



Müşteri	Halcor Boru Tesisi
Adres	57. km Atina Lamia National Highway, 32011 Oinofyta
Başvuran(lar)	G Hinopoulos
Proje numarası	7317
Talep tarihi	02/07/15
Bitim tarihi	06/08/15

Ref: UV-Eskimeye Dayanıklı Beş Plastik Tahliye Borularının Karşılaştırmalı Analizi

Proje Lideri(leri): F Tzeveleku & D GVoulgaris

Raporu Onaylayan: G Pantazopoulos

Alıcılar: G Hinopoulos

Kopyaların verileceği kişiler. I Biris, K Daniilidis, A Kaimenopoulos, E Karantinos, E Kotsampasakis, M Mariglis, G Pantazopoulos, P Sapountzis, D skarmoutsos, E Spiropoulou, S Theodosiou

Özet

UV-eskimeye dayanıklı klimalarda kullanılan tahliye borularının karşılaştırmalı analizi için Halcor D E LS ve X örnekleri şeklinde beş örneği ibraz etmiştir.

UV-yaşlılık örnekleri, Vötsch VC 4034 iklimsel test odalarında 14 gün kullanıldı: maruziyet durumları: %100 UV ışığı, nemsiz-yoğunlaşma koruması, 45°C'da ilk 9 gün daha sonra 5 gün ısı 50°C'a arttırıldı.

Görsel gözlemler, örnek X hariç, diğer borular şeffaf polimer içinde sarılı halde beyaz spiral içermekteydi. FTIR ile polimer alınan örnekleri tanımlayabilme amaçlı örnekler aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

Grup 1: Boru D ve LS, PVC bazlı polimer içermektedir.

Grup 2: Boru B ve E Polyester yapılı şeffaf polimer ve PVC yapıda spiral yapılıdır.

Grup 3: Boru X Polipropilen yapıdadır.

UV eskimeye dayanıklı örneklerin karşılaştırmalı analizi için kullanılan teknikler aşağıdadır:

1) Görsel gözlemler, 2) Sarı renk belirleme (CIE-L*a*b* renk sistemi). 3) FTIR analizi ve 4) Mikrosertlik ölçümü

Analiz amaçlı kullanılan türler UV yaşlılık testinde 0, 7 ve 14 gününde alınmıştır. Görsel gözlemlerlerde, sarı renk ve FTIR analiz sonuçları, Boru örnekleri, UV yaşlanmaya daha fazladan daha az dayanıklılık derecesinde aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

$$X \geq B > LS > E > D$$

Mikrosertlik analizlerine göre, Polipropilen Boru X PVC yapılı borulardan daha yumuşak bulunmuştur. Boru üzerindeki etkilerine göre yaşlanma analizlerin yetersizliklerine bağlanmaktadır.

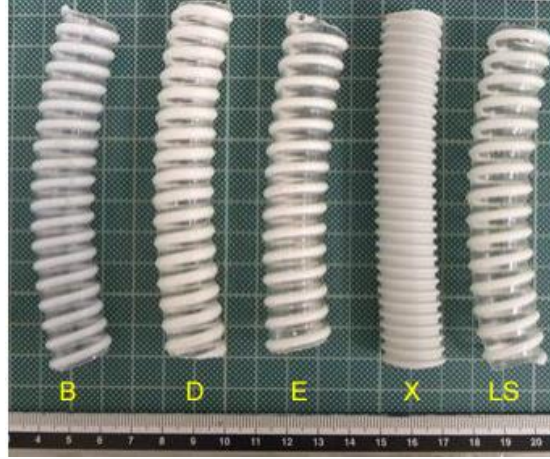
1 Giriş

Halcor UV yaşlanma ölçümü için klimalarda kullanılan, (5) plastik tahliye boru örneği ibraz etmiştir. Örnekler üretildiği halde sunulmuştur (**Şekil 1**) hiçbir çevresel ortam etkisine maruz kalınmamıştır.

Örnek X haricinde, bütün diğer örnekler şeffaf polimer içinde beyaz spiral sargıyla çevrilmiştir. **Şekil 1** farklı spiral geometriyi temsil etmektedir (ör., her burgulu çap içindeki boşluklar). Örnek X açık yeşil gri tekli boru yapısındadır.

