



## Sentinel-1 Uydu Verileriyle Petrol Sızıntısı Tespiti Üzerine Bir İnceleme: İzmir Aliğa Örneği

İnci Aksoy<sup>1\*</sup>

R. Cüneyt Erenoğlu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ÇOMÜ, FBE, Coğrafi Bilgi Teknolojileri Anabilim Dalı, 17020 Çanakkale, Türkiye

<sup>2</sup>ÇOMÜ, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 17020 Çanakkale, Türkiye

\*Sorumlu yazar: aksyinci.000@gmail.com

### Özet

Doğal afetler genellikle doğanın kendi iç dengelerini tekrardan düzenlemesine yönelik döngünün doğal sonuçları olup insan nüfusunun bu döngüden zarar görmesi durumunda doğal afet olarak isimlendirilmektedirler. Dünyada doğal ve insan kaynaklı olmak üzere farklı özelliklerde afetler yaşanmaktadır. Doğa ve çevre üzerindeki etkileri dikkate alındığında petrol sızıntıları deniz ve okyanuslarda meydana gelen bölgesel ya da global ölçekteki büyük afetlerdir. Türkiye’de 2018 yılı ağustos ayında İzmir’in Aliğa ilçesinde meydana gelen bir deniz kazası sonrasında yaşanan petrol döküntüsü ölümcül tehdit oluşturmakla birlikte çevre kirliliğine de yol açan bir afettir.

Bu çalışmada Sentinel-1 sentetik açıklıklı radar uydusuna ait deniz kazası tarihi civarındaki farklı tarihlerde elde edilmiş uydu görüntüleri yardımıyla meydana gelen petrol sızıntısının yayılımı ve dağılımı belirlenmiştir. Görüntü elde etme aşamasında genlik, yoğunluk, polarizasyon gibi parametreler çalışılan afet türü için değişkenlik göstermiştir. Farklı tarihlerde ulaşılan uydu görüntülerinin değerlendirilmesi ve analizi için açık kaynak kodlu SNAP yazılımı kullanılmıştır. Çalışma sonucunda Sentinel-1 uydusunun yardımıyla deniz ortamında kaza nedeniyle oluşan kirlilik zamana bağlı olarak ortaya çıkarılmıştır. SNAP programının sahip olduğu denizel ortamdaki petrol sızıntılarını tespit etmek için Oil Spill Detection komutu kullanılmıştır. Söz konusu bu yöntem benzer kazalarda da verinin toplanması, değerlendirilmesi, analiz edilmesi ve görüntülenmesi için etkin bir yöntem olarak kullanılabilir.

**Anahtar Kelimeler:** Sentetik Açıklıklı Radar, Doğal Afet, Petrol Sızıntısı.

### An Investigation on Oil Spill Detection with Sentinel-1 Satellite Image: A Case study of İzmir Aliğa.

#### Abstract

Natural disasters are generally the natural consequences of the cycle of nature re-organizing its own internal balances, and are called natural disasters in the event that the human population suffers from this cycle. Disasters of different characteristics, natural and human, are experienced in the world. Considering its effects on nature and the environment, oil spills are major disasters on a regional or global scale, occurring in the seas and oceans. Turkey experienced after the oil spill from a marine accident occurred in İzmir Aliğa district in August 2018. It is a disaster that leads to environmental pollution but also pose a deadly threat.

In this study, the spread and distribution of oil spill that occurred with the help of satellite images obtained at different dates around the date of marine accident belonging to the Sentinel-1 synthetic aperture radar satellite. In the image acquisition phase, parameters such as amplitude, density and polarization varied for the type of disaster studied. Open source SNAP software was used for the evaluation and analysis of satellite images reached on different dates. As a result of the study, with the help of the Sentinel-1 satellite, the pollution caused by the accident in the marine environment was revealed depending on the time. Oil Spill Detection command was used to detect oil spills in marine environment owned by the SNAP program. This method can be used as an effective method for collecting, evaluating, analyzing and displaying data in similar accidents.

