



Araştırma Makalesi

**Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının  
Araştırılması**

**Sündüz Sezer Kıralan<sup>1</sup>, İsra Toptancı<sup>2</sup>, Mustafa Kıralan<sup>1</sup>**

**ÖZ**

Türkiye’de satışa sunulan toplamda 35 mutfak ekipmanında sağlık açısından risk oluşturabilecek olan Primer Aromatik Amin (PAA)’lerden 6 tanesinin (anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toluendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter) varlığının belirlenmesi konusunda piyasa araştırması yapılması amaçlanmıştır. Materyal olarak 5 farklı firmanın 7 ürünü toplamda 35 örnek üzerinde çalışılmıştır. Örneklerde 6 adet PAA'nın varlığı HPLC/MS/MS sistemi ile belirlenmiştir. Araştırmada kullanılan 35 örneğin 16'sında anilin tespit edilememiş, tespit edilen örneklerde ise anilin miktarı 0.004-0.29 mg/kg aralığında belirlenmiştir. 4,4'-metilendianilin örneklerin birçoğunda (27 adet) tespit edilememiş, tespit edilen örneklerde ise 0.003-0.09 mg/kg aralığında belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan mutfak ekipmanlarından 15 tanesinde toplam PAA miktarı yasal limitin (0.01 mg/kg) üzerinde belirlenmiştir. Satışa sunulan mutfak ekipmanlarının büyük bir kısmı sağlık açısından tehlike sergilemektedir.

**Anahtar kelimeler:** Mutfak ekipmanları, anilin, 4,4'-metilendianilin

**Investigation of the Presence of Primary Aromatic Amine (PAA) in Kitchenware**

**ABSTRACT**

This study aimed to determine the presence of six Polycyclic Aromatic Amines (PAAs) – aniline, 4,4'-Methylenedianiline, 2,6-Toluenediamine, 2,4-Toluenediamine, 3,3'-Dimethylbenzidine, and 4,4'-Diaminodiphenylether – that may pose health risks in 35 kitchenware products sold in Turkey. A total of 35 samples, comprising products from seven items sourced from five different companies, were examined. The presence of 6 PAAs in the samples was determined by HPLC/MS/MS system. Aniline was undetectable in 16 out of the 35 samples analyzed. In the samples where aniline was detected, its concentration ranged from 0.004 to 0.29 mg/kg. Similarly, 4,4'-Methylenedianiline was undetectable in the majority of the samples (27 out of 35), but its concentration in the detectable samples ranged from 0.003 to 0.09 mg/kg. The total amount of PAA in 15 of the kitchen equipment used in the study was determined above the legal limit (0.01 mg/kg). Most of the kitchen equipment offered for sale presents a health hazard.

**Keywords:** Kitchenware, aniline, 4,4'-Methylenedianiline

ORCID ID: 0000-0003-1522-064X, 0000-0002-7272-0168, : 0000-0001-7401-8025

Yayın Kuruluna Geliş Tarihi: 21.06.2023

Kabul Tarihi: 01.09.2023

<sup>1</sup> Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Balıkesir Üniversitesi, BALIKESİR, TÜRKİYE

<sup>2</sup>Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, İstanbul Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü, İSTANBUL, TÜRKİYE

\* E-posta: mustafakiralan@balikesir.edu.tr

# Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

## Giriş

Gıda ile temas edenler; ambalajlar, gıda saklama konteynırları, çatal-bıçak takımları, mutfak ekipmanları gibi geniş bir ürün yelpazesini kapsamaktadır. Gıda ile temas eden malzemeler, gıda güvenliği açısından son yıllarda üzerinde çok fazla durulan konulardan biridir. Bunun nedeni gıda ile temas eden malzemelerden gıdalara çeşitli kimyasalların migrasyonudur. Bu migrasyonda, sağlığı tehdit eden birçok kimyasal bileşene rastlamak mümkündür. Bu bileşenlerden bir grupta Primer aromatik aminlerdir (Sanchis ve ark. 2019, Pigłowski 2020, Szabó ve ark. 2022).

PAA'lar, aromatik bir halkaya bağlı bir primer amin grubu bulunması ile karakterize edilen kimyasal bileşik grubudur. PAA'lar, pestisitler, tekstil, boya, polimerleri eczacılık ve kozmetik sanayi gibi çok çeşitli üretim proseslerinde ham madde ve ara ürün olarak kullanılmaktadır (Pezo ve ark. 2012, Sanllorente ve ark. 2016).

