



**TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU  
MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ**

**ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ**

**SANİCA ISI SANAYİ A.Ş.**

**PE 100 BORU ÖRNEĞİ**

**“İÇME SUYUNA ETKİSİNİN BS 6920 STANDARDINA UYGUNLUK”**

**TEST VE ANALİZ RAPORU**

**ÇALIŞMAYA KATILANLAR**

52324	53142
52469	53165
52905	53260
52908	53618
52912	53688
53077	



**MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ**

P.K. 21 41470 Gebze Kocaeli T 0 262 677 20 00 F 0 262 641 23 09 mam.tubitak.gov.tr

**Sanica Isı Sanayi A.Ş. PE 100 Boru Örneği**  
**“İçme Suyuna Etkisinin BS 6920 Standardına Uygunluk”**  
**Test ve Analiz Raporu**

**ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ**

Rapor No: 45924173-125.05-845/4022

**06 AĞUSTOS 2020**

**DAĞITIM**

Bu rapor 2 (iki) adet olarak hazırlanmıştır.  
Dağıtım: TUBİTAK MAM (1 adet), Sanica Isı Sanayi A.Ş. (1 adet).

**NOT / AÇIKLAMA**

Bu rapor 06.08.2020 tarihinde 2255 MAM genel evrak numaralı başvuru üzerine hazırlanmıştır.

İmzasız analiz raporları geçersizdir.

Bu rapor ve sonuçları talepte bulunan kuruluş ve müşterilerince ticaret ve reklam amaçları ile kullanılamaz. Rapor tamamen veya kısmen çoğaltılamaz/yayınlanamaz.

---

  
51381

  
53618

  
53688

---

  
**ONAYLAYAN**

Doç. Dr. Faruk DİNÇER  
Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü  
Endüstriyel Hizmet Sorumlusu



**TUBITAK MAM ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ**

Rapor No: 45924173-125.05-845/4022

Tarih: 06.08.2020

Sayfa No: 3 / 18

**İÇİNDEKİLER**

1. ÖZET.....	4
2. ÖRNEK ÖZELLİKLERİ.....	5
3. SUYUN KOKUSU VE TADI.....	6
4. SUYUN GÖRÜNÜMÜ.....	8
5. SUCUL MİKROORGANİZMA BÜYÜMESİ.....	10
6. KAMU SAĞLIĞINA ZARARLI OLABİLECEK MADDELERİN SU İLE TEMASI HALİNDE UYGUNLUK TESTİ.....	12
7. METALLERİN EKSTRAKSİYONU.....	15
8. SUYA GEÇEBİLEN ORGANİK MADDELERİN TANIMLANMASI.....	17

Sanica Isı Sanayi A.Ş.'nin **Sanica PE 100 Boru parçası** örneğinde BS 6920 standardına göre tek sıcaklıkta (23 °C) içme suyuna uygunluk testi talep yazısı TÜBİTAK - Marmara Araştırma Merkezine gelmiş 2225 evrak numarası ile kayıt altına alınmıştır.

Test edilmesi istenen örnek, başvuru sahibi Sanica Isı Sanayi A.Ş. yetkilileri tarafından hazırlanarak kargo yoluyla polietilen poşet içerisinde TÜBİTAK - MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü' ne teslim edilmiştir.

BS 6920 kapsamında yapılan testler sonucunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.



Şekil 1. 208/0356 no'lu "Sanica PE 100 Boru parçası"

## 1. ÖZET

Bu raporda ifade edilen örnekler BS 6920 İnsani tüketim amaçlı sular ile temas halinde bulunan metalik olmayan ürünlerin su kalitesi üzerindeki etkileri bakımından kullanıma uygunluğu standardında yer alan yöntemlere göre test edilmiştir. Örneğe ait test sonuçları aşağıda yer alan özet tabloda (Tablo 1) verilmiştir.