**Key Words:** Sythetic Aperture Radar, Natural Disaster, Oil Spill.

## 1. Giriş

Sanayinin gelişmesiyle birlikte ihtiyaç duyulan hammadde ve enerji talebi petrol şirketlerinin farklı bölgelere konuşlanmasına sebep olmaktadır (Akar, 2007). Bundan dolayı petrol kazalarının meydana gelmesi kaçınılmaz bir durum olur. Ciddi bir ekolojik bozulmaya sebep olan petrol sızıntıları deniz ve etrafında yaşayan diğer canlı topluluklar içinde büyük bir tehdittir. Çevresel etki olarak bakıldığında dökülmenin hemen sonrasında etrafa verdiği zarar ile kalmaz doğanın yeniden iyileşmesinin uzun sürebileceği bir deniz çevre etkisine sebep olur (Kingston, 2002).

Uydu bazlı petrol sızıntılarını tespit etmek ve haritalamak hem zaman hem maliyet açısından oldukça avantajlıdır. Geçmiş çalışmalarda aktif, pasif sensörün uydu tabanlı görüntüleri çoğunlukla petrol döküntülerini tespit etmek, izlemek ve haritalamak üzere kullanılabileceği yönünde olumlu sonuçlar elde edilebileceği vurgulanmıştır (Prastyani ve Basith, 2018).

Petrol sızıntısının sebebiyet verdiği durumların analiz edilmesinde, sızıntı sonrası suyun üzerinde daha fazla alana yayılmasını engellenmesinde, temizlenmesinde ve arama kurtarma faaliyetleri için yetkili kurumların karar verme sürecinin desteklenmesinde uzaktan algılama görüntüleri ile müdahale çok önemli yer tutmaktadır (Prastyani ve Basith, 2018).

Çalışma kapsamında kullanılan uydu görüntüsü Sentinel uydularından Sentinel-1 uydusuna aittir. Sentinel-1 hava şartlarından bağımsız, gece gündüz erişime açık C-bandı sentetik diyafram radar görüntülemesini kapsamaktadır. 12 günlük tekrar ziyaret süresi özelliğine sahip Sentinel-1 uydusu deniz ve okyanus izlemedeki başarısı geçmiş çalışmalarda test edilmiştir. Elde edilen veriler, dünya üzerinde farklı kaynakların irdelenmesi, tespiti yapılan eksilen doğal kaynak stokları, çevre kirliliğinin izlenmesi, şehirlerin sürekli ve düzenli büyümesini sağlamak, doğal afet tespiti ve yönetimi gibi birden fazla uygulamada kullanılmaktadır. Topografik ve tematik haritaların oluşturulmasında, üretilen haritaların güncellenmesinde, uzaktan algılama verileri hızı, doğruluğu ve ortaya çıkardığı maliyeti yönünden birçok avantaja sahiptir. Uzaktan algılama uydularının faydalarından biri de geniş görüş sayesinde uydu alıcılarının hızlı hareketi ve kullanılan spektral bant sayısı sebebiyle çok fazla sayıda veri üretilmektedir. Uzaktan algılama çalışmalarında veri üreten uydulara; LANDSAT, SPOT, IRS1C, JERS-1, NOAA ve SENTINEL uyduları örnek verilebilir (Taşçı, 2018). Bu verilere gerçek zamanlı olarak kısa sürede erişim sağlanabilmektedir.