UV yaşlanma analizi aşağıdaki şekillerde gerçekleştirilmektedir:

- 1 Görsel analiz
- 2 Sarı renkli tetkikler
- 3 FTIR analizi
- 4 Mikrosertlik



Şekil 1: sunulan örneklerin görüntüsü

2 Deneysel

UV aşınma iklimsel Vötsch VC 4034 test odasında 14 gün uygulandı (**Şekil 2**); maruziyet koşulları; %100 UV ışığı, nemsiz-yoğunlaşma koruma AÇIK, 45°C'da ilk 9 gün ve izleyen 5 gün 50°C ısı arttırılmıştır. ULTRA-VITALU® E27/ES, 300W OSRAM Lambası kullanıldı. **Ölçüm amaçlı seçilen türler**, 7 gün ve 14 gün aşınma süresinde, test öncesi toplandı (0 gün). 0,7 ve 14 Gün aşınma süresinde örneklerin **görünümlerini kayıt etme amaçlı fotoğrafları** çekildi.

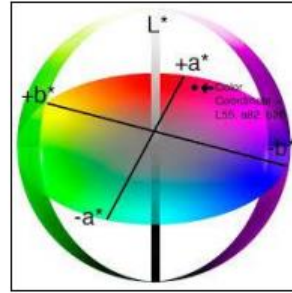
Yüzey renk analizleri, görüntü analizi yazılımı ile (Image Pro-Plus v7.01) **CIE-L*a*b** renk ölçeği kullanılarak yapıldı. Yukarı hizalanmış Nikon Eclipse ME 600 optik mikroskop kullanarak yakalanan türlerin **yüzey mikrograflarında** renkler belirlendi. Türler **b* değerleri** doğrultusunda maviden sarıya renk ekseninde Şekil 3'de belirtildiği gibi kıyaslandı.

Specac Diamond ATR Sistemine sahip Perkin Elmer FTIR Spectrum GX fotometre türlerden "parmakizi" alma amaçlı kullanıldı.

Tukon 2100 Instron Indentation sertlik test edicisi **Knopp Diş Açıcı sertlik** ölçümleri için (MPa) kullanıldı. 25 g Yük 3 saniye uygulandı ve 10 saniye bekletildi.



Şekil 2. UV aşınma testi esnasında iklimsel test odasında örneklerin ayarı



Şekil 3: L*a*b renk analizleri

3 Sonuçlar

Tablo 1 örnek ve polimerlerin FTIR analizine göre, tanımlamalarını belirtmektedir. Ayrıca, FTIR spektrası **Şekil 4'de** belirtilmiştir. Böylece, **üç (3) boru örneği grubu mevcuttur:**