Tablo 1. "Sanica PE 100 Boru parçası" örneği sonuçları özet tablosu

Test	Sonuç
Suyun ve Kokusu ve Tadı	Uygun
Suyun Görünümü	Uygun
Sucul Mikroorganizma Büyümesi	Uygun
Kamu Sağlığına Zararlı Olabilecek Maddelerin Su İle Teması Halinde Uygunluk Testi	Uygun
Metallerin Ekstraksiyonu	Uygun
Suya Geçebilen Organik Maddelerin Tanımlanması	Uygun

Yapılan çalışmalarda alınan sonuçlara göre "Sanica PE 100 Boru parçası" örneği BS 6920-1:2014 standartlarında yer alan kriterleri karşılamaktadır. Bu nedenle soğuk suyla (30 °C ye kadar) kullanıma uygundur.



## TÜBİTAK MAM ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ

Rapor No: 45924173-125.05-845/4022

Tarih: 06.08.2020

Sayfa No: 5 / 18

### 2. ÖRNEK ÖZELLİKLERİ

İncelenen örneğe ait ilgili bilgiler Tablo 2 'de verilmiştir.

**Tablo 2. "Sanica PE 100 Boru parçası" örneği özellikleri**

İletişim	Muzaffer ALYAKUT
Firma	Sanica Isı Sanayi A.Ş.
Adres	Kavaklı Mah. İstanbul Cad. No:24 Beylikdüzü /İSTANBUL
Örnek	Sanica PE 100 Boru
Parti No	020320
Örnek Üreticisi	Sanica Isı Sanayi A.Ş.
Örnek Üretim Tarihi	Mart/2020
Örneğin Üretim Yeri	ELAZIĞ
Kullanım Amacı	Basıncılı içme ve kullanma suyu
Formun Alındığı Tarih	21/05/2020
Örnek Geliş Tarihi	08/06/2020
Örnek Geliş Durumu	Uygun
Örnek Paketleme Durumu	Polietilen poşet
Örnek Saklama Koşulları	BS 6920-2.2.1 Madde 5.2
Örnek Görünümü	Siyah görünümlü malzeme
Örnek Hazırlama	Başvuru sahibi tarafından hazırlanan malzeme

### 3. SUYUN KOKUSU VE TADI

Bu testte ürünün suya ayırt edilebilir bir koku ya da tat bırakma özelliği değerlendirilmektedir. Test BS 6920-2.2 test protokolüne göre gerçekleştirilmektedir. Klorlu ve kloruz test suyu kullanılarak tek sıcaklıkta gerçekleştirilen testin tamamlanması, ürünün suya koku ya da tat bırakmasına bağlı olarak yaklaşık 14 güne kadar uzayabilmektedir. Üründen elde edilen son kloruz ve klorlu (1 mg/L serbest klor) ekstraktların kokuzuz olması ve ilk 1:1 seyreltmesinin tatsız olması gerekmektedir. Bu duyuusal testler, panelist değerlendirmesi esasına dayanmaktadır. Testte ilgili standarda göre ekstraktlar hazırlanmış ve değerlendirme yapılmıştır. Buna göre üç panelistten birden fazlası herhangi bir koku veya tat algılasa, ürün ilgili standart kapsamında spesifikasyonlara uygun olarak kabul edilmemektedir.

Tüm testler, ilgili standartta belirtilen şekilde, TUBITAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Su ve Atıksu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Test sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. "Sanica PE 100 Boru parçası" suyun kokusu ve tadı 23 °C test sonuçları

Metot: BS 6920-2.2, BS 6920-3				
Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 04/08/2020		Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 05/08/2020		
Analist sayısı: 3		Ekstraksiyon Sıcaklığı: 23±2 °C		
Koku Testi				
Ekstrakt	Test tarihi	Test suyu	Seyreltme*	Koku tanımı
Başlangıç	05/08/2020	Kloruz	0(0)	yok
Başlangıç	05/08/2020	Klorlu	0(0)	yok
Bitiş	-	Kloruz	-	-
Bitiş	-	Klorlu	-	-
Tat Testi				
Ekstrakt	Test tarihi	Test suyu	Seyreltme*	Tat tanımı
Başlangıç	05/08/2020	Kloruz	1(0)	yok
Başlangıç	05/08/2020	Klorlu	1(0)	yok
Bitiş	-	Kloruz	-	-
Bitiş	-	Klorlu	-	-

\* Parantez içindeki rakam, bu seyreltmede bir koku veya tat algılayan panelistlerin sayısıdır.