PAA'ların birçoğu, genotoksik, kanserojen ve alerjenik etkilere sahip olduğu toksikolojik *in vitro* ve *in vivo* çalışmalarla kanıtlanmıştır (Freudenthal ve ark. 1999, Trakoli 2012, Groh ve Muncke 2017, Mertens ve ark. 2017). En yaygın birincil aromatik aminler; anilin, 4,4'-metilendianilin (4,4'-MDA) ve 2,4-tolilendiamindir (2,4-TDA). Uluslararası Kanser Araştırma Ajansı (IARC) 2,4-TDA ve 4,4'-MDA bileşenlerini, "İnsanlara muhtemel kanserojen" olarak tanımlanan 2B grubunda, anilini ise "İnsanlara kanserojenliğine göre sınıflandırılmaz" 3 grubunda sınıflandırmışlardır (Sanllorente ve ark. 2016).

PAA bazlı ticari ürünlerin çoğu, gıda ile temas eden malzemelerin (FCM'ler) üretiminde kullanılabilir. Bunun yanında poliüretan yapıştırıcılar, gıda ambalajlarında çok katmanlı filmlerin yapıştırılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır. Poliüretan yapıştırıcılar kalıntı aromatik isotiyosinatlar içerebilmekte ve bu bileşenler su ile temas ettiklerinde reaksiyona girerek PAA'ları oluşturabilmektedir. Üretim koşulları dikkatli bir şekilde izlenmezse, fazla

artık PAA'lar nihai üründe kalabilir ve FCM kullanımı sırasında potansiyel olarak gıdaya geçebilmektedir (Pezo ve ark. 2012, Campanella ve ark. 2015, Sanllorente ve ark. 2016, Perez ve ark. 2019). Diğer bir PAA'ların oluşum yolu ise termal gıda uygulamalarıdır. Bu uygulamalar sonucunda oluşan monomerlerin su ile teması sonucunda PAA'lar oluşabilmektedir (Campanella ve ark. 2015).

PAA'ların bir diğer kaynağı ise poliamid, polipropilen ve silikondan yapılmış çırpıcı, kaşık, maşa, spatula ve kepçe gibi mutfak gereçleridir. Poliamidler, çizilmezlik, yapışmama özelliği, düşük maliyet ve yüksek sıcaklık dayanımı nedeniyle kullanışlı ve tercih edilmektedir (Brede ve Skjevra 2004, Perez ve ark. 2019).

Uluslararası literatür incelendiğinde, mutfak gereçlerinde PAA'ların değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Özellikle Çin menşeli ürünlerde çeşitli çalışmalara (Trier ve Granby 2015, Perez ve ark. 2019)

rastlamak mümkündür. Uluslararası literatürde Türkiye'de paslanmaz tavalarda PAA'ların varlığı konusunda bir çalışmaya (Toptancı ve ark. 2022) rastlanmıştır. Bunun yanında, Perez ve ark. (2019) çalışmalarında 2 spatül örneğinde PAA'ları araştırmışlardır.

Çalışmanın amacı, Türkiye'de satışa sunulan çeşitli mutfak gereçlerinde insan sağlığı açısından risk oluşturabilecek 6 adet PAA'nın (anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-tolilendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter) varlığını LC/MS/MS sistemi ile araştırmaktır.

## Materyal ve Yöntem

### Materyal

Piyasadan 2023 yılında 5 markaya (A, B, C, D, E) ait 7 farklı mutfak gereci satın alınmıştır. Bu örneklere ait kodlar aşağıda verilmiştir.

## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

Örnek kodu	Mutfak gereçleri
A1	Spatul
A2	Kepçe
A3	Kaşık
A4	Çırpıcı
A5	Makarna Servis Kaşığı
A6	Krep spatul
A7	Kevgir
B1	Spatul
B2	Kepçe
B3	Kaşık
B4	Çırpıcı
B5	Makarna Servis Kaşığı
B6	Krep spatul
B7	Kevgir
C1	Spatul
C2	Kepçe

### Yöntem

#### Yapı tayini

Numuneler, FT-IR Spektrometrenin uygun aparatlar ile numune kompartımanına yerleştirilerek 4000nm-400nm dalga boyları arasında absorpsiyon spektrumları alınmış ve spektrumlar lisanslı polimer kütüphanesinde standart spektrumlarla karşılaştırılarak türü tespit edilmiştir (EUR 24815, 2011).

