0.039±0.0040	0.096±0.0099
	200°C-40dk*	1	5.92	0.088±0.0112	0.221±0.0281	0.081±0.0103	0.203±0.0258
		2	5.87	0.063±0.0049	0.157±0.0123	0.058±0.0045	0.144±0.0113
	250°C-20dk*	1	6.12	0.056±0.0051	0.141±0.0129	0.051±0.0047	0.129±0.0118
		2	5.88	0.049±0.0060	0.122±0.0151	0.045±0.0055	0.112±0.0138

^aTÖBR: Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi

^bMarinasyon A: Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon B: Sarımsak, kuru soğan, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon C: Üzüm sirkesi, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon D: Süt, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber

* $p<0.05$

Tablo 2. Koyun eti için önerilen tüketim miktarlarına göre bireylerin Al maruziyet düzeyleri (mg/kg/hafta)

Marinasyon türü	Sıcaklık - süre	Folyo cinsi	pH	Kadın (mg/kg/hafta)		Erkek (mg/kg/hafta)	
				TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)	TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)
Marinasyon A ^b	150°C-60dk*	1	6.16	0.455±0.0166	1.137±0.0414	0.418±0.0152	1.045±0.0380
		2	6.16	0.424±0.0061	1.059±0.0153	0.389±0.0056	0.972±0.0140
	200°C-40dk*	1	6.20	0.424±0.0061	1.060±0.0152	0.389±0.0056	0.974±0.0139
		2	6.29	0.356±0.0068	0.915±0.0170	0.336±0.0062	0.840±0.0156
	250°C-20dk	1	6.11	0.430±0.0714	1.075±0.1786	0.395±0.0656	0.988±0.1640
		2	6.17	0.378±0.0240	0.946±0.0599	0.348±0.0220	0.869±0.0551
Marinasyon B ^b	150°C-60dk	1	6.27	0.431±0.0130	1.077±0.0324	0.396±0.0119	0.989±0.0298
		2	6.17	0.409±0.0344	1.022±0.0861	0.375±0.0316	0.938±0.0791
	200°C-40dk*	1	6.20	0.418±0.0068	1.046±0.0170	0.384±0.0062	0.961±0.0156
		2	6.29	0.365±0.0157	0.913±0.0392	0.336±0.0144	0.839±0.0360
	250°C-20dk*	1	6.22	0.451±0.0280	1.127±0.0701	0.414±0.0257	1.035±0.0644
		2	6.29	0.421±0.0485	1.052±0.1212	0.386±0.0445	0.966±0.1113
Marinasyon C ^b	150°C-60dk	1	5.64	0.471±0.0099	1.178±0.0247	0.433±0.0091	1.082±0.0226
		2	5.65	0.463±0.0810	1.157±0.2025	0.425±0.0744	1.063±0.1859
	200°C-40dk*	1	5.96	0.504±0.0234	1.260±0.0586	0.463±0.0215	1.157±0.0538
		2	5.75	0.410±0.0047	1.024±0.0117	0.376±0.0043	0.940±0.0107
	250°C-20dk	1	5.57	0.429±0.0220	1.072±0.0550	0.394±0.0202	0.985±0.0505
		2	5.59	0.427±0.0233	1.068±0.0583	0.392±0.0214	0.981±0.0536
Marinasyon D ^b	150°C-60dk*	1	6.32	0.486±0.0421	1.215±0.1052	0.446±0.0386	1.116±0.0966
		2	6.12	0.415±0.0427	1.037±0.1067	0.381±0.0392	0.953±0.0979
	200°C-40dk	1	6.22	0.510±0.0836	1.276±0.2089	0.489±0.0767	1.172±0.1919
		2	6.25	0.441±0.0341	1.104±0.0851	0.405±0.0313	1.014±0.0782
	250°C-20dk*	1	6.21	0.501±0.0378	1.253±0.0094	0.460±0.0347	1.151±0.0868
		2	6.07	0.409±0.0133	1.021±0.0333	0.375±0.0122	0.938±0.0306

^aTÖBR: Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi

^bMarinasyon A: Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber Marinasyon B: Sarımsak, kuru soğan, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber, Marinasyon C: Üzüm sirkesi, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber, Marinasyon D: Süt, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber

* p<0.05

aşmadıkları belirlenmiştir.