**Şekil 2. 208/0356 no'lu "Sanica PE 100 Boru parçası" örneği(23°C)**

Buna göre yapılan testler sonucunda bu ürün örnekleri 23°C'de ekstrakte edildiğinde **BS 6920, Bölüm 1, Madde 4'e göre uygun olduğu görülmüştür.**

#### 4. SUYUN GÖRÜNÜMÜ

Bu testte, ürünün suya fark edilebilir bir renk veya bulanıklık verebilme özelliği değerlendirilmektedir. Test BS 6920-2.3 test protokolüne göre gerçekleştirilmektedir. Ürünün son ekstrakttaki renk ve bulanıklığındaki değişimin en fazla 5 Hazen birimi ve 0,5 NTU olması gerekmektedir. Test sonuçları Tablo 4 'te verilmiştir.

**Tablo 4. "Sanica PE 100 Boru parçası" suyun görünümü 23 °C test sonuçları**

Metot: BS 6920-2.3, BS 6920-3, SM 2120 C, SM 2130 B					
Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 10/06/2020			Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 11/06/2020		
Ekstraksiyon Sıcaklığı: 23±2 °C					
<b>Renk</b>					
Ekstrakt	Test tarihi	Renk (Hazen birimi)		Test örneğinin etkisi	Sınır değer (Hazen birimi)
		Blank	Ekstrakt		
Başlangıç	11/06/2020	<1	<1	<1	5
Bitiş	-	-	-	-	5
<b>Bulanıklık</b>					
Ekstrakt	Test tarihi	Bulanıklık (NTU)		Test örneğinin etkisi	Sınır değer (NTU)
		Blank	Ekstrakt		
Başlangıç	11/06/2020	<0,1	<0,1	<0,1	0,50
Bitiş	-	-	-	-	0,50





10/06/2020



11/06/2020

**Şekil 3. 208/0356 no'lu "Sanica PE 100 Boru parçası" örneği(23°C)**

Buna göre yapılan testler sonucunda bu ürün örnekleri 23°C'de ekstrakte edildiğinde **BS 6920, Bölüm 1, Madde 5'e göre uygun olduğu görülmüştür.**



## TÜBİTAK MAM ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ

Rapor No: 45924173-125.05-845/4022

Tarih: 06.08.2020

Sayfa No: 10 / 18

### 5. SUCUL MİKROORGANİZMA BÜYÜMESİ

Bu testte, malzemenin su ile teması sonucunda malzemenin aerobik mikroorganizma büyümesi ve biyofilm gelişimine etkisi değerlendirilmektedir. Mikroorganizma gelişimine olan etki, oksijen tüketiminin takip edilmesi esasına dayanmaktadır. Testin tamamlanması, 7. haftadaki sonuçlara bağlı olarak, 7 - 9 hafta sürmektedir.

Örnek, BS 6920-2.4 test protokolünde belirtilen şekilde, TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Su ve Atıksu Laboratuvarında test edilmiştir.

Test için, malzeme ve referans maddeler ayrı ayrı şişelere yerleştirilmekte ve şahit şişe ile birlikte, 7-9 hafta boyunca oksijen tüketim değerleri takip edilmektedir (Tablo 5).

Test süresince haftada 2 kez (3. ve 4. gün) test suyu değiştirilmektedir. Bunun için, test suyunun kontrolü sağlanmakta ve varsa fazla bakiye klor giderildikten sonra ilgili standarda göre besin maddeleri eklenmektedir.