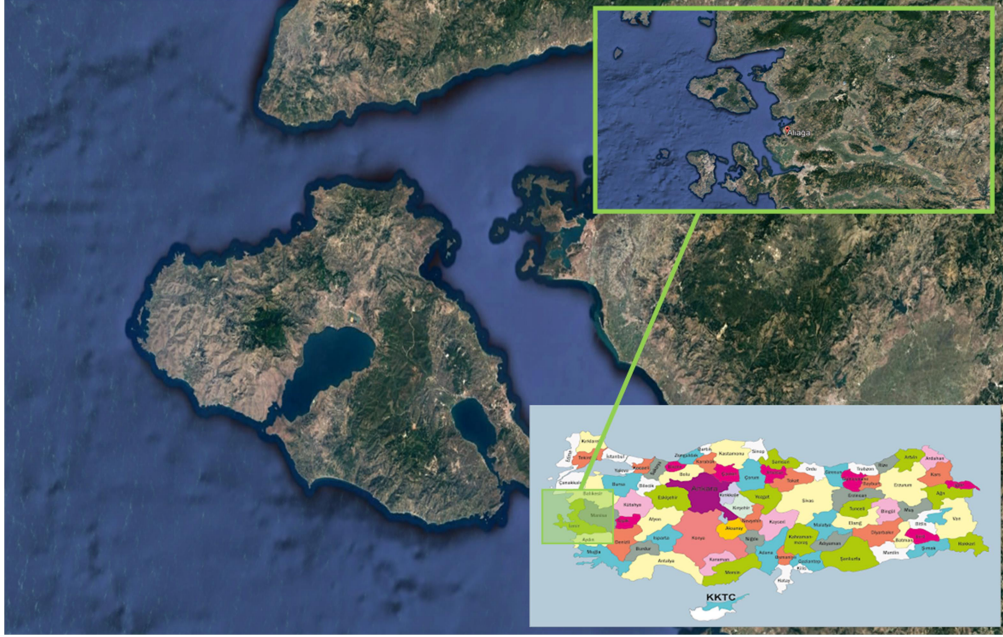
Bu çalışmaya konu olan İzmir de yaşanan petrol döküntüsünün kıyı şeridinde büyük kirliliğe yol açtığı Foça Liman Başkanı tarafından belirtildi. Ne kadar alana yayıldığı konusunda net bir bilgiye ulaşılamamıştır; fakat petrol atıklarının Foça sahiline kadar ulaştığı Foça Çevre ve Kültür Platformu Başkanı tarafından söylenmiştir (URL 1).

Bu çalışmanın amacı Sentinel-1'in SAR görüntülerini kullanarak Aliğa-Foça sahilindeki petrol sızıntısını tespit etmek ve etki alanını belirlemektir. Şekil.1 de bölgedeki petrol atıklarına ilişkin görüntü verilmiştir (sptnkne.ws). Sentinel-1 SAR görüntülerini ve Sentinel Uygulama Platformu'nu (SNAP) kullanmaktadır. SNAP, Sentinel veri işleme için ücretsiz olarak indirilebilen açık kaynaklı bir yazılımdır.

## 2. Materyal ve Yöntem

### 2.1. Çalışma Alanı

Aliğa, Ege Denizi'nin kıyısında, güneydoğusunda Dumanlı Dağı ve kuzeydoğusuna düşen Yunt Dağı ile çevrelenmiştir. Aliğa ilçesi; doğusunda Manisa, kuzeyinde Bergama, güneyinde Menemen, güneybatısında Foça, batı ve kuzeyinde de Ege Denizi ile çevrilidir. Aliğa'nın yüzölçümü 412,5 km<sup>2</sup>'dir. Bu çalışmada ele alınacak deniz kazasının meydana geldiği İzmir'in Aliğa ilçesi ve yakın çevresinin uydu görüntüsü Şekil 1'de verilmektedir.



Şekil 1. Çalışma alanı Google Earth genel görüntüsü (06.04.2020).

Aliğa İzmir'in kuzeyinde bulunan ağır sanayi bölgesidir. 1970 yılına değin o bölgede tarım ve hayvancılık ön planda iken 1961 anayasasının "Planlı Kalkınma" ilkesi gereğince "Ağır Sanayi Bölgesi" olarak ilan edilmiş ve 1970'lerden itibaren bölge hızlı bir şekilde sanayileşmeye başlamıştır (İBB, 2017). Sahil kasabası ve balıkçılığın yoğunluklu olarak yapıldığı Aliğa sanayinin gelişmesinin ardından kentleşmeye ve göç almaya başlamıştır.