Tablo 1 ve Tablo 2'de dana ve koyun etinde yetişkin bireyler için önerilen et tüketim miktarlarına göre bireylerin Al maruziyet düzeyleri verilmiştir. Buna göre her iki et türünde de en yüksek Al maruziyeti marinasyon C yöntemi uygulanarak folyo-1 ile pişirilen etlerde görülmüştür. En yüksek Al maruziyeti kadınlarda görülmüştür. Buna göre folyo-1 ile dana etinin 250°C'de 20 dk marinasyon C yöntemi uygulanarak pişirilmesi ile TÖBR önerilerine göre 100 g olarak tüketilmesi sonucu 0.130±0.0199 mg/kg/hafta Al maruziyeti, araştırmada kullanılan porsiyon olan 250 g olarak tüketilmesi sonucu ise 0.325±0.0499 mg/kg/hafta Al maruziyeti görülmüştür. Koyun etinde ise en yüksek al maruziyeti folyo-1 ile 150°C'de 60 dk marinasyon C yöntemi ile pişirilen etlerin 100 g ve 250 g olarak tüketilmesi sonucu sırasıyla 0.471±0.0099 mg/kg/hafta ve 1.178±0.0247 mg/kg/hafta olarak saptanmıştır.

Tablo 3 ve Tablo 4'te ise tavuk göğüs ve tavuk but eti maruziyet düzeyleri verilmiştir. Tavuk etlerinin

her ikisinde folyo-1 kullanılarak marinasyon D yöntemi ile pişirilen etlerin tüketilmesi sonucu en yüksek Al maruziyeti kadınlarda görülmüştür. Tavuk göğüs etinin 150°C'de 60 dk pişirilmesi sonucu 100 g tüketilmesiyle 0.051±0.0142 mg/kg/hafta ve 250 g tüketilmesiyle 0.127±0.0355 mg/kg/hafta Al maruziyeti saptanmıştır. Tavuk but etinin ise 200°C'de 40 dk pişirilmesi sonucu 100 g tüketilmesi ile 0.096±0.0179 mg/kg/hafta ve 250 g tüketilmesi ile 0.241±0.0447 mg/kg/hafta Al maruziyeti belirlenmiştir.

Bireylerin Al maruziyet düzeyleri ve pH arasındaki ilişkiye bakıldığında folyo-1 kullanılarak 150°C'de 60 dk pişirilen dana etinde ($r=-0.566$ $p<0.01$), 200°C'de 40 dk pişirilen dana, koyun ve tavuk göğüs etinde (sırasıyla $r=-0.528$ $p<0.01$, $r=-0.357$ $p<0.01$ ve $r=-0.286$ $p<0.05$) asitlik arttıkça Al maruziyetinin arttığı saptanmıştır. Folyo-2 kullanılarak pişirilen etlerin tüketilmesiyle oluşan Al maruziyet düzeyleri ile pH arasındaki ilişki incelendiğinde ise 150°C'de 60 dk pişirilen koyun ve tavuk göğüs etinde (sırasıyla $r=-0.300$ $p<0.05$ ve $r=-0.623$ $p<0.01$), 200°C'de 40 dk pişirilen

Tablo 3. Tavuk göğüs eti için önerilen tüketim miktarlarına göre bireylerin Al maruziyet düzeyleri (mg/kg/hafta)