Mikroorganizma çoğalması arttıkça, oksijen tüketimi artmaktadır. Her bir sette tüketilen oksijen miktarı, ilgili setin başlangıç oksijen konsantrasyonu ile set sonundaki oksijen konsantrasyonunun farkı olarak hesaplanmaktadır. Nihai olarak, malzeme ile temas halindeki suda çözülmüş oksijen kaybı ne kadar büyük olursa, son değer de o kadar büyük olmakta ve malzemenin mikroorganizma üremesine sebep olabileceği değerlendirilmektedir. Test sonucu, 5, 6 ve 7. haftalardaki ölçümlerden elde edilen, Çözülmüş Oksijen Farkı değerlerinin ortalaması (Ortalama Çözülmüş Oksijen Farkı, MDOD değeri) olarak verilmektedir. Test sonunda, malzeme ile temas eden suyun MDOD değeri hesaplanmakta ve standartta yer alan limitlerle karşılaştırılmaktadır. Buna göre, malzemenin sucul mikroorganizma büyümesi açısından standarda uygun olarak değerlendirilebilmesi için, test sonucunda malzeme ile temas halinde olan su ile negatif kontrol sistemi arasındaki MDOD değeri 1,69 mg/L'den daha az olmalıdır. Test sonucunda, malzeme ile temas eden suyun MDOD değeri 2,9 mg/L'den daha büyük ise, malzeme sucul mikroorganizma büyümesi açısından standarda uygun değildir. Eğer, 7. haftadan sonra, MDOD değeri 1,69 - 2,0 mg/L arasında ise, teste iki hafta daha devam edilmekte, son MDOD değeri, 5-9 hafta arasında, 1,69 mg/L'den daha az ise, ürün uygun olarak kabul edilmektedir. Malzeme ile temas eden suyun MDOD değerinin 2,0- 2,9 mg/L aralığında olması durumunda, malzemenin farklı iki örneği ile daha testin tekrarlanması gerekmekte ve sonuç olarak malzemenin sucul mikroorganizma büyümesi açısından standarda uygun olması için, üç örnekten alınan MDOD değerlerinin aritmetik ortalamasının, 2,4 mg/L değerinden daha az olması gerekmektedir.

Standartta göre, testte kullanılan cam referansının MDOD değeri (0,0 ± 0,6) mg/L, Parafin mumu referansının MDOD değeri (7,5 ± 2,5) mg/L olmalıdır. Şahit, (8,5 ± 2,5) mg/L ortalama çözülmüş oksijen değerine sahip olmalıdır.

Test ikişer tekrar olarak gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları Tablo 5'te, test sırasında çekilen fotoğraflar Şekil 4'te verilmiştir.

**Tablo 5. "Sanica PE 100 Boru parçası" sucul mikroorganizma büyümesi test sonuçları**

Metot: BS 6920-2.4, SM 4500 O: H		
Test Başlama Tarihi: 16/06/2020	Test Bitiş Tarihi: 04/08/2020	
Test Sıcaklığı: 30±1 °C		
Ortalama Çözünmüş Oksijen Farkı (MDOD) (mg/L O <sub>2</sub> )	Sınır değer (mg/L O <sub>2</sub> )	
Test örneği	0,2	<1,69
Pozitif referans (parafin vaks)	5,2	7,5 ± 2,5
Negatif referans (cam)	0,1	0,0 ± 0,6
Test suyu çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mg/L)	7,8	8,5 ± 2,5

Tablodan görüldüğü üzere, test suyu, pozitif ve negatif referans malzemelere ait MDOD değerleri ilgili test protokolünde yer alan aralık içinde olmuştur. Malzeme ile temas eden suyun Ortalama Çözünmüş Oksijen Farkı (MDOD) değeri 0,2 mg/L olarak bulunmuştur. Buna göre, gerçekleştirilen testler sonucunda, malzemenin **BS 6920, Bölüm 1, Madde 6 'ya uygun olduğu belirlenmiştir.**



a)



b)



c)



d)

**Şekil 4. 208/0356 no'lu "PE 100 Boru parçası" örneği sucul mikroorganizma testi, a)şahit, b)parafin referans, c)cam referans, d) malzeme**



## TÜBİTAK MAM ÇEVRE VE TEMİZ ÜRETİM ENSTİTÜSÜ

Rapor No: 45924173-125.05-845/4022

Tarih: 06.08.2020

Sayfa No: 12 / 18

### 6. KAMU SAĞLIĞINA ZARARLI OLABİLECEK MADDELERİN SU İLE TEMASI HALİNDE UYGUNLUK TESTİ

208/356 nolu "PE 100 Boru" numune insan tüketimi amaçlı su ile temasta kullanılması bakımından toksikolojik değerlendirilmesi amacı ile test edilmek üzere örneklenip Gen Mühendisliği ve Biyoteknoloji Enstitüsü'ne iletilmiştir.

#### 6.1. "Metalik olmayan ürünlerin, suyun kalitesi üzerindeki etkileri bakımından insan tüketimi amaçlı su ile temas halinde kullanıma uygunluğu testi-BS 6920-2.5" ve Rasyonelitesi

208/356 nolu örnek uluslararası standart test protokolü BS 6920-2.5 kullanılarak test edilmiştir.