## 2.2. Çalışmada Kullanılan Uydu Görüntüleri ile Petrol Kirliliği Tespiti

İzmir'in Aliğa ilçesinde, 30.08.2018 tarihinde denizde kaynağı henüz belirlenemeyen ham petrol sızıntısı meydana gelmiştir. Deniz yüzeyini kaplayan petrol, rüzgâr ile dalgaların etkisiyle Yeni Foça sahiline kadar ulaşmıştır. Kıyıya da vuran petrol tabakası, kirliliğe neden olmuştur. Petrol sızıntısının ardından birçok kamu kuruluşu ve sivil halkın katılımıyla su yüzeyi temizleme çalışmalarına gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Petrol sızıntısından sonra kıyı şeridini temizleme çalışmalarına ait bir görüntü (URL 1).

### 2.2.1. Sentinel 1 Yapay Açıklıklı Radar (SAR) Görüntüleri

Hava ve ışık koşullarından bağımsız olarak çalışabilen SAR dünya üzerindeki doğal afetleri tespit etmek ve izlemek için ideal bir araçtır. İnsan kaynaklı bir afet olan bu olayda bu yüzden Sentinel uydu görüntüleri seçilmiştir. Kullanılan ilk uydu görüntüsü 24.08.2018 tarihli petrol sızıntısının meydana gelmeden önceki görüntüdür. İkincisi 30.08.2018 tarihli afetin gerçekleştiği güne ilişkin görüntüdür. Üçüncüsü ise 11.09.2018 tarihli afet sonrası görüntüdür. Böylelikle farklı zamana bağlı değişimler karakteristik anlamda karşılaştırma imkânı sağladığından önem taşımaktadır.

Petrol filmleri deniz yüzeyinde oluşan geri saçılmayı azaltır ve bunun yanında SAR görüntülerinde koyu bir formasyona sebep olur. Radar sensörünün sahip olduğu insidans açısına yüksek oranda bağlı olan deniz yüzeyi radar geri saçılımından sorumlu farklı algoritmalar vardır.

## Sentinel-1 Uydu Verileriyle Petrol Sızıntısı Tespiti Üzerine Bir İnceleme: İzmir Aliğa Örneği

Fazlaca geniş açı aralığında, yaklaşık 20° ila 50° arasında, radar geri saçılımının asıl maddesi rüzgarın oluşturduğu kısa yerçekimi-kılcal dalgalarıdır. Yağ filmi, bu dalgalar üzerinde lokal olarak azaltan bir sönümlenme etkisine sahiptir. (Topouzelis, 2008).

SAR görüntüleri ile tespit edilen petrol bölgeleri insan kaynaklı ve doğal okyanus olgusunun oluşturduğu benzerler ve tabii sızıntılar olarak sınıflanabilir. Benzerler olarak adlandırdığımız sınıflandırmada petrol kirliliği, rüzgâr şiddetinin düşük olduğu alanlar, kara tarafından korunan alanlar, mevcut kesme bölgeleri, gres buzları, iç dalgalar, yer altı bölgeleri ve girdaplar, yağmur hücreleri, yükselen bölgelerdir. (Topouzelis, 2008)