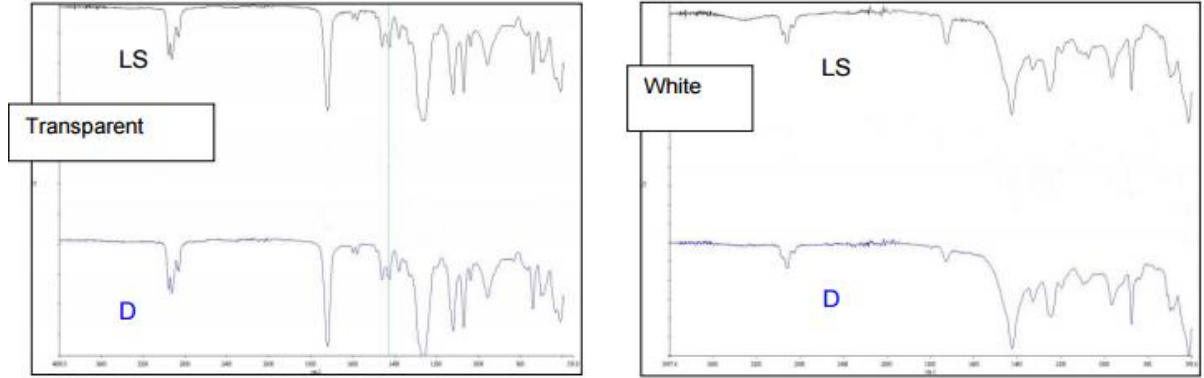
***Grup 1:** boru D ve LS

***Grup 2** boru B ve E

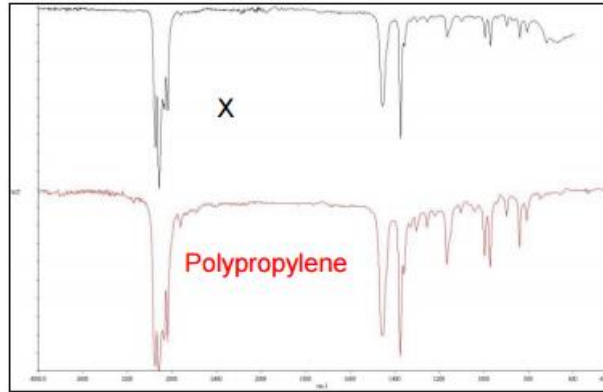
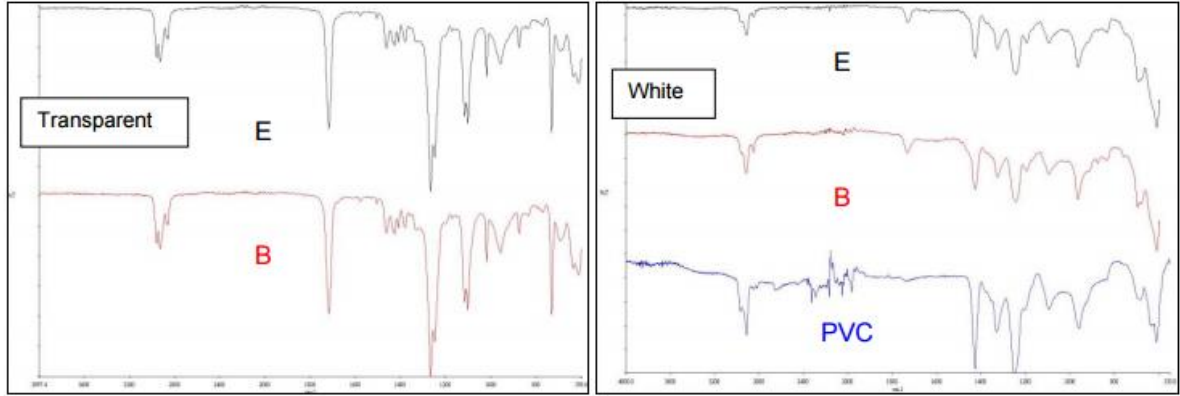
***Grup 3:** boru X

Tablo 1 Polimerlerin tanımlamaları

Örnek	Şeffaf polimer	Beyaz spiral
D	Modife edilmiş PVC	Doldurucu olarak karbonlaştırılmış tuzlu PVC
LS	Modife edilmiş PVC	Doldurucu olarak karbonlaştırılmış tuzlu PVC
B	Polyester	Dolduruculu PVC
E	Polyester	Dolduruculu PVC
X	Polipropilen	



Şekil 4 (Devamı)