#### PAA analizi için Kalibrasyon noktalarının hazırlanması

Her bir PAA standardından (anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toluendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter) 10 mg alınarak 20 mL metanole tamamlanmıştır. Standartların ana stok konsantrasyonları 500 mg/kg'dır. Stok solüsyon 4°C'de 1 yıl buzdolabında depolanabilir. 500 mg/kg ana stok çözeltilerinden 1 mL alınarak 100 mL'lik ölçü balonuna aktarılıp her bir PAA bileşenini içeren 5 mg/kg'lık mix ara stok çözeltisi hazırlanmıştır. Kalibrasyon noktaları 5 mg/kg'ın %3 asetik asit ile seyreltilmesiyle 0.002, 0.005, 0.01, 0.02 ve 0.05 mg/kg olarak hazırlanmıştır.

C3	Kaşık
C4	Çırpıcı
C5	Makarna Servis Kaşığı
C6	Krep spatul
C7	Kevgir
D1	Spatul
D2	Kepçe
D3	Kaşık
D4	Çırpıcı
D5	Makarna Servis Kaşığı
D6	Krep spatul
D7	Kevgir
E1	Spatul
E2	Kepçe
E3	Kaşık
E4	Çırpıcı
E5	Makarna Servis Kaşığı
E6	Krep spatul
E7	Kevgir

#### PAA analizleri için Numune Hazırlama

Analizler, numunelerin etiket kullanım beyanlarına göre, 2 saat boyunca 70 °C veya 100 °C'de, PAA migrasyon analizi için en zorlayıcı koşul olan, %3 asetik asit ile daldırılarak gerçekleştirilmiştir (EUR 24815, 2011).

#### LC/MS/MS ile PAA belirlenmesi

PAA analizi, Agilent 6460 model sıvı kromatografisi (LC) sistemine bağlanmış olan tandem kütle spektrometresi (MS/MS) sistemi ve JetStream elektrosprey kaynağı ile aşağıda belirtilen cihaz şartlarında gerçekleştirilmiştir.

PAA analizleri için mobil faz A çözeltisi (metanol içinde 4.7 mM pentafloropropiyonik asit (PFPA)) ve B çözeltisi (Milli-Q su içinde 4.7 mM PFPA) hazırlanmış ve gradient programı: 0–3 dk arası, 0,2 mL/dk akışta %20 A; 3–7,5 dk arası, %20'den %80 A'ya ve 0,2'den 0,5 mL/dk'ya doğrusal bir artışla; 7,5–8 dk arası, 0,5 mL/dk'da %80 A; 8–11 dk arası, 0,5 mL/dk'da %5 A; 11–15 dk arası, 0,2 mL/dk'da %5 A oluşturulmuştur. Kolon, 35 °C'de çalıştırılan bir

## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

Zorbax SB-C3 (2,1 mm x 150 mm, 5 um) (Agilent Technologies, ABD) dir. Dedektör (MS) koşulları: pozitif mod da çalışan elektrosprey iyonizasyon kaynağı; source sıcaklığı: 130°C, capillary 4000 V, nebulizer basıncı: 45 psi, kuru gaz akış hızı: 11 L/dak'dır. PAA tespitinde her test iki paralelli olarak yapılmış ve elde edilen sonuçlar, Microsoft Excel programı kullanılarak ortalama ve standart sapma şeklinde verilmiştir.

### PAA Metot Validasyon Çalışması

PAA metot validasyonu için tespit limiti (LOD), tayin limiti (LOQ), geri kazanım kesinlik (tekrarlanabilirlik ve tekrarüretilebilirlik) parametreleri çalışılmıştır. LOD ve LOQ değerleri sırasıyla 0.25-0.34 ile 1.02-1.15 µg/kg aralığındadır. PAA' ların ortalama geri kazanımlarının % 83-114 olduğu ve tüm konsantrasyon seviyeleri için relatif standart sapma (RSD) değerlerinin %15'in altında olduğu tespit edilmiştir.

### Bulgular ve tartışma

Çalışmada, PAA' lardan anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter bileşenlerinin varlığı araştırılmıştır. PAA' lardan sadece anilin ve 4,4'-metilendianilin tespit edilirken diğer bileşenler belirlenmemiştir.

Trier ve Granby (2015), Norveç piyasasından temin ettikleri 25 mutfak gerecinde anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toliendiamin ve 2,4-dimetilanilin tespit etmişlerdir. McCall ve ark. (2012), mutfak gereçlerinde anilin, 4,4'-metilendianilin, 3,3'-dimetilbenzidin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, o-toluidin, 4-kloroanilin, 4,4'-difenilettilamin, 4,4'-benzidin, 1,3-fenilendiamin, o-anisidin ve 2,4-dimetilamin varlığını araştırmışlardır. McCall ve ark. (2012) örneklerinde PAA' lardan anilin, 4,4'-metilendianilin, 3,3'-dimetilbenzidin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, o-toluidini tespit etmişlerdir.