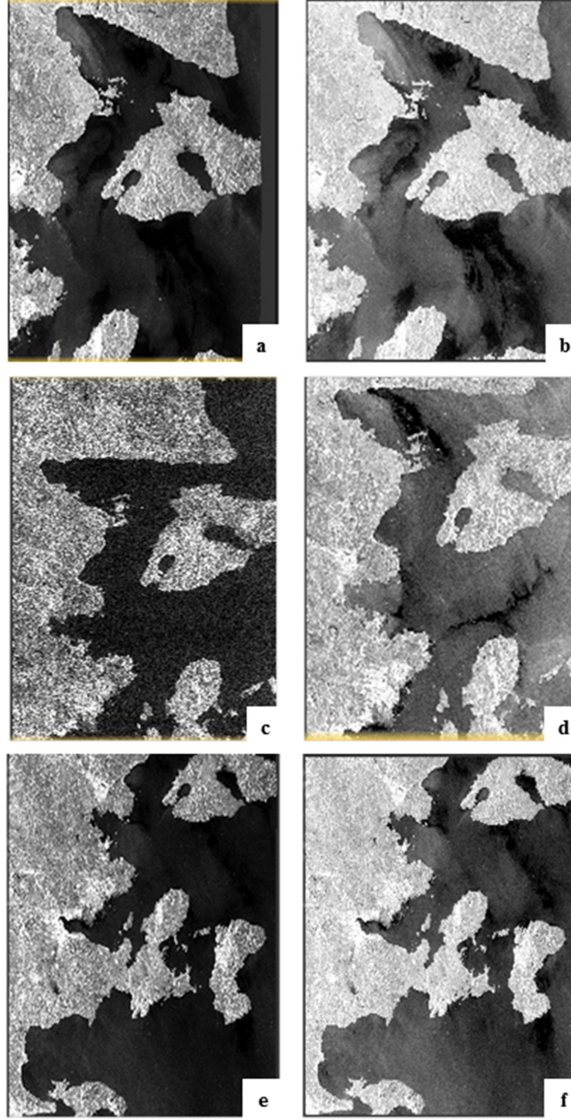
SAR uydu görüntüleri Sentinel Scientific Data Hub sitesinden ücretsiz olarak elde edilmiştir. Kullanılan görüntülerin özellikleri Sentinel-1A uydusuna ait olup interferometrik geniş alan (IW) formatında ve Yer Aralığı Algılayan (GRD) üretim seviyesindedir. Çalışma kapsamında kullanılan afet öncesi ve sonrası dönemlere ilişkin uydu görüntüleri Avrupa Uzay Ajansının Copernicus Açık Erişim Merkezinden temin edilmiştir. Elde edilen SAR verilerinin görüntülenmesi, işlenmesi için en uygun yazılım olan açık kaynak kodlu Sentinel Uygulama Platformunun (SNAP) 5.0 sürümü kullanılmıştır. ESA SNAP Avrupa Uzay Ajansından ücretsiz olarak temin edilebilir. Elde edilen SAR verilerinin işlem aşaması aşağıda verilmiştir. Bu çalışmada kullanılan uydu görüntüleri Sentinel-1 ile ilgili bilgiler Tablo.1 de verilmektedir.

**Tablo 1.** Sentinel-1 ile ilgili bilgiler

Uydu	Görüntü Dosya Adı	Görüntülenme Tarihi	Mod/Ürün Tipi
Sentinel-1A	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180824T041455_20180824T041520_023383_028B44_EE82	24-AĞU-2018	IW/GRD
Sentinel-1A	S1A_IW_GRDH_1SDV_20180830T160720_20180830T160745_023478_028E55_2026	30-AĞU-2018	IW/GRD
Sentinel-1B	S1B_IW_GRDH_1SDV_20180911T041427_20180911T041452_012662_0175DB_FF5E	11-EYL-2018	IW/GRD