208/356 nolu örnek insan tüketimi amaçlı suyla temasta bulunabilecek tüm metal olmayan malzemelerin su ile temasta kullanılması bakımından toksikolojik değerlendirilmesi TÜBİTAK MAM GMBE – Moleküler Hücre Biyolojisi Laboratuvarı'nda test edilmiştir.

Bu yöntem potansiyel olarak sağlığa zararlı maddeler için yalnızca bir ilk tarama testi olarak alınmalıdır. Testten alınan tatmin edici bir sonuç sızıntı suyunun muhtemelen önemli miktarda akut toksik madde içermediğini gösterirken, uzun süreli maruz kalma durumunda zararlı olabilecek az miktarda maddenin bulunmadığını göstermez.

#### 6.2. Kullanılan Hücre Soyusu, Besiyeri ve Reaktifler

Standart protokolde önerildiği üzere Afrika yeşil maymun böbrek hücre (VERO) hattı (ATCC numarası CCL 81) pasaj numarası 125-130 kullanılmıştır.

Besi yeri olarak Medium 199 Earle's Salts (Thermo Cat # 21180021) + %10 Newborn Calf Serum (Biol.Ind 04-102-1A), Gentamicin (Thermo 15750045) kullanılmıştır. Reaktifler Zink Sulfate Solüsyonu (SA 83265), Sodium Bicarbonate 7.5% (Pan Biotech P04-44100) ve Phenol Red (Sigma-Aldrich P3532) kullanılmıştır.

Hücreler ve malzemeler biyolojik bakımdan temiz Hücre Kültürü odasında BS 5726-3'e belirtildiği gibi laminer akışlı biyogüvenlik seviyesi 2 (BSL 2) kabininde gerçekleştirilmiştir.

Ortam hazırlama amaçlı damıtılmış su, cam distile su veya ters ozmoz ile üretilen ve BS EN ISO 3696'nın 3. sınıfına uygun olan su kullanılmıştır.

#### 6.3. Örneğin Hazırlanması

*Ekstraksiyon prosedürü:* 208/356 nolu "PE 100 Boru" örnekleri 10 dakika boyunca test suyunda (doğrudan şebeke borundan elde edilen su) yıkanmış ve her biri ayrı temiz bir ekstraksiyon kabı içerisine yerleştirilmiştir. Standart protokolde BS 6920-2.1 Tablo 1'de belirtildiği gibi yüzey alanı  $\geq 9500$

den < 13000 mm<sup>2</sup> aralığında olan örnekler 500 mL ile ekstraksiyon kabına yerleştirilmiştir. Örnekler ve kontroller ayrı ayrı 23 ± 2 °C sıcaklıkta 24 saat boyunca karanlık ortamda çalkalanarak inkübe edildikten sonra elde edilen ekstraktların herbirinden ayrı ayrı hücre besiyeri hazırlanmış ve diğer besiyeri katkı maddeleri (200 mM L-glutamin, 10%FBS ve fenol red) ilave edilmiştir.

Uygulanan kontroller ve örnekler;

- Negatif kontrol, büyütme besiyeri,
- Ekstrakt Kontrolü, ekstraktları test ederken kullanılan besiyeri
- Pozitif Kontrol, BS6920'de önerilen ZnSO<sub>4</sub>, 800 mg/mL
- Test edilen örnek, 208/356 "PE 100 Boru"

#### 6.4. VERO Hücre soyunun büyütülmesi/çoğaltılması

Hücreler steril T-flasklara 1 x 10<sup>6</sup> hücre yoğunluğunda ekilmiştir ve %80-90 konfluent monolayer oluncaya kadar çoğaltılmıştır. Besiyeri her 2 günde bir aspire edilerek taze besiyeri eklenmiştir. T-flasktan besiyeri aspire edildikten sonra konfluent hücre tabakası 10 mL fosfat tamponlu salin (PBS) solüsyonu ile yıkanmıştır. PBS aspire edildikten sonra tek tabaka tamamen kaplayacak şekilde tripsin-EDTA solüsyonu ilave edilerek 37 °C'de % 95 hava % 5 CO<sub>2</sub> içeren inkübatörde 5 dakika bekletilmiş ve hücreler flask yüzeyinden ayrıldığında besiyeri eklenerek hücre süspansiyonu hazırlanmıştır. Canlı hücrelerin sayısı hemositometre ile inverted mikroskopta belirlenmiştir.

