



TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNOLOJİK ARAŞTIRMA KURUMU MARMARA ARAŞTIRMA MERKEZİ

**YILBOR BORU PLASTİK PETROL SAN. ve TİC. A.Ş.
YÜKSEK YOĞUNLUKLU POLİETİLEN BORU ÖRNEĞİ
“İNSANİ TÜKETİM AMAÇLI SULAR İLE TEMASTA BULUNAN METALİK
OLMAYAN ÜRÜNLERİN SU KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ AÇISINDAN
BS 6920 STANDARDINA GÖRE UYGUNLUK”
TEST VE ANALİZ RAPORU**

ÇALIŞMAYA KATILANLAR

52469	53165
52905	53260
52912	53618
53077	53688



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

Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş.
Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru Örneği
“İnsani Tüketim Amaçlı Sular İle Temasta Bulunan Metalik Olmayan Ürünlerin
Su Kalitesi Üzerindeki Etkileri Açısından BS 6920 Standardına Göre Uygunluk”
Test ve Analiz Raporu

Rapor No: 29109288-125.05 - 2941/22215

05 HAZİRAN 2023

DAĞITIM

Bu rapor 2 (iki) adet olarak hazırlanmıştır.

Dağıtım: TUBİTAK MAM (1 adet), Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş. (1 adet).

NOT / AÇIKLAMA

Bu rapor 05.06.2023 tarihinde 16326 TUBİTAK MAM genel evrak numaralı başvuru üzerine hazırlanmıştır.

Bu raporun hazırlanmasında müşteri tarafından sağlanan Başvuru Formu bilgileri kullanılmıştır. Laboratuvar, müşteri tarafından sağlanan bilgi/veriden sorumlu tutulamaz.

Raporda verilen ölçüm sonuçları teslim alınan numune için geçerlidir. 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 (Y)


53260


53618


53688


ONAYLAYAN

Doç. Dr. Faruk DİNÇER
İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik BY
Endüstriyel Hizmet Sorumlusu

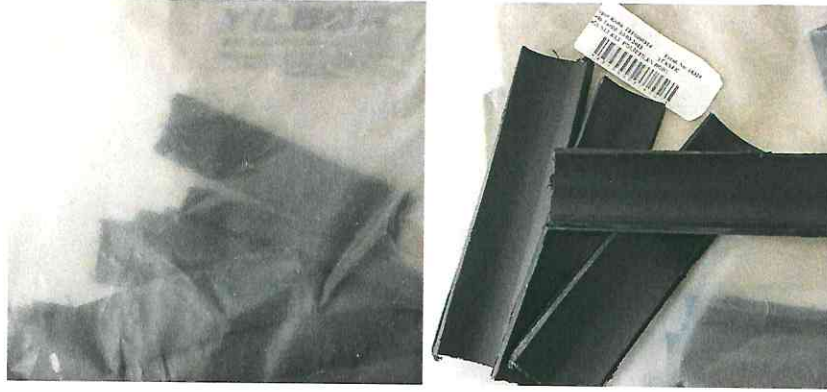


İÇİNDEKİLER

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.....	13
7. METALLERİN EKSTRAKSİYONU	16
8. SUYA GEÇEBİLEN ORGANİK MADDELERİN TANIMLANMASI.....	18

Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş. tarafından gönderilen **Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru** örneğinde BS 6920 standardına göre tek sıcaklıkta (23 °C) içme suyuna uygunluk testi talep yazısı TÜBİTAK - Marmara Araştırma Merkezine gelmiş 16326 evrak numarası ile kayıt altına alınmıştır. Test edilmesi istenen örnek, başvuru sahibi Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş. yetkilileri tarafından hazırlanarak polietilen ambalaj içerisinde TÜBİTAK MAM İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Başkan Yardımcılığı Su Yönetimi ve Arıtım Teknolojileri Araştırma Grubu Laboratuvarına teslim edilmiştir.

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



Şekil 1. 23T/314 no'lu “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği

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. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” 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

Yapılan çalışmalarda alınan sonuçlara göre “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği (TS EN 12201-2+A1) BS 6920-1:2014 standartlarında yer alan kriterleri karşılamaktadır. Bu nedenle soğuk suyla (30 °C ye kadar) kullanıma uygundur *.

(*)Bu raporda belirtilen sonuçlar, yalnızca test için sunulan ürünlerin numuneleri ile ilgilidir. Bileşenlerin niteliği, hammaddesi veya üretilmesi sürecindeki herhangi bir değişiklik, ürünlerin içme suyu ile temas halinde kullanıma uygunluğunu etkileyebilir. Herhangi bir değişiklik durumunda uygunluk testinin yeni ürün/ürünler için yapılması sorumluluğu firmaya aittir.

Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru Örneği”
BS 6920 Test ve Analiz Raporu



2. ÖRNEK ÖZELLİKLERİ

İncelenen örneğe ait ilgili bilgiler Tablo 2 'de verilmiştir.

Tablo 2. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği özellikleri**

İletişim	Ruken OKUR
Firma	Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş.
Adres	M.T.O.S.B. Rüştü Kazım Yücelen Cd. No: 14 / MERSİN
Örnek	Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru (PE 100)
Parti (Lot) No	1322567
Örnek Üreticisi	Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş.
Örnek Üretim Tarihi	09.03.2023
Örneğin Üretim Yeri	MERSİN
Kullanım Amacı	İçme suyunun taşınması
Formun Alındığı Tarih	09/03/2023
Örnek Geliş Tarihi	20/03/2023
Örnek Geliş Durumu	Uygun
Örnek Paketleme Durumu	Polietilen ambalaj
Örnek Saklama Koşulları	BS 6920-2.2.1 Madde 5.2
Örnek Görünümü	Siyah renkte sert malzeme
Örnek Hazırlama	Başvuru sahibi tarafından hazırlanan malzeme

(**)Bu raporun hazırlanmasında müşteri tarafından sağlanan Başvuru Formu bilgileri kullanılmıştır. Laboratuvar, müşteri tarafından sağlanan bilgi/veriden sorumlu tutulamaz.

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 bağılı 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 algııarsa, ürün ilgili standart kapsamında spesifikasyonlara uygun olarak kabul edilmemektedir.

Tüm testler, ilgili standartta belirtilen şekilde, TÜBİTAK MAM İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Başkan Yardımcılığı Su Yönetimi ve Arıtım Teknolojileri Araştırma Grubu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Test sonuçları **Tablo 3**'te verilmiştir.

Tablo 3. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği suyun kokusu ve tadı 23 °C test sonuçları

Metot: BS 6920-2.2, BS 6920-3

Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 08/05/2023	Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 09/05/2023
Analist sayısı: 3	Ekstraksiyon Sıcaklığı: 23±2 °C

Koku Testi

Ekstrakt	Test tarihi	Test suyu	Seyreltme*	Koku tanımı
Başlangıç	09/05/2023	Klorsuz	0(0)	Yok
Başlangıç	09/05/2023	Klorlu	0(0)	Yok
Bitiş	-	Klorsuz	-	-
Bitiş	-	Klorlu	-	-

Tat Testi

Ekstrakt	Test tarihi	Test suyu	Seyreltme*	Tat tanımı
Başlangıç	09/05/2023	Klorsuz	1(0)	Yok
Başlangıç	09/05/2023	Klorlu	1(0)	Yok
Bitiş	-	Klorsuz	-	-
Bitiş	-	Klorlu	-	-

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



08/05/2023

09/05/2023

Şekil 2. 23T/314 no'lu "Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru" 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. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği suyun görünümü 23 °C test sonuçları

Metot: BS 6920-2.3, BS 6920-3, SM 2120 C, SM 2130 B

Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 08/05/2023	Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 09/05/2023
Ekstraksiyon Sıcaklığı: 23±2 °C	

Renk

Ekstrakt	Test tarihi	Renk (Hazen birimi)		Test örneğinin etkisi	Sınır değer (Hazen birimi)
		Blank	Ekstrakt		
Başlangıç	09/05/2023	<1	<1	7	5
Bitiş	-	-	-	-	5

Bulanıklık

Ekstrakt	Test tarihi	Bulanıklık (NTU)		Test örneğinin etkisi	Sınır değer (NTU)
		Blank	Ekstrakt		
Başlangıç	09/05/2023	<0,1	<0,1	<0,1	0,50
Bitiş	-	-	-	-	0,50



08/05/2023



09/05/2023

Şekil 2. 23T/314 no'lu “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” 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.**

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 İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Başkan Yardımcılığı Su Yönetimi ve Arıtım Teknolojileri Araştırma Grubu 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 çözünmüş 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, Çözünmüş Oksijen Farkı değerlerinin ortalaması (Ortalama Çözünmüş 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 çözünmüş oksijen değerine sahip olmalıdır.

Test ikiye tekrar olarak gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları **Tablo 5**'te, test sırasında çekilen fotoğraflar **Şekil 3**'te verilmiştir.