Çalışmamızda tespit edilen PAA' lar açısından irdelendiğinde McCall ve ark (2012), Trier ve

Granby (2015)'nin çalışmalarında belirledikleri bileşenler ile benzerlik sergilemektedir.

Anilin varlığı belirlenirken 3 kez test yapılmakta ve yöntemine göre 3. testin sonuçları verilmektedir. Çizelge 1' de her 3 testin sonuçları verilmiştir. Araştırmada kullanılan 35 örneğin 16'sında anilin tespit edilememiştir. Anilin tespit edilen örnekler için grafiksel gösterim Şekil 1' de verilmiştir. Anilin en fazla E markasına ait krep spatülünde belirlenmiştir (0.29 mg/kg). Bunun yanında aynı markanın kaşık ve makarna servis kaşığı örneklerinde de anilin miktarı sırası ile 0.17 mg/kg ve 0.20 mg/kg olarak bildirilmektedir. Anilin, tüm A markasına ait mutfak gereçlerinde tespit edilmesine karşın miktarları 0.004-0.03 mg/kg aralığında yani düşük miktarlarda belirlenmiştir. D markasına ait mutfak gereçlerinde ise anilin tespit edilememiştir.

Perez ve ark. (2019), Brezilya, Çin ve Türkiye orijinli 36 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada anilin 667 µg/kg ile en yüksek miktarda belirlenmiştir. Szabo ve ark. (2021) 24 farklı PAA'nın varlığını Macaristan'dan temin ettikleri 5'i poliamid ve 5'i silikondan yapılmış spatüllerde araştırmışlardır. Tüm örneklerde anilin tespit edilmiş olup, en fazla miktarda anilin 25 µg/L'nin üzerinde belirlemişlerdir. Anilin yüksek olduğu örnekler poliamid yapıya sahip spatüllerdir. Norveç piyasasından temin edilen 25 mutfak gerecinde anilin 15 örnekte belirlenmiş olup, miktarı 0.5-2.3 µg/kg aralığında değişim sergilemiştir (Trier ve Granby 2015). McCall ve ark. (2012), anilini 84 mutfak gerecinin 37'sinde tespit etmişler ve miktarının 0.83-81.19 µg/L aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. Sanchis ve ark. (2015), 10 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada anilin PAA' lar içerisinde en yüksek miktarda belirlenen PAA olup, 2.5-284 µg/kg aralığında değişim gösterdikleri bildirilmiştir.

Araştırma sonuçlarının bir kısmı McCall ve ark. (2012), Sanchis ve ark. (2015), Trier ve Granby (2015), Perez ve ark. (2019) ve Szabo ve ark. (2021)'un bildirdiği değerler ile örtüşmektedir. Bunun yanında, araştırma sonuçları, Sanchis ve ark. (2015)'un yaptıkları çalışma ile daha fazla

## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

benzerlik sergilemektedir. Çalışmamızda ve bahsi geçen literatürde anilin en fazla miktarda belirlenen PAA olmuştur. Çalışma ile literatür arasındaki farklılıklar; temin edilen örneklerin farklılığı, kullanılan yöntem farklılığı ve kromatografik yöntemler ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir.

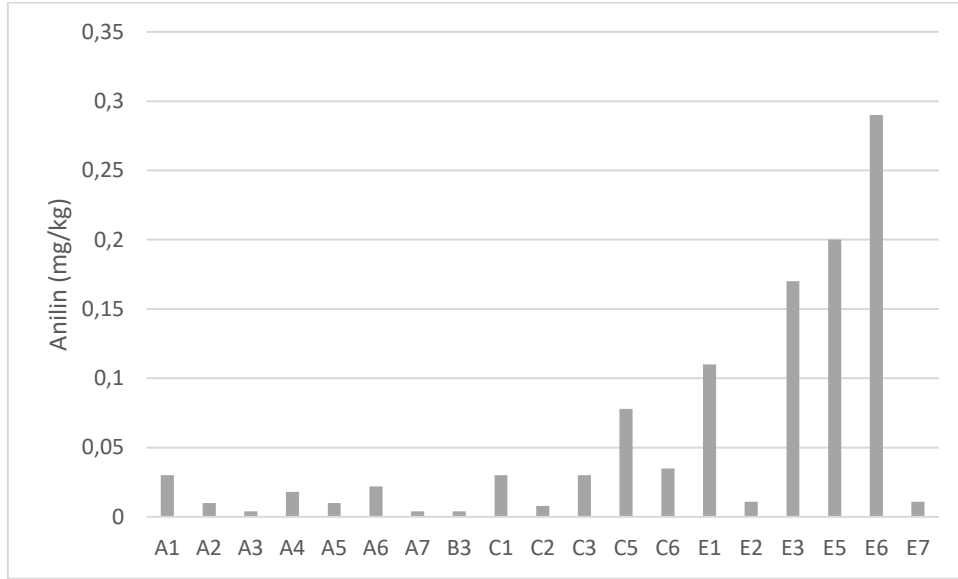
Çizelge 1. Mutfak gereçlerinde anilin miktarı (mg/kg)