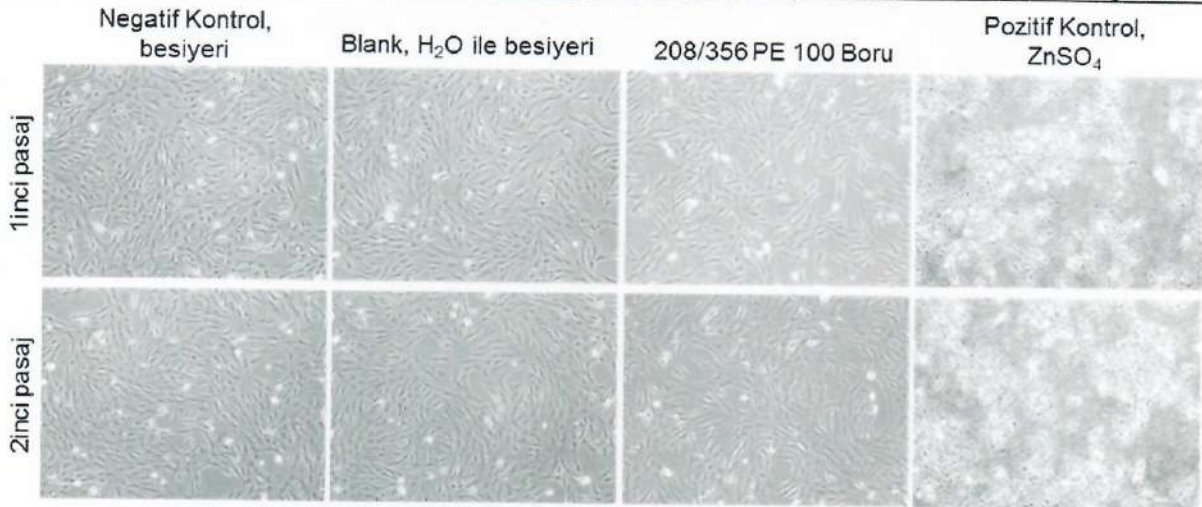
Örnekler ve kontrollerin ekstraktları ile hazırlanan besiyerleri ile 1,2 x 10<sup>5</sup> hücre/kuyu yoğunluğunda 6'lık tepsilere ekilerek hücreler beslenmiştir ve 37 °C'de % 95 hava % 5 CO<sub>2</sub> içeren inkübatörde çoğalmaya bırakılmıştır. Inkübasyondan sonra, mikroskopik olarak her kabın içindeki hücrelerin durumu morfolojik olarak incelenmiştir. Konfluent hücre katmanının varlığı veya yokluğu ile "yuvarlama" belirtileri gösteren düzensiz şekilli hücre veya hücrelerin varlığı kaydedilmiştir. Konfluent çoğalım gözlemlenmiyorsa, çoğalma ortamında yüzen hücrelerin görünümünü kaydedilmiştir. Örneğin hücre canlılığı ve proliferasyonu üzerine etkisi hücreler 2 defa pasajlanarak değerlendirilmiştir.

### 6.5. Sonuç

Elde edilen sonuçlar Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6. 208/356 nolu "PE 100 Boru" örneğinin ve kontrollerin 23°C'deki ekstraktlarının Vero hücreleri üzerine uygulandığında morfolojik ve sitotoksik etkileri**

Örnek ve Kontroller	1inci Pasajda Hücre Morfolojisi ve Canlılığı	2inci Pasajda Hücre Morfolojisi ve Canlılığı
Negatif Kontrol, büyütme besiyeri	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı
Ekstrakt Kontrolü, Test besiyeri	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı
208/356 nolu PE 100 Boru	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı
Pozitif Kontrol ZnSO <sub>4</sub> , 800 mg/mL	Bütün hücreler kalkmış ve lize olmuş ölü, besiyerinin rengi sarı	Bütün hücreler kalkmış ve lize olmuş ölü, besiyerinin rengi sarı



**Şekil 5. 208/356 nolu "PE 100 Boru" örnek ve kontrollerin ekstraktlarının Vero hücrelerinin morfolojisi ve canlılığı üzerine olan etkileri**

208/356 nolu örneğin 23 ± 2°C derecede elde edilen ekstraktlarının Vero hücre hattı üzerinde kontrol grup ile karşılaştırıldığında sitotoksik etki göstermediği tespit edilmiştir. Hücreler 2 defa pasajlandığında aynı sonuç gözlemlendiğinden deney sonlandırılmıştır.