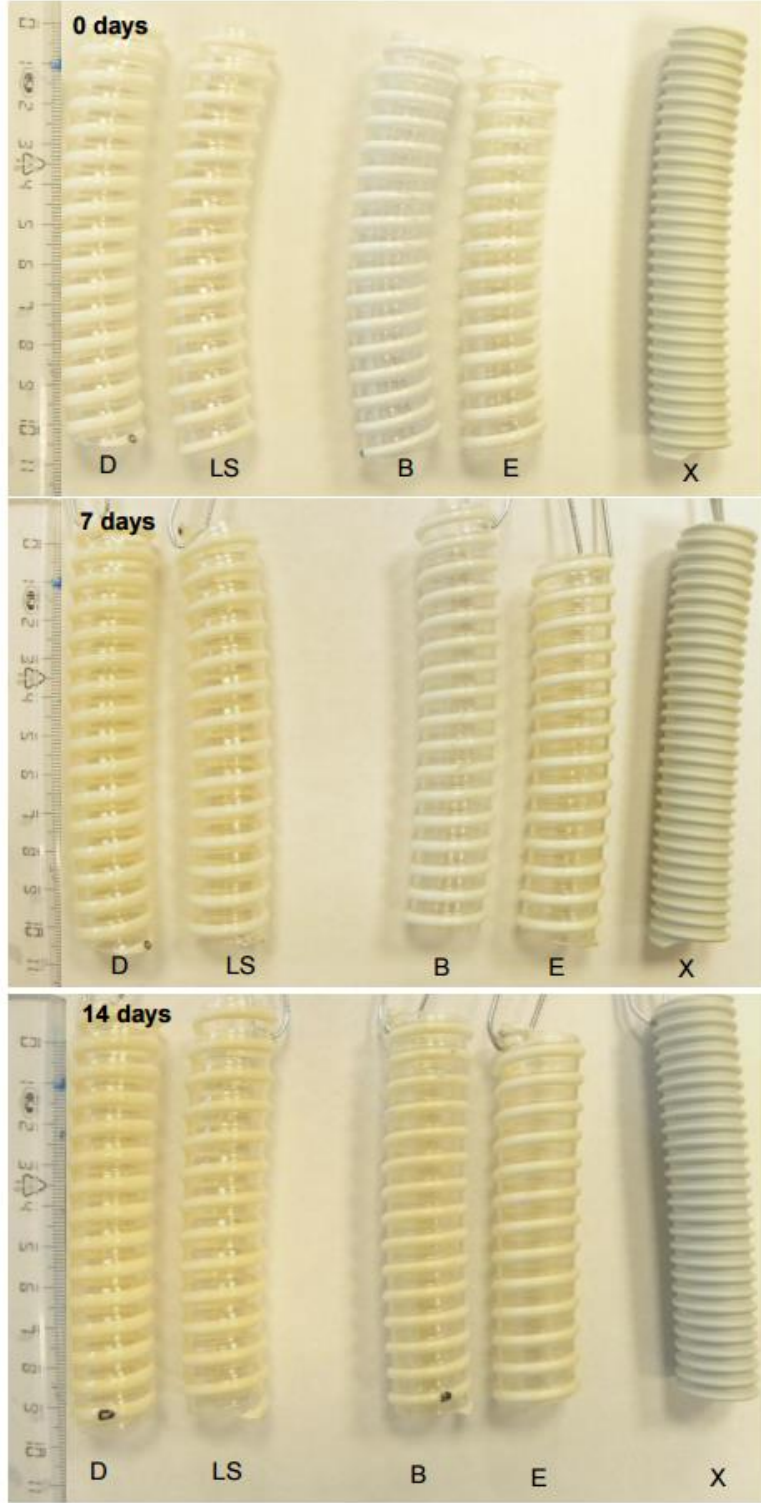
Şekil 4: boru örneklerinin FTIR örnekleri

3.1 Görsel gözlemlene

UV aşınma sonrası 0, 7 ve 14. Günlerde boru örneklerinin görünüşleri **şekil 5'de** belirtilmiştir. Görsel gözlem yorumlamaları aşağıdadır:

- *Örnek D ve LS sırasıyla 2 ve 7 gün sonra sarıya döndü
- *Örnek B aşınma sonrası 14 günde sarıya dönerken, örnek E 7 gün sonra renk değiştirdi (sarı)
- *Örnek X test esnasında 14 gün renk değiştirmede. Borunun gri renginin olası sarımtırak renk değiştirimini gizlediği düşünülmüştür.

Polimerler foto-oksidatif aşınma esnasında radikallerin reaksiyonlarına bağı sarımsı renk aldı [1] [2]. PVC tabanlı bütün örneklerin dokunma ile katkı maddelerinin boru yüzeyine kaçtığına açığa çıkartarak yapışkan yapıda oldukları hissedilmiştir.