Kodlar	Mutfak gereci	Anilin		
		1.test	2.test	3.test
A1	Spatul	0.036±0.001*	0.032±0.001	0.03±0.01
A2	Kepçe	0.015±0.004	0.012±0.003	0.01±0.001
A3	Kaşık	0.007±0.001	0.005±0.001	0.004±0.000
A4	Çırpıcı	0.02±0.000	0.023±0.003	0.018±0.001
A5	Makarna Servis Kaşığı	0.014±0.003	0.012±0.003	0.01±0.001
A6	Krep spatul	0.027±0.003	0.024±0.001	0.022±0.001
A7	Kevgir	0.007±0.001	0.005±0.00	0.004±0.000
B1	Spatul	TE**	TE	TE
B2	Kepçe	TE	TE	TE
B3	Kaşık	0.009±0.001	0.007±0.003	0.004±0.00
B4	Çırpıcı	TE	TE	TE
B5	Makarna Servis Kaşığı	0.008±0.00	TE	TE
B6	Krep spatul	TE	TE	TE
B7	Kevgir	TE	TE	TE
C1	Spatul	0.07±0.01	0.05±0.028	0.03±0.01
C2	Kepçe	0.012±0.001	0.01±0.00	0.008±0.001
C3	Kaşık	0.04±0.01	0.035±0.003	0.03±0.01
C4	Çırpıcı	0.005±0.00	TE	TE
C5	Makarna Servis Kaşığı	0.12±0.028	0.09±0.01	0.078±0.001
C6	Krep spatul	0.06±0.01	0.05±0.01	0.035±0.001
C7	Kevgir	0.01±0.00	0.007±0.001	TE
D1	Spatul	TE	TE	TE
D2	Kepçe	TE	TE	TE
D3	Kaşık	0.005±0.00	TE	TE
D4	Çırpıcı	TE	TE	TE
D5	Makarna Servis Kaşığı	0.007±0.00	TE	TE
D6	Krep spatul	TE	TE	TE
D7	Kevgir	TE	TE	TE
E1	Spatul	0.23±0.01	0.18±0.01	0.11±0.01
E2	Kepçe	0.023±0.003	0.015±0.001	0.011±0.001
E3	Kaşık	0.28±0.01	0.22±0.01	0.17±0.01
E4	Çırpıcı	0.012±0.00	0.007±0.001	TE
E5	Makarna Servis Kaşığı	0.35±0.028	0.28±0.01	0.2±0.1
E6	Krep spatul	0.46±0.01	0.38±0.01	0.29±0.028
E7	Kevgir	0.03±0.00	0.021±0.00	0.011±0.001

\*Değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir.

\*\*TE: tespit edilemeyen

## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması



Şekil 1. Anilin tespit edilen örneklerde anilin miktarı dağılımı

4,4'-metilendianilin belirlenmesinde yöntemlere göre 3 kez test yapılmakta ve 3. testin sonuçları analiz sonucu olarak verilmektedir. Çizelge 2'de her 3 testin sonuçları verilmiştir. Araştırmada kullanılan 35 örneğin 27'sinde 4,4'-metilendianilin tespit edilememiştir. Tespit edilen örneklerde 4,4'-metilendianilin dağılımı Şekil 2'de sunulmuştur. 4,4'-metilendianilin, en fazla E markasına ait mutfak gereçlerinde tespit edilmiştir. En fazla 4,4'-metilendianilin krep spatülü (0,09 mg/kg) ve makarna servis kaşığına (0,076 mg/kg) belirlenmiştir. En düşük 4,4'-metilendianilin, A markasına ait mutfak gereçlerinde tespit edilmiş olup, miktarı 0,003-0,006 mg/kg aralığındadır. B ve D markasına ait ürünlerde ise 4,4'-metilendianilin tespit edilememiştir. 5 farklı markaya ait toplam PAA miktarı Çizelge 3'de verilmiştir. 35 ürünün 15'i spesifik migrasyon (SML) limitinin (0,01 mg/kg) üzerinde tespit edilmiştir.

yöntem farklılığı ve kromatografik yöntemler ile ilişkilendirilebileceği düşünülmektedir. Çizelge 3'de çalışılan örneklerdeki toplam PAA miktarları verilmiştir. Örneklerin 15'inde Türk