### 6.6. Değerlendirme

208/356 nolu "PE 100 Boru" örneğinin **BS6920.2-5 standardına göre 23 ± 2°C'de elde edilen ekstraktların Vero hücre hattı üzerine sitotoksik etkisi olmadığı belirlenmiştir.**

## 7. METALLERİN EKSTRAKSİYONU

Bu testte, malzemedeki metallerin suya geçmesi değerlendirilmektedir. Test BS 6920-2.6 test protokolüne göre gerçekleştirilmektedir. Test protokolüne göre, malzemenin sulu ekstratlarında tespit edilen metal konsantrasyonu, Tablo 7'de verilen Maksimum Kabul Edilebilir Konsantrasyondan (MAK) daha az bir konsantrasyona sahip olmalıdır.

**Tablo 7. Maksimum kabul edilebilir metal konsantrasyonları**

Element	MAK
Alüminyum, Al $\mu\text{g/L}$	200
Antimon, Sb $\mu\text{g/L}$	5
Arsenik, As $\mu\text{g/L}$	10
Bor, B $\mu\text{g/L}$	1000
Kadmiyum, Cd $\mu\text{g/L}$	5
Krom, Cr $\mu\text{g/L}$	50
Demir, Fe $\mu\text{g/L}$	200
Kurşun, Pb $\mu\text{g/L}$	10
Mangan, Mn $\mu\text{g/L}$	50
Cıva, Hg $\mu\text{g/L}$	1
Nikel, Ni $\mu\text{g/L}$	20
Selenyum, Se $\mu\text{g/L}$	10

Malzemenin özelliğine bağlı olarak diğer metallerin analizi de yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilebilir. Test, iki malzeme örneği üzerinde gerçekleştirilir ve her iki test örneği de test protokolünde yer alan MAK değerlerinin altında olmalıdır. Herhangi bir metalin MAK değeri, iki test örneğinden birinde aşılsa, 3 adet paralel test örneği ile yeni bir çalışma yapılmalıdır.

Tüm analizler, ilgili test protokolünde belirtilen şekilde çift malzeme örnekleri üzerinde, TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Su ve Atıksu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 8 'de verilmiştir.

Tablo 8. "Sanica PE 100 Boru parçası" metal ekstraksiyonu 23 °C test sonuçları

Metot: BS 6920-2.6, EPA 6020 B, TS EN ISO 17852

Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 10/06/2020	Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 11/06/2020
Ekstraksiyon Sıcaklığı: 23±2 °C	

Metal	Yöntem	MAK	LOD	Şahit	Son Ekstrakt Konsantrasyonu	
					Örnek 1	Örnek 2
Al µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	200	5	<5	<5	<5
Sb µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	5	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
As µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	10	0,5	<0,5	<0,5	<0,5
B µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	1000	5	<5	<5	<5
Cd µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	5	0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cr µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	50	0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Fe µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	200	5	<5	<5	<5
Pb µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	10	0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Mn µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	50	0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Hg µg/L	AFS (TS EN ISO 17852)	1	0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Ni µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	20	0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Se µg/L	ICP MS (EPA 6020B)	10	1	<1	<1	<1

Buna göre yapılan testler sonucunda bu ürün örnekleri 23°C'de ekstrakte edildiğinde BS 6920, **Bölüm 1, Madde 8 'e göre uygun olduğu görülmüştür.**



## 8. SUYA GEÇEBİLEN ORGANİK MADDELERİN TANIMLANMASI

Bu testte, organik maddelerin üründen suya geçmesi değerlendirilmektedir. Bu testin tamamlanması 10 gün kadar sürebilmektedir. Ürünün sulu ekstralarında tespit edilen herhangi bir organik madde konsantrasyonu, Tablo 9'da verilen Maksimum Kabul Edilebilir Konsantrasyondan (MAK) daha az bir konsantrasyonda olmalıdır.