Marinasyon türü	Sıcaklık - süre	Folyo cinsi	pH	Kadın (mg/kg/hafta)		Erkek (mg/kg/hafta)	
				TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)	TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)
Marinasyon A ^b	150°C-60dk	1	6.40	0.035±0.0146	0.087±0.0366	0.032±0.0134	0.080±0.0336
		2	6.27	0.021±0.0012	0.053±0.0030	0.019±0.0011	0.049±0.0028
	200°C-40dk*	1	6.28	0.027±0.0076	0.067±0.0190	0.024±0.0069	0.062±0.0175
		2	6.34	0.022±0.0039	0.055±0.0097	0.020±0.0036	0.051±0.0089
	250°C-20dk*	1	6.36	0.035±0.0167	0.089±0.0419	0.033±0.0154	0.081±0.0384
		2	6.22	0.012±0.0041	0.031±0.0101	0.011±0.0037	0.028±0.0093
Marinasyon B ^b	150°C-60dk*	1	6.30	0.034±0.0049	0.085±0.0122	0.031±0.0045	0.078±0.0112
		2	6.29	0.018±0.0065	0.046±0.0163	0.017±0.0059	0.042±0.0149
	200°C-40dk*	1	6.39	0.019±0.0008	0.047±0.0021	0.017±0.0008	0.044±0.0019
		2	6.26	0.017±0.0076	0.042±0.0189	0.016±0.0069	0.039±0.0174
	250°C-20dk*	1	6.35	0.042±0.0126	0.104±0.0315	0.038±0.0116	0.096±0.0289
		2	6.22	0.038±0.0159	0.095±0.0397	0.035±0.0146	0.087±0.0365
Marinasyon C ^b	150°C-60dk	1	5.70	0.039±0.0024	0.099±0.0059	0.036±0.0022	0.091±0.0055
		2	5.74	0.038±0.0016	0.094±0.0039	0.035±0.0014	0.087±0.0036
	200°C-40dk	1	5.73	0.041±0.0041	0.102±0.0102	0.038±0.0037	0.094±0.0093
		2	5.70	0.023±0.0036	0.058±0.0090	0.021±0.0033	0.053±0.0083
	250°C-20dk	1	5.86	0.034±0.0028	0.085±0.0070	0.031±0.0026	0.078±0.0064
		2	5.67	0.034±0.0018	0.084±0.0044	0.031±0.0016	0.077±0.0041
Marinasyon D ^b	150°C-60dk*	1	6.53	0.051±0.0142	0.127±0.0355	0.047±0.0130	0.117±0.0326
		2	6.26	0.036±0.0096	0.090±0.0241	0.033±0.0088	0.083±0.0221
	200°C-40dk*	1	6.48	0.037±0.0026	0.094±0.0066	0.034±0.0024	0.086±0.0061
		2	6.26	0.028±0.0091	0.070±0.0228	0.026±0.0084	0.064±0.0210
	250°C-20dk	1	6.30	0.031±0.0017	0.078±0.0043	0.029±0.0016	0.072±0.0040
		2	6.28	0.029±0.0032	0.072±0.0080	0.026±0.0029	0.066±0.0074

^aTÖBR: Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi

^bMarinasyon A: Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon B: Sarımsak, kuru soğan, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon C: Üzüm sirkesi, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon D: Süt, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber

* p<0.05

koyun ve tavuk but etinde (sırasıyla r=-0.531 p<0.01 ve r=-0.508 p<0.01) ve 250°C'de 20 dk pişirilen dana, tavuk göğüs ve tavuk but etinde (sırasıyla r=-0.675 p<0.01, r=-0.546 p<0.01 ve r=-0.457 p<0.01) asitlik arttıkça Al maruziyetinin de arttığı bulunmuştur.

TARTIŞMA

Bu araştırmanın sonuçlarına göre çalışmada pişirilen tüm et türlerinin tüketilmesiyle oluşan haftalık Al maruziyeti, JECFA tarafından belirlenen en yüksek alım düzeyi olan 2 mg/kg/hafta'nın altında olmasına rağmen belirlenen maruziyet değerleri oldukça önemlidir. Bu konuda yapılan farklı çalışmalarda, Al folyoda pişirme ile bireylerin Al maruziyeti hesaplanmıştır. Besinlere Al geçişlerinin ve bu besinlerin tüketilmesi sonucunda oluşan maruziyetin belirlenen düzeylerin üzerinde olduğu bulunmuştur (19-23). Yapılan bir başka maruziyet çalışmasında Al folyonun besinlerde pişirme amacıyla değil paketlenme veya ambalajlama amacıyla kullanılması gerektiği vurgulanmıştır (19). Al folyo ile yapılan pişirme işlemi sonucunda Al maruziyetinin insan

sağlığına zararlı etkilerinin olmadığını gösteren çalışmalarda ise önerilen en yüksek maruziyet düzeyleri WHO'nun eski önerilerine göre yapıldığı için doğru karşılaştırma yapılamamaktadır (13,15). Yapılan çalışmalara benzer olarak bu çalışmada da farklı Al folyolarda pişirilen tüm et türlerinde diyetle Al maruziyeti insan sağlığını olumsuz olarak etkilemeyecek düzeyde bulunmuştur. Ayrıca bu çalışmada folyo-2 kullanılarak pişirilen her türünde Al maruziyeti folyo-1 kullanılarak pişirilen et türlerine göre daha düşük bulunmuştur. Bunun nedeninin folyo-2'nin dış yüzeyinin Al, iç yüzeyinin ise yağlı pişirme kağıdı şeklinde tasarlanmış olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Folyo-2'nin Al dış yüzeyi besinlerin şeklini alarak yiyecekleri izole etmektedir. İç yüzeyi ise yağlı kağıt şeklinde olduğu için besinlerin yapışmadan pişmesine yardımcı olmaktadır. Ayrıca bariyer özelliğine sahip yağlı kağıdın iç yüzeyi asitli yiyecekler ile folyonun teması ile oluşacak zararları önleyerek folyodan besine Al geçişlerini de azaltmaktadır. Böylece bu folyo ile pişirilen besinlerin tüketilmesiyle oluşan maruziyet düzeyi de daha düşük olmaktadır (24).