Norveç piyasasından temin edilen 25 adet mutfak gerecinde yapılan çalışmada 11 örneğin 4,4'-metilendianilin belirlenirken, miktarı ise 0,6-14 µg/kg aralığında değişim sergilemiştir (Trier ve Granby 2015). McCall ve ark. (2012), 84 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada 47 örnekte 4,4'-metilendianilin varlığını tespit etmişler ve miktarının 11,17-4168,27 µg/L aralığında değiştiğini bildirmişlerdir. En yüksek miktar makarna servis kaşığında belirlenmiştir. Sanchis ve ark. (2015), 10 mutfak gerecinde yapmış oldukları çalışmada 6 örnekte 4,4'-metilendianilin belirlenmiş olup, 2-19,715 µg/kg aralığında değişim gösterdikleri bildirilmiştir.

Araştırma sonuçlarının bir kısmı McCall ve ark. (2012), Sanchis ve ark. (2015), Trier ve Granby (2015)'un bildirdiği değerler ile örtüşmektedir. Çalışma ile literatür arasındaki farklılıklar; temin edilen örneklerin farklılığı, kullanılan

Gıda Kodeksi Gıda ile Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği (Tebliğ No: 2019/44)'ne göre izin verilen yasal limit olan 0,01 mg/kg'ın üzerine çıkmıştır

## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

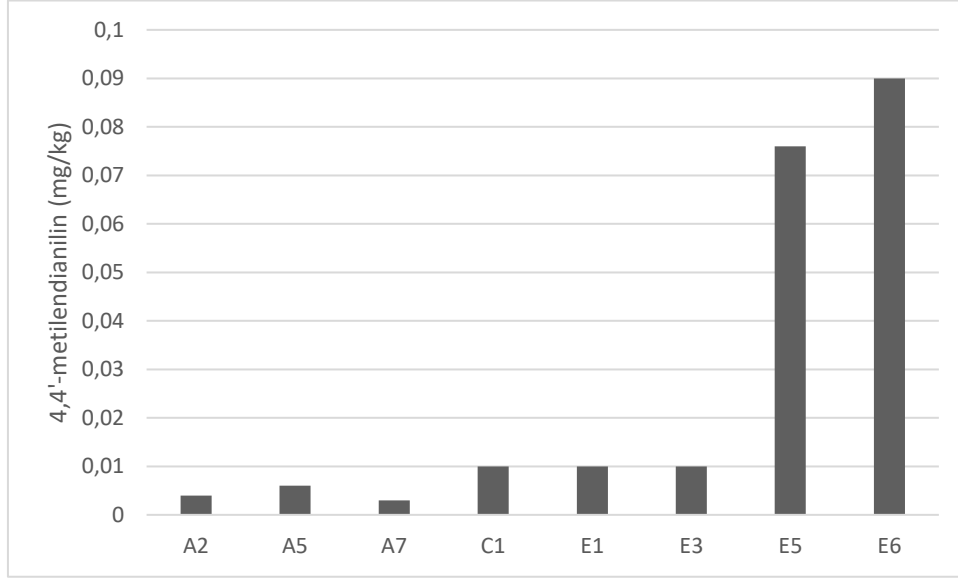
Çizelge 2. Mutfak gereçlerinde 4,4'-metilendianilin miktarı (mg/kg)

Kodlar	Mutfak gereci	4,4'-metilendianilin		
		1.test	2.test	3.test
A1	Spatul	TE**	TE	TE
A2	Kepçe	0.007±0.001*	0.005±0.001	0.004±0.001
A3	Kaşık	0.004±0.00	TE	TE
A4	Çırpıcı	TE	TE	TE
A5	Makarna Servis Kaşığı	0.003±0.001	0.004±0.001	0.006±0.001
A6	Krep spatul	TE	TE	TE
A7	Kevgir	0.004±0.001	0.003±0.001	0.003±0.001
B1	Spatul	TE	TE	TE
B2	Kepçe	TE	TE	TE
B3	Kaşık	TE	TE	TE
B4	Çırpıcı	TE	TE	TE
B5	Makarna Servis Kaşığı	0.002±0.001	TE	TE
B6	Krep spatul	TE	TE	TE
B7	Kevgir	TE	TE	TE
C1	Spatul	0.02±0.01	0.015±0.001	0.01±0.001
C2	Kepçe	TE	TE	TE
C3	Kaşık	0.01±0.002	0.006±0.001	TE
C4	Çırpıcı	0.002±0.001	TE	TE
C5	Makarna Servis Kaşığı	0.004±0.001	TE	TE
C6	Krep spatul	TE	TE	TE
C7	Kevgir	0.006±0.001	TE	TE
D1	Spatul	TE	TE	TE
D2	Kepçe	TE	TE	TE
D3	Kaşık	TE	TE	TE
D4	Çırpıcı	TE	TE	TE
D5	Makarna Servis Kaşığı	0.002±0.001	TE	TE
D6	Krep spatul	TE	TE	TE
D7	Kevgir	TE	TE	TE
E1	Spatul	0.04	0.02	0.01±0.001
E2	Kepçe	TE	TE	TE
E3	Kaşık	0.02±0.01	0.015±0.01	0.01±0.001
E4	Çırpıcı	0.005±0.001	TE	TE
E5	Makarna Servis Kaşığı	0.12±0.000	0.09±0.01	0.076±0.001
E6	Krep spatul	0.16±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01
E7	Kevgir	TE	TE	TE