**Tablo 9. Maksimum kabul edilebilir organik madde konsantrasyonları**

Element	İzin verilen maksimum konsantrasyon ( $\mu\text{g/L}$ )*
Her bir Organik Madde	2

\*BS 6920-4 metodunun en düşük raporlandırma limit değeri

BS 6920-4 (Suitability of non-metallic products for use in contact with water intended for human consumption with regard to their effect on the quality of the water — Part 4: Method for the GCMS identification of water leachable organic substances) standart metodunda migrasyon için herhangi bir yöntem belirtilmemiş olup, ulusal standart veya yönetmeliklere uyulması tavsiye edilmiştir. Bu kapsamda, ÇTÜE Katı ve Tehlikeli Atık Lab olarak TS EN 15768 (Malzemelerin içme ve kullanma sularına etkisi - GC-MS Suya geçebilen organik maddelerin tanımlanması) standardı ve bu standardın atıf yapmış olduğu EN 12873-2 nolu standarda göre 23 °C'da migrasyon yapılır. Elde edilen ekstraktlar BS 6920-4 de verilen ekstraksiyon şartlarında ekstrakte edilir ve GC-MS ile organik madde taramaları yapılır.

Test paralelsiz olarak tek test numunesi üzerinde gerçekleştirilir ve numune için bir blank çalışması yapılır. Test numunesi ve blank numunelerine yapılan uzun süreli migrasyon testlerinden sonra elde edilen ekstraktlara farklı kaynama noktalarına sahip izotop etiketli internal standartlar eklenir ve pH 2 ve pH 10'da DCM ile ikişer defa ekstraksiyon yapılır. Elde edilen ekstraktlar birleştirildikten sonra, DCM uzaklaştırılıp 1 mL ekstrakta GC-MS ile yarı kantitatif organik madde analizi yapılır. Herhangi bir organik maddenin limit aşan değeri varsa blank çalışmasındaki elde edilen ekstraktın kromatogramıyla karşılaştırma yapılır.

Tüm analizler, ilgili standartta (TS EN 15768) belirtilen şekilde ürünün tek örneği üzerinde tek sıcaklıkta yapılan migrasyon deneyleri sonucunda elde edilen ekstraktlar üzerinde TÜBİTAK MAM Çevre ve Temiz Üretim Enstitüsü Katı ve Tehlikeli Atık Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. BS 6920 standardında yarı kantitatif GC-MS metodunda hesaplamalarda kullanılan referans döteryumlu standartların isimleri ve çıkış zamanları Tablo 10'da listelenmiştir.

Tablo 10. BS 6920-4 de adı geçen internal standartların GC-MS analizi alıkonma süreleri

İnternal standart adı	Alıkonma zamanı (dak)
d5-chlorobenzene	12,20
d10-p-xylene	12,72
d5-phenol	15,30
d8-naphthalene	20,15
d34-hexadecane	26,49
d10-phenanthrene	30,09
d62-squalane	38,90

Elde edilen sonuçlar Tablo 11 'de verilmiştir.

Tablo 11. "PE 100 Boru parçası" organik maddelerin migrasyon 23 °C test sonuçları

Metot: BS 6920-4, TS EN 15768, EN 12873-2		
Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 17/07/2020	Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 27/07/2020	
Ekstraksiyon Sıcaklığı: 23±2 °C		
Tespit edilen organik maddelerin listesi		
Madde Adı	Retention Time	Konsantrasyonu (mg/L)
Blank ile karşılaştırma yapıldığında farklı herhangi bir organik madde tespit edilmemiştir.	-	-

Buna göre yapılan testler sonucunda 208/356 nolu "PE 100 Boru" örneğinin 23°C'de migrasyon sonrası suya geçen ve DCM ile yapılan ekstraksiyon sonrası konsantre edilen ekstraktın GC-MS ile analizinde herhangi bir organik madde, metodun dedeksiyon limitlerinin üzerinde tespit edilememiş ve numunenin organik içerik bakımından uygun olduğu görülmüştür.