Şekil 5: UV aşınma sonrası 0,7 ve 14 günde örneklerin görüntüsü

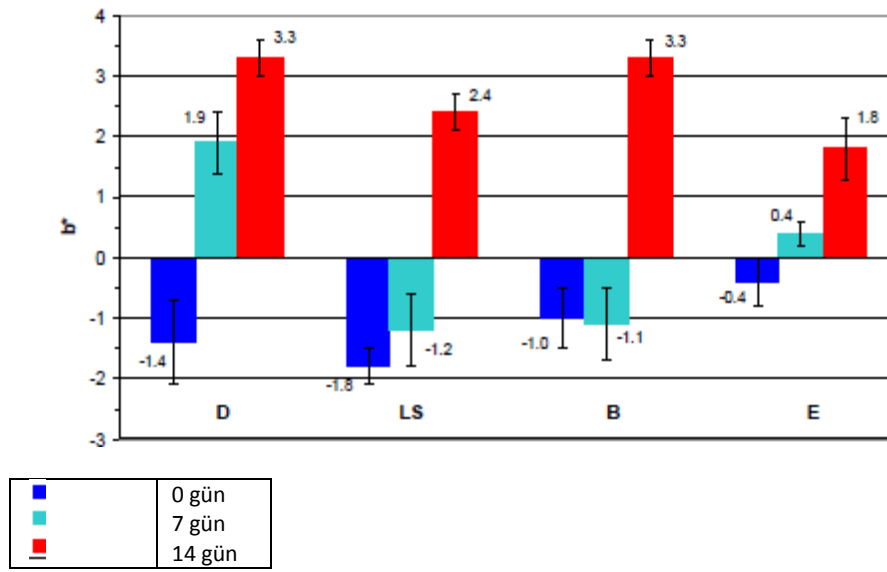
3.2 sarı renk belirlemeleri

b* Ortalama değerleri sarı ton ekspresyonu olarak kabul edildi. Örnek D LS B ve E, b* şekil 6'da UV aşınmasından sonra 0,7 ve 14 gün içinde belirtilmektedir. b* spiral kesitte saptandı ve aşınmanın her iki borunun polimerleri üzerindeki etkileri anlaşıldı (şeffaf bileşen ve beyaz spiral). **b* Üzerindeki farklılaşmalar görsel analiz açıklamaları ile uyumludur:**

*Numune D, PVC tabanlı sarılaştıran numuneler arasında, ilk boruydu

*14 Gün sonra LS ve B örnekleri sarılaştı

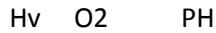
*Test sonrası 7 günde örnek E sarılaştı



Şekil 6: PVC tabanlı boru örneklerinde b* ortalama değerlerinin çizimi. Hata sütunu: +/-1 ÷

3.3 FTIR analizi

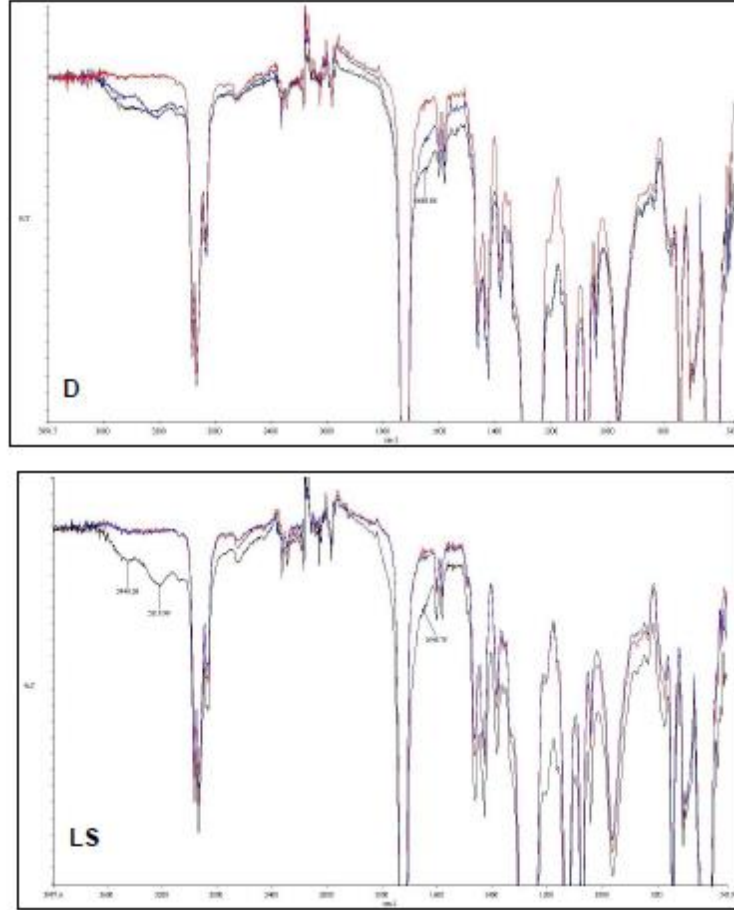
Şekil 7 testin 0,7 ve 14 gün sonrasında boru örneklerindeki türlerden alınan FTIR tayfını belirtir. Polimer (PH) foto-oksidasyon tepkimeleri radikallerin oluşmasını sağlar (P*)[1]. Bu tepkimeler, sistematik olarak aşağıdaki gibi açıklanabilmektedir:



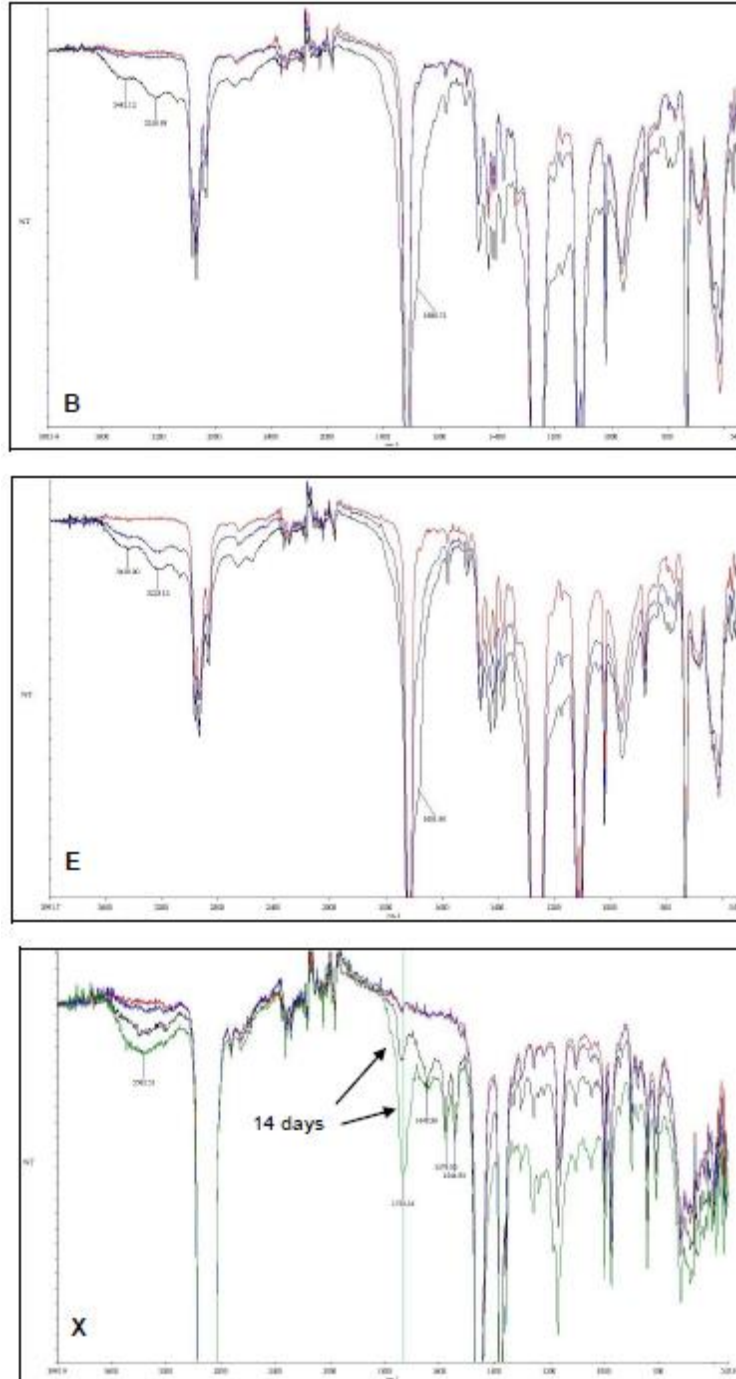
Her iki numune D ve LS karbonil grup en yüksek değerinde (1740 cm⁻¹) 1650 cm⁻¹'de foto-oksidasyon ürünü POO²'ya dayalı olarak ve 3200 ve 3400 cm⁻¹ değerlerinde hidroksi grup zirve değerine POOH'a bağlı olarak ulaştılar. Ayrıca, bu değişimlerin yapıları, b* değeri ile uyumludur, boru D'nin 7 gün FTIR spektrasında, boru LS ise 14 günlük spektrada foto-oksidasyon ürünü açığa çıkarttıklarını ispat etmektedir.