Tablo 5. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği sucul mikroorganizma büyümesi test sonuçları

Metot: BS 6920-2.4, SM 4500 O: H		
Test Başlama Tarihi: 28/01/2023		Test Bitiş Tarihi: 16/05/2023
Test Sıcaklığı: 30±1 °C		
Ortalama Çözünmüş Oksijen Farkı (MDOD) (mg/L O ₂)		Sınır değer (mg/L O ₂)
Test örneği	0,2	<1,69
Pozitif referans (parafin vaks)	6,0	7,5 ± 2,5
Negatif referans (cam)	0,04	0,0 ± 0,6
Test suyu çözünmüş oksijen konsantrasyonu (mg/L)		8,6
		8,5 ± 2,5

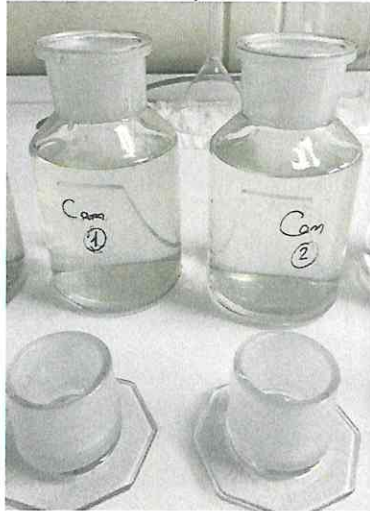
Tablodan görüldüğü üzere, test suyu, pozitif ve negatif referans malzemelere ait MDOD değerleri ilgili test protokolünde yer alan aralık içinde olmuştur. Malzeme ile temas eden suyun Ortalama Çözünmüş Oksijen Farkı (MDOD) değeri 0,2 mg/L olarak bulunmuştur. Gerçekleştirilen testler sonucunda bulunan değer sınır değer olan 1,69 mg/L'den küçük olduğu için, malzemenin **BS 6920, Bölüm 1, Madde 6** 'ya uygun olduğu belirlenmiştir.



a)



b)



c)



d)

Şekil 3. 23T/314 no'lu “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği sucul mikroorganizma testi, a)şahit, b)parafin referans, c)cam referans, d) Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru örneği

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

23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örneği insan tüketimi amaçlı su ile temasta kullanılması bakımından toksikolojik değerlendirilmesi amacı ile test edilmek üzere örneklenip TÜBİTAK MAM Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı Medikal Biyoteknoloji Araştırma Grubu Laboratuvarı'na 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

23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örneği uluslararası standart test protokolü BS 6920-2.5 kullanılarak test edilmiştir.

23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örneği insan tüketimi amaçlı suyla temasta bulunabilecek tüm metal olmayan malzemelerin insan tüketimi amaçlı su ile temasta kullanılması bakımından toksikolojik değerlendirilmesi TÜBİTAK MAM Yaşam Bilimleri Başkan Yardımcılığı Medikal Biyoteknoloji Araştırma Grubu Laboratuvarında 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 Soyu, 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 laminar akışlı biyogüvenlik seviyesi 2 (BSL 2) kabinde test edilmiştir.

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: 23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen 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 ≥ 9500 den < 13000 mm² aralığında olan örnekler 500 ml ile ekstraksiyon kabına yerleştirilmiştir. Örnekler ve kontroller ayrı ayrı her iki sıcaklıkta 24 saat boyunca (23 ± 2 °C) karanlık ortamda çalkalanarak inkübe edildikten sonra elde edilen ekstraktların herbirinden ayrı ayrı hücre besiyeri hazırlanmış ve besiyeri katkı maddeleri (200 mM L-glutamin, 10% FBS ve fenol red) ilave edilmiştir.

6.4. VERO Hücre soyunun büyütülmesi/çoğaltılması

Hücreler steril T-flasklara 1×10^6 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 CO₂ içeren inkübatörde 5 dakika bekletilmiş ve hücreler flask yüzeyinden ayrıldığında besiyeri eklenerek hücre süspansiyonu hazırlanmıştır. Canlı hücrelerin sayısı hemositometre ile inverted mikroskopta belirlenmiştir.