Tablo 4. Tavuk but eti için önerilen tüketim miktarlarına göre bireylerin Al maruziyet düzeyleri (mg/kg/hafta)

Marinasyon türü	Sıcaklık - süre	Folyo cinsi	pH	Kadın (mg/kg/hafta)		Erkek (mg/kg/hafta)	
				TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)	TÖBR ^a (100 g)	Standart (250 g)
Marinasyon A ^b	150°C-60dk	1	6.78	0.044±0.0154	0.109±0.0386	0.040±0.0142	0.100±0.0355
		2	6.86	0.036±0.0083	0.091±0.0208	0.033±0.0077	0.084±0.0191
	200°C-40dk*	1	6.77	0.055±0.0155	0.139±0.0386	0.051±0.0142	0.127±0.0355
		2	6.84	0.036±0.0083	0.091±0.0208	0.033±0.0077	0.084±0.0191
250°C-20dk*	1	6.72	0.081±0.0138	0.202±0.0344	0.074±0.0126	0.185±0.0316	
	2	6.60	0.042±0.0068	0.104±0.0170	0.038±0.0062	0.095±0.0156	
Marinasyon B ^b	150°C-60dk*	1	6.96	0.054±0.0015	0.135±0.0037	0.049±0.0013	0.124±0.0034
		2	6.94	0.042±0.0021	0.107±0.0052	0.039±0.0019	0.098±0.0048
	200°C-40dk	1	6.94	0.053±0.0032	0.132±0.0081	0.049±0.0029	0.122±0.0074
		2	6.96	0.042±0.0021	0.107±0.0052	0.039±0.0019	0.098±0.0048
	250°C-20dk	1	6.92	0.049±0.0098	0.124±0.0246	0.045±0.0090	0.114±0.0226
		2	6.86	0.041±0.0055	0.103±0.0137	0.038±0.0050	0.095±0.0126
Marinasyon C ^b	150°C-60dk	1	6.13	0.052±0.0053	0.130±0.0132	0.048±0.0048	0.119±0.0121
		2	6.49	0.046±0.0081	0.115±0.0202	0.042±0.0074	0.105±0.0186
	200°C-40dk*	1	6.19	0.061±0.0111	0.153±0.0276	0.056±0.0102	0.141±0.0254
		2	6.49	0.046±0.0081	0.115±0.0202	0.042±0.0074	0.105±0.0186
	250°C-20dk	1	6.12	0.061±0.0199	0.152±0.0497	0.056±0.0183	0.140±0.0457
		2	6.48	0.053±0.0050	0.132±0.0125	0.049±0.0046	0.121±0.0115
Marinasyon D ^b	150°C-60dk*	1	6.91	0.084±0.0043	0.210±0.0108	0.077±0.0039	0.193±0.0099
		2	6.81	0.043±0.0088	0.108±0.0220	0.040±0.0081	0.099±0.0202
	200°C-40dk*	1	6.98	0.096±0.0179	0.241±0.0447	0.089±0.0164	0.221±0.0411
		2	6.92	0.043±0.0088	0.108±0.0220	0.040±0.0081	0.099±0.0202
	250°C-20dk	1	6.89	0.069±0.0095	0.174±0.0237	0.064±0.0087	0.159±0.0217
		2	6.65	0.044±0.0073	0.109±0.0183	0.040±0.0067	0.101±0.0168

^aTÖBR: Türkiye'ye Özgü Beslenme Rehberi

^bMarinasyon A: Riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon B: Sarımsak, kuru soğan, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon C: Üzüm sirkesi, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber; Marinasyon D: Süt, riviera zeytinyağı, tuz, karabiber