\*Değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir.

\*\*TE: tespit edilemeyen

## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması



Şekil 2. Örneklerde 4,4'-metilendianilin miktarı dağılımı

Çizelge 3. Mutfak gereçlerinde toplam PAA (mg/kg)

Kodlar	Mutfak gereci	Toplam PAA (mg/kg)		
		1.test	2.test	3.test
A1	Spatul	0.036±0.00*	0.032±0.00	0.03±0.00
A2	Kepçe	0.022±0.006	0.017±0.005	0.014±0.004
A3	Kaşık	0.011±0.002	0.005±0.00	0.004±0.00
A4	Çırpıcı	0.02±0.00	0.023±0.00	0.018±0.00
A5	Makarna Servis Kaşığı	0.017±0.008	0.016±0.006	0.016±0.003
A6	Krep spatul	0.027±0.00	0.024±0.00	0.022±0.00
A7	Kevgir	0.011±0.02	0.008±0.001	0.007±0.001
B1	Spatul	TE**	TE	TE
B2	Kepçe	TE	TE	TE
B3	Kaşık	0.009±0.00	0.007±0.00	0.004±0.00
B4	Çırpıcı	TE	TE	TE
B5	Makarna Servis Kaşığı	0.01±0.004	TE	TE
B6	Krep spatul	TE	TE	TE
B7	Kevgir	TE	TE	TE
C1	Spatul	0.09±0.03	0.065±0.025	0.04±0.01
C2	Kepçe	0.012	0.01±0.00	0.008±0.00
C3	Kaşık	0.05±0.021	0.041±0.00	0.03±0.00
C4	Çırpıcı	0.007±0.002	TE±	TE
C5	Makarna Servis Kaşığı	0.124±0.08	0.09±0.00	0.078±0.00
C6	Krep spatul	0.06	0.05±0.00	0.035±0.00
C7	Kevgir	0.016±0.003	0.007±0.00	TE



## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

D1	Spatul	TE	TE	TE
D2	Kepçe	TE	TE	TE
D3	Kaşık	0.005±0.00	TE	TE
D4	Çırpıcı	TE	TE	TE
D5	Makarna Servis Kaşığı	0.009±0.004	TE	TE
D6	Krep spatul	TE	TE	TE
D7	Kevgir	TE	TE	TE
E1	Spatul	0.27±0.013	0.2±0.11	0.12±0.02
E2	Kepçe	0.023±0.00	0.015±0.00	0.011±0.00
E3	Kaşık	0.3±0.018	0.235±0.14	0.18±0.02
E4	Çırpıcı	0.017±0.005	0.007±0.00	TE
E5	Makarna Servis Kaşığı	0.47±0.016	0.37±0.13	0.276±0.08
E6	Krep spatul	0.62±0.21	0.49±0.19	0.38±0.14
E7	Kevgir	0.03±0.00	0.021±0.00	0.011±0.00

\*Değerler ortalama ve standart sapma olarak verilmiştir.

\*\*TE: tespit edilemeyen

### Sonuç

Türkiye’de satışa sunulan 35 örnekte PAA’lardan anilin, 4,4'-metilendianilin, 2,4-toliendiamin, 2,6-toluendiamin, 3,3'-dimetilbenzidin ve 4,4'-diaminodifenil eter bileşenlerinin varlığı araştırılmış ve sadece 2 PAA örneklerde tespit edilmiştir. Tespit edilen anilin, 4,4'-metilendianiline kıyasla daha fazla örnekte belirlenmiştir. Anilin miktarı en fazla 0.29 mg/kg iken 4,4'-metilendianilin ise 0.09 mg/kg’a kadar çıkmıştır. Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği (Tebliğ No: 2019/44)’ne göre toplam PAA miktarı 0.01 mg/kg’a kadar izin verilmiştir. Çalışmada kullanılan örneklerde bu yasal limitin üzerinde 15 adet örnek belirlenmiştir ve sağlık açısından risk teşkil etmektedir.

# Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

## Kaynaklar

- Anonim. (2019) Türk Gıda Kodeksi Gıda İle Temas Eden Plastik Madde ve Malzemeler Tebliği. Tebliğ No: 2019/44.
- Brede, C., Skjevrak, I. (2004) Migration of aniline from polyamide cooking utensils into food simulants. *Food additives and contaminants*, 21(11): 1115-1124.
- Campanella, G., Ghaani, M., Quetti, G., Farris, S. (2015) On the origin of primary aromatic amines in food packaging materials. *Trends in Food Science & Technology*, 46(1): 137-143.
- Freudenthal, R. I., Stephens, E., Anderson, D. P. (1999) Determining the potential of aromatic amines to induce cancer of the urinary bladder. *International journal of toxicology*, 18(5): 353-359.
- Groh, K. J., Muncke, J. (2017) In vitro toxicity testing of food contact materials: state-of-the-art and future challenges. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 16(5): 1123-1150.
- McCall, E., Keegan, J., Foley, B. (2012) Primary aromatic amine migration from polyamide kitchen utensils: method development and product testing. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 29(1): 149-160.
- Mertens, B., Van Bossuyt, M., Fraselle, S., Blaude, M. N., Vanhaecke, T., Rogiers, V., Verschaeve, L., Van Hoeck, E. (2017). Coatings in food contact materials: Potential source of genotoxic contaminants?. *Food and chemical toxicology*, 106: 496-505.
- Perez, M. Â. F., Padula, M., Moitinho, D., Bottoli, C. B. G. (2019) Primary aromatic amines in kitchenware: Determination by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 1602: 217-227.
- Pezo, D., Fedeli, M., Bosetti, O., & Nerin, C. (2012) Aromatic amines from polyurethane adhesives in food packaging: The challenge of identification and pattern recognition using Quadrupole-Time of Flight-Mass Spectrometry. *Analytica chimica acta*, 756: 49-59.
- Pigłowski, M. (2020) Food hazards on the European Union market: The data analysis of the Rapid Alert System for Food and Feed. *Food science & nutrition*, 8(3): 1603-1627.
- Sanchis, Y., Coscollà, C., Roca, M., Yusà, V. (2015) Target analysis of primary aromatic amines combined with a comprehensive screening of migrating substances in kitchen utensils by liquid chromatography-high resolution mass spectrometry. *Talanta*, 138: 290-297.
- Sanchis, Y., Coscollà, C., Yusà, V. (2019) Comprehensive analysis of photoinitiators and primary aromatic amines in food contact materials using liquid chromatography high-resolution mass spectrometry. *Talanta*, 191: 109-118.
- Sanllorente, S., Sarabia, L. A., Ortiz, M. C. (2016) Migration kinetics of primary aromatic amines from polyamide kitchenware: Easy and fast screening procedure using fluorescence. *Talanta*, 160: 46-55.
- Szabo, B. S., Jakab, P. P., Hegedus, J., Kirchkeszner, C., Petrovics, N., Nyiri, Z., Bodai, Z., Rikker, T., Eke, Z. (2021) Determination of 24 primary aromatic amines in aqueous food simulants by combining solid phase extraction and salting-out assisted liquid-liquid extraction with liquid chromatography tandem mass spectrometry. *Microchemical journal*, 164: 105927.
- Szabó, B. S., Petrovics, N., Kirchkeszner, C., Nyiri, Z., Bodai, Z., Eke, Z. (2022) Stability study of primary aromatic amines in aqueous food simulants under storage conditions of food contact material migration studies. *Food Packaging and Shelf Life*, 33: 100909.
- Toptancı, İ., Ketenoglu, O., Kiralan, M. (2022) Assessment of the migration of perfluorinated compounds and primary aromatic amines from PTFE-coated

## Mutfak Ekipmanlarında Primer Aromatik Amin (PAA) Varlığının Araştırılması

non-stick cookware marketed in Turkey. Environmental Science and Pollution Research, 29(25): 38535-38549.

Trakoli, A. (2012) IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Volume 99: Some aromatic amines, organic dyes, and related exposures. International Agency for Research on Cancer.

Trier, X., Granby, K. (2015) Analysis of primary aromatic amines (PAA) in black nylon kitchenware 2014: selected samples from the Norwegian market. Analysis of primary aromatic amines (PAA) in black nylon kitchenware 2014: selected samples from the Norwegian market.