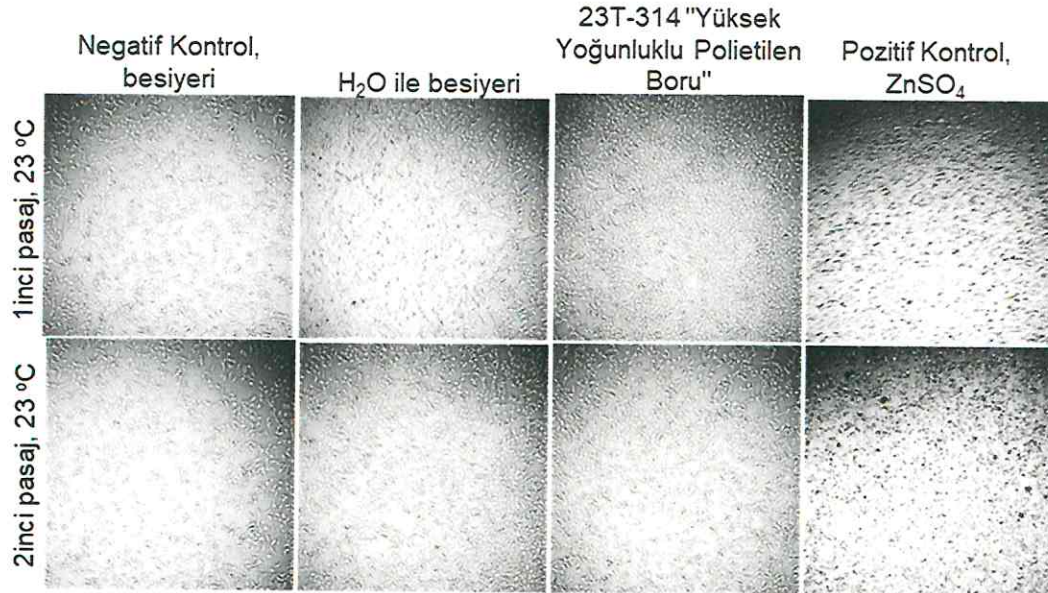
23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örnekleri ve kontrollerin ekstraktları ile hazırlanan besiyerleri ile $1,5 \times 10^5$ hücre/kuyu yoğunluğunda 6’lık tepsilere ekilerek hücreler beslenmiştir ve 37 °C’de %95 hava %5 CO₂ içeren inkübatörde çoğalmaya bırakılmıştır. İnkübasyondan sonra, 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. Örnekler uygulanarak hücreler 3 defa pasajlanmıştır.

6.5. Sonuç

Elde edilen sonuçlar **Tablo 6'**da verilmiştir.

Tablo 6. 23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örneğinin ve kontrollerin 23 °C deki ekstraktlarının Vero hücreleri üzerine uygulandığında morfolojik ve sitotoksik etkileri

Örnek	Hücre Morfolojisi, 23 °C Ekstraktları	Sonuç
Besiyeri, negatif kontrol	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı	Sitotoksik değil
Blank, H ₂ O ile hazırlanan besiyeri	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı	Sitotoksik değil
23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru örneği"	Konfluent uzantılı büyüme, çok az yuvarlak hücre, besiyerinin rengi açık kırmızı	Sitotoksik değil
ZnSO ₄ , 2 mM	Bütün hücreler kalkmış ve lize olmuş ölü, besiyerinin rengi sarı	Aşırı derecede sitotoksik



Şekil 4. 23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örneğinin ve kontrollerin ekstraktlarının Vero hücrelerinin morfolojisi ve canlılığı üzerine olan etkileri

23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örneğin 23 ± 2°C'de elde edilen ekstratlarının Vero hücre hattı üzerinde kontrol grup ile karşılaştırıldığında sitotoksik etki göstermemiştir. Hücreler 3 defa pasajlandığında aynı sonuç gözlemlendiğinden deney sonlandırılmıştır.

6.6. Değerlendirme

23T/314 nolu " Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru " örneğinin BS6920.2-5 standardına göre 23 ± 2 °C'de elde edilen ekstratları Vero hücre hattı üzerinde sitotoksik etki göstermemiştir.

Yılbor Boru Plastik Petrol San. ve Tic. A.Ş. "Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru Örneği"
BS 6920 Test ve Analiz Raporu

7. METALLERİN EKSTRAKSİYONU

Bu testte, malzemeden 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 µg/L	200
Antimon, Sb µg/L	5
Arsenik, As µg/L	10
Bor, B µg/L	1000
Kadmiyum, Cd µg/L	5
Krom, Cr µg/L	50
Demir, Fe µg/L	200
Kurşun, Pb µg/L	10
Mangan, Mn µg/L	50
Cıva, Hg µg/L	1
Nikel, Ni µg/L	20
Selenyum, Se µg/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 İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Başkan Yardımcılığı Su Yönetimi ve Arıtım Teknolojileri Araştırma Grubu Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar **Tablo 8**'de verilmiştir.