Aynı zamanda, ilgili b^* değerleri ile uyum içinde, boru E 7 günlük FTIR spektrumunda ve B 14 gün spektrumunda **boru B ve E'nin FTIR spektralleri POO* ve POOH** (1680 ve $3200-3400$ cm^{-1} sıralı olarak) varlığını ispat etmektedirler.

Boru X FTIR analizleri, test sonrası bu boruların foto oksidasyon ürün yarattıklarını ispat etmektedir, 1650 , 1730 , 3360 cm^{-1} en yüksek değerlerini inceleyin. Ayrıca, 1580 ve 1540 cm^{-1} FTIR en yüksek değerleri katkı bileşenlerinin boru yüzeyine kaydığını açığa çıkartmaktadır.



Şekil 7 Devamı



Şekil 7: UV aşınma sonrası 0 (kırmızı) 7 (mavi) 14 (siyah) gün sonrasında boruların FTIR spektralleri

3.4 Mikrosertlik

Tablo 2 mikrosertlik ortalama değerlerini açıklamaktadır. Polipropilen boru X diğer PVC yapılı borulardan daha yumuşaktır. PVC yapılı borularda ölçümler boruların şeffaf taraflarında uygulanmıştır. Spiral üzerindeki ölçümler, eğrilik derecesiyle uyumlu değildir.

Sarı renk (b*) ve FTIR analizlerinin sonuçlarına göre mikrosertlik sonuçları sonuçlandırıcı değildir. Muhtemel olarak, aşınma süreci, borunun sertliğini ve aynı oranda diğer teknikler ile ölçümlenen özellikleri etkileyememektedir.

Tablo 2: Knoop çentik açıcı kullanarak ve 25 g yük değerinde UV aşınma sonrası 0,7 ve 14 günde ortalama mikrosertlik (MPa cinsinden)

örnek	Mikrosertlik (MPa)		
	0 gün	7 gün	14 gün
D	134	139	133
LS	177	133	138
B	173	174	176
E	137	132	133
X	47	58	62

4 Sonuç

Görsel gözlemler sarı renk (b*) ve FTIR analizleri, 0,7 ve 15 gün tür analizleri kapsamında UV aşınımına olan dayanıklılık ile ilişkili boru örneklerinin sınıflandırılmasını sağlamıştır. Her bir tekniğin sırası çok dayanıklıdan az dayanıklılığa göre aşağıda açıklanmaktadır:

Görsel gözleme: X>B>LS~E>D

Sarı renk B~LS>E>D

FTIR Analizi X~B~LS>E~D

Bu sayede, genel dizi aşağıdadır.

$$X \geq B > LS > E > D$$

Mikro sertlik ölçümlerine göre, Polipropilen boru X PVC yapılı borulara göre yumuşaktır. Ancak mikrosertlik sonuçları UV aşınma analizlerine göre sonuçlandırıcı değildi. Bu durum, boruların sertliklerinin etkilerine istinaden yeterli aşınma analizlerinin yapılmamasına bağlanmaktadır.

5 Referanslar

[1] Samuel Affolter *“termoplastik malzemelerin Uzun Dönemli Davranışları”* Interstate University NTB, Buchs İsviçre

[2] Gregory R Fedor ve patrick J Brennan *“Doğal İklimlendirme ve Floresan UV Maruziyetinin Karşılaştırması”* Q-LAB Teknik Bülten LU 8035

Notlar:

1 Örneklem türü, tarih ve zaman, örnekleme noktaları müşteri açıklamalarına göre belirlendi. Sonuçlar laboratuvarlarda alınan örnekler ile uyumluydu.

2 Analiz raporlarının baskılarının kısmen çoğaltılmasına ibraz eden kurum yazılı onayı olmaksızın hiçbir şekilde izin verilmemektedir.