* $p < 0.05$

Asidik ortamlar Al folyodaki koruyucu α -Al₂O₃ tabakasının yapısını bozarak Al'nin besine geçmesine neden olmaktadır. Bu tabakadan besine geçen Al miktarı iyonlaşma sabitine bağlı olarak değişmektedir. İyonlaşma sabitinin yüksek olması besine geçen Al miktarını da arttırmaktadır ve dolayısıyla bu besinleri tüketen bireylerin Al maruziyetleri de artmaktadır (25). Bu çalışmada farklı Al folyolarda pişirilen besinlerin farklı marinasyonlara göre asitliği arttıkça bireylerin Al maruziyetinin arttığı bulunmuştur. Bulunan sonuçlara benzer olarak yapılan bir çalışmada domates sosu, sitrik asit, elma sirkesi, tuz ve çeşitli baharatlar kullanılarak hazırlanan kıymalar Al folyo kullanılarak pişirilmiştir. Al geçişlerinin asidik solüsyonlarda daha fazla olduğu bulunmuştur. Bulunan sonuçların JECFA değerlerine göre yüksek olduğu saptanmıştır (19). Başka bir çalışmada ise asidik (asetik, sitrik, oksalik, tartarik asit) ve flor içeren ortamlarda Al araç-gereçler kullanılarak ısıtılan besinlere Al geçişlerinin daha yüksek ve dolayısıyla Al maruziyetinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir (26). Pişirme süresince domates salçası, limon suyu, tuz ve diğer baharatların besine

eklenerek Al araç-gereçlerle yapılan pişirme işlemleri sonucunda da Al maruziyetinin arttığı görülmüştür (2,27). Farklı iki ülkeden alınan Al pişirme kaplarında haşlanan etlerde Al geçişleri karşılaştırılmıştır. Pişirme süresince besine tuz ve sitrik asit eklenmesinin pişirme kaplarından besinlere Al geçişini arttırdığı belirlenmiştir (28).

SONUÇ VE ÖNERİLER

Alüminyum araç-gereçlerden besinlerin hazırlanması ve pişirilmesi süresince besinlere Al geçişleri olduğu bilinmektedir. Araç-gereçlerden besinlere Al geçişi, farklı türde folyo kullanımına, domates, sirke, limon gibi asidik besinlerin kullanımına, maruziyet süresinin ve pişirme sıcaklığının artmasına göre farklılık göstermektedir. Bu çalışmada farklı marinasyon işlemlerine göre hazırlanan ve farklı özellikteki folyolara sarılarak farklı sıcaklık ve sürelerde pişirilen çeşitli et türlerinin tüketiminin insanlardaki Al maruziyet riski belirlenmiştir. Araştırma sonucunda folyo-2 kullanılarak pişirilen etlerin her türünde Al maruziyeti, folyo-1 kullanılarak pişirilen et türlerine göre daha düşük

bulunmuştur. Literatürde besinlere Al folyodan Al geçişleriyle ilgili çalışmalar (13,15) olmasına rağmen bu araştırma pişirmede kullanılan farklı folyoların karşılaştırıldığı ilk çalışmadır. Bu çalışmada belirlenen sonuçlara göre Al maruziyeti insan sağlığını tehdit edecek düzeyde olmasa da başta nörodejeneratif hastalıklar olmak üzere birçok hastalığın ortaya çıkmasında risk olarak kabul edilen Al maruziyetinin uzun sürede insan sağlığını etkileyeceği düşünülmektedir. Besinlerden Al maruziyetini en düşük düzeye getirmek için besinlerin hazırlanması, pişirilmesi ve saklanması aşamalarında Al içermeyen araç-gereçler kullanılmalıdır. Ayrıca farklı özelliklere sahip folyolar kullanılarak hazırlanan ve pişirilen besinlerden farklı yaş gruplarında Al maruziyetini saptamaya yönelik daha kapsamlı araştırmalara gereksinim vardır.

Çıkar çatışması/Conflict of interest: Yazarlar ya da yazı ile ilgili bildirilen herhangi bir çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKLAR

- Müller M, Anke M, Illing-Günther H. Aluminium in foodstuffs. *Food Chem* 1998;61(4):419-428.
- Joshi SP, Toma RB, Medora N, O'Connor K. Detection of aluminium residue in sauces packaged in aluminium pouches. *Food Chem* 2003;83(3):383-386.
- Kawahara M, Kato-Negishi M. Link between aluminium and the pathogenesis of Alzheimer's disease: The integration of the aluminium and amyloid cascade hypotheses. *Int Jof Alzheimers Dis* 2011;2011.
- Kawahara M. Effects of aluminium on the nervous system and its possible link with neurodegenerative diseases. *J Alzheimers Dis* 2005;8(2):171-182.
- Laabdar W, Elgot A, Gamrani H. The protective effect of curcumin on dopaminergic system after chronic aluminium intoxication: Possible link with Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2016;22:e188.
- Exley C, Mamutse G, Korchazhkina O, Pye E, Strekopytov S, Polwart, A, et al. Elevated urinary excretion of aluminium and iron in multiple sclerosis. *Mult Scler* 2006;12(5):533-540.
- Tsunoda A, Nakagi M, Kano N, Mizutani M, Yamaguchi K. Serum aluminium levels in dialysis patients after sclerotherapy of internal hemorrhoids with aluminium potassium sulphate and tannic acid. *Surg Today* 2014;44(12):2314-2317.
- Domingo JL. ALuminium. In: Benjamin C, editor. *Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2nd Ed. Oxford: Academic Press; 2003. p. 160-166.
- Vargel C. *Food Industry*, 1st ed. Oxford: Elseiver; 2004.
- Crisponi G, Fanni D, Gerosa C, Nemolato S, Nurchi VM, Crespo-Alonso M, et al. The meaning of aluminium exposure on human health and aluminium-related diseases. *Biomol Concepts* 2013;4(1):77-87.
- Aguilar F, Autrup H, Barlow S, Castle L, Crebelli R, Dekant W, et al. Safety of aluminium from dietary intake scientific opinion of the panel on food additives, flavourings, processing aids and food contact materials (AFC). *EFSA J* 2008;754:1-34.
- Lamberti M, Escher F. Aluminium foil as a food packaging material in comparison with other materials. *Food Rev Int* 2007;23(4):407-433.
- Turhan S. Aluminium contents in baked meats wrapped in aluminium foil. *Meat Sci* 2006;74(4):644-647.
- Seventy-third Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain food additives and contaminants. World Health Organization Technical Report Series 960, Geneva: 2011.
- Ranau R, Oehlschläger J, Steinhart H. Aluminium levels of fish fillets baked and grilled in aluminium foil. *Food Chem* 2001;73(1):1-6.
- Merdol TK. *Standart Yemek Tarifeleri*. 3. Baskı., Hatiboğlu Yayınevi, Ankara; 2003.
- Türkiye Sağlık Bakanlığı. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması 2010: Beslenme Durumu ve Alışkanlıklarının Değerlendirilmesi Sonuç Raporu. Ankara, Sağlık Bakanlığı Sağlık Araştırmaları Genel Müdürlüğü. 2014.
- Besler HT, Ayaz A, Büyüktuncer Demirel Z, Gökmen Özel H, Samur G. Türkiye'ye Özgü Besin ve Beslenme Rehberi. Ankara; 2015.
- Bassioni G, Mohammed FS, Al Zubaidy E, Kobrsi I. Risk assessment of using aluminum foil in food preparation. *Int J Electrochem Sci* 2012;7:4498-4509.
- Al Juhaiman LA. Estimating Aluminum leaching from Aluminum cook wares in different meat extracts and milk. *J Saudi Chem Soc* 2010;14(1):131-137.
- Ekanem EJ, Lori JA, Okibe FG, Shallangwa GA, Anhwange BA, Haliru M, et al. Determination of aluminium in different sources and its contribution to daily dietary intake in Nigeria. *J Appl Sci Res* 2009;5(8):944-948.
- Al Juhaiman LA. Estimating Aluminum Leaching into Meat Baked with Aluminum Foil Using Gravimetric and UV-Vis Spectrophotometric Method. *Food Nutr Sci* 2015;6(5):538.
- Al Juhaiman LA. Estimating aluminum leaching from aluminum cookware in different vegetable extracts. *Int J Electrochem Sci* 2012;7:7283-7294.
- Sera Alüminyum Folyo. Erişim: http://www.serastrec.com/urun-gruplarimiz/1003/pisirme_grubu.aspx Erişim tarihi: 26 Eylül 2017
- Mbabazi J, Droti J, Ssekalo H, Tiwangye J. Variations in leaching of aluminium into human food from different types of African cookware. *Int J Environ Stud* 2011;68(6):873-881.
- Rajwanshi P, Singh V, Gupta M, Shrivastav R, Subramanian V, Prakash S, et al. Aluminium leaching from surrogate aluminium food containers under different pH and fluoride concentration. *Bull Environ Contam Toxicol* 1999;63(2):271-276.
- Verissimo MIS, Oliveira JABP, Gomes MTSR. Leaching of aluminium from cooking pans and food containers. *Sensors and Actuators B: Chemical* 2006;118(1-2):192-197.
- Mohammad F, Al Zubaidy E, Bassioni G. Effect of aluminum leaching process of cooking wares on food. *Int J Electrochem Sci* 2011;6:222-30.