Tablo 8. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği metal ekstraksiyonu 23 °C test sonuçları

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

Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 08/05/2023

Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 09/05/2023

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	10	<10	71	67
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. Bu analiz metodu ile ürün içinde bulunan ve suya geçebilen herhangi bir organik madde için tayin limiti **Tablo 9**'da verilmiştir.

Tablo 9. Ürün içinde bulunan ve suya geçebilen organik madde için en düşük tayin limiti

Element	Tayin Limiti konsantrasyon (µg/L)*
Her bir Organik Madde	2

(*)BS 6920-4 metodunun en düşük tayin 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, TÜBİTAK MAM İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Başkan Yardımcılığı Su Yönetimi ve Arıtım Teknolojileri Araştırma Grubu Laboratuvarı 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'de 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 ekstraktta GC-MS ile yarı kantitatif organik madde analizi yapılır. Herhangi bir organik maddenin tespiti halinde, blank çalışmasındaki elde edilen ekstraktın kromatogramıyla karşılaştırma yapılır.

Tüm analizler, ilgili standartta (TS EN 15768) belirtilen şekilde ürünün tek örneği üzerinde tek sıcaklıkta (23±2 °C) yapılan migrasyon deneyleri sonucunda elde edilen ekstraktlar üzerinde TÜBİTAK MAM İklim Değişikliği ve Sürdürülebilirlik Başkan Yardımcılığı Su Yönetimi ve Arıtım Teknolojileri Araştırma Grubu Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

BS 6920 standardında yarı kantitatif GC-MS metodunda hesaplamalarda kullanılan referans döteryumlu standartların isimleri **Tablo 10**'da listelenmiştir.

Tablo 10. BS 6920-4 de adı geçen internal standartlar

İnternal standart adı
d8-naphthalene
d10-phenanthrene
d62-squalane
d5-chlorobenzene
d34-hexadecane
d5-phenol
d10-p-xylene

Yapılan testler sonucunda bu ürün örneklerinde 23°C migrasyon sonrası test sonuçları **Tablo 11**'de verilmiştir.

Tablo 11. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği organik maddelerin migrasyon 23°C test sonuçları

Metot: BS 6920-4, TS EN 15768, EN 12873-2	
Ekstraksiyon Başlama Tarihi: 22/03/2023	Ekstraksiyon Bitiş Tarihi: 31/03/2023
Ekstraksiyon Sıcaklığı: 23±2 °C	
Tespit edilen organik maddelerin listesi	
• 2-Butenal, 3-methyl- • Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl- • Hexadecanoic acid, methyl ester • n-Hexadecanoic acid • E-2-Tetradecen-1-ol • Tetrahydropyran ether of 7-dodecynol • Di-n-octyl phthalate • Hexadecanoic acid, 1,2-ethanediyl ester	

Yapılan testler sonucunda Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru örneğinin 25°C'deki migrasyon sonrası ise suya geçen, metodun dedeksiyon limitlerinin üzerinde olan ve blank ile yapılan karşılaştırma sonrası varlığı tespit edilen kimyasalların yarı kantitatif analiz olarak tespit edilen organik maddelerin isimleri **Tablo 12**'de verilmiştir (Metodun dedeksiyon limiti altında tespit edilen kimyasallar tabloda verilmemiştir MDL <2 µg/L).

Tablo 12. “Yüksek Yoğunluklu Polietilen Boru” örneği organik maddelerin yarı kantitatif analiz sonuçları (25 °C)

Alıkonma zamanı (Dak.)	Pik Alanı	Madde Adı	Pik olasılığı	Mol ağırlığı (amu)	CAS No	µg/L
14,093	19845402	2-Butenal, 3-methyl-	58	84,058	000107-86-8	19,85
14,848	9757148	Cyclohexane, 1-methyl-2-propyl-	80	140,157	004291-79-6	9,76
31,413	2487130	Hexadecanoic acid, methyl ester	96	270,256	000112-39-0	2,49
31,825	6659940	n-Hexadecanoic acid	91	256,24	000057-10-3	6,66
32,649	2173367	E-2-Tetradecen-1-ol	94	212,214	1000130-83-7	2,17
34,074	2589001	Tetrahydropyran ether of 7-dodecynol	81	266,225	1000130-75-5	2,59
38,274	3881109	Di-n-octyl phthalate	78	390,277	000117-84-0	3,88
44,625	16424887	Hexadecanoic acid, 1,2-ethanediyl ester	35	538,496	000624-03-3	16,42

Ürüne yapılan tüm analizler doğrultusunda bütünsel bir değerlendirme yapıldığında, ürünün uygun olduğu tespit edilmiştir.