- ESA'nın Copernicus sitesinden ücretsiz olarak indirilen uydu görüntüleri SNAP a aktarımı sağlanmış olup verilerin boyutunun büyük olması sebebiyle işlem yükü zamansal anlamda fazla olacağından zaman kazanmak amacıyla görüntü subset seçeneği ile daraltılıp analiz alanı küçültülmüştür. Çalışma dışındaki alanlar ayrı tutulmuştur. Aynı nedenle çalışmada, VV polarizasyonundan başka veri kullanılmamıştır.
- Sentinel-1'e ait yörünge hatalarını gidermek ve hassas yörünge kalibrasyonu yapmak için Apply accurate orbit file modülü kullanıldı.
- Radar yansımaların geri saçılım yoğunluğunu zeminden ölçer. Yansıma ne kadar çok olursa, elde edilen görüntü de bir o kadar parlak olur. Radar yansımalarının elde edilen yerden yoğunluğu nem ve pürüzlülüğün bir göstergesidir. Eğer geri saçılım düşük ise SAR görüntüsü çok karanlıktır veya yüksek ise SAR görüntüsü çok parlaktır (Fischer, 2017).
- Dolayısıyla, radyometrik kalibrasyon, SAR verilerindeki karmaşıklığı gidermek için gri-değerlerin, geri saçılmalarının (gri-değer) teorisine göre tanımlanmış bir değerle uyacağı biçimde ayarlanmalıdır. Bu sebepten dolayı farklı tarihli SAR görüntülerine radyometrik kalibrasyon işlemi uygulanmıştır.
- Multilook komutu ile görüntülerdeki çoklu görünüş azaltılmıştır.
- Speckle Filtering modülü sayesinde de görüntülerdeki benekleme(gürültü) yok edilmiştir. Nokta karmaşasının azaltılması işlemi azimut (1), aralık (1), otalama GR kare piksel 20m değerleri ve gamma 5x5 kılavuz kanal seçeneği kullanılarak yapılmıştır.
- SNAP programının sahip olduğu denizel ortamdaki petrol sızıntılarını tespit etmek için Oil Spill Detection komutu kullanılmıştır. Algoritmada verilen değerler aynen kullanılmış olup değişiklik yapılmamıştır.

- Nokta ayırma işlemi ve petrol oluşum tespitinden sonra sensör eğimi ve topografik değişiklikler sebebiyle SNAP'ta Range Doppler Arazi Düzeltme modülü kullanılarak görüntü coğrafi koordinat sistemine oturtulmuştur.
- En son olarak arazi düzeltmeli alt küme verisi linear to/from dB komutu ile dönüştürülür.
- Yapılan işlemler sonrasında sırasıyla afet öncesi, afet anı ve sonrasında ait ham (a, c, e) ve işlenmiş görüntüler (b, d, f) verilmiştir.
- Yapılan işlemlerin sonuçları Şekil 3'te verilmiştir.

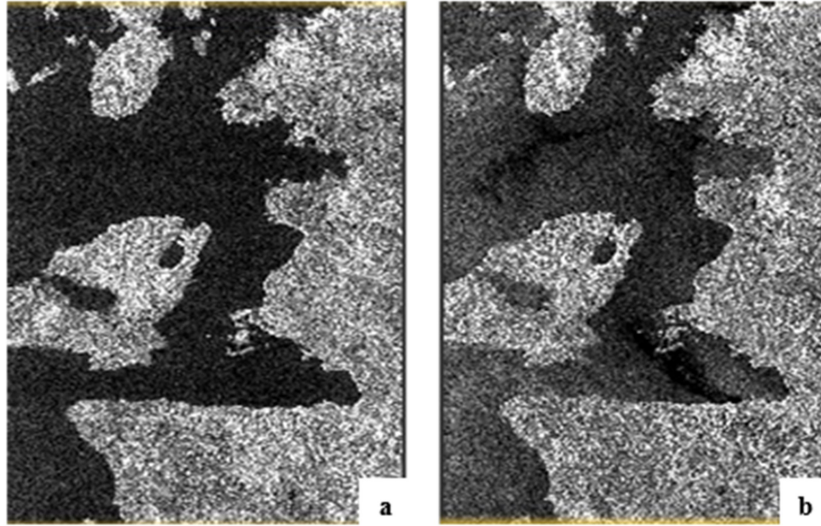


Şekil 3. Sentinel 1 görüntüleri. (a, b: 24.08.2018, c, d: 30.08.2018, e, f: 11.09.2018).

### 3. Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmada deniz yüzeyindeki petrol oluşumunun ve yağ tabakasının belirlenmesinde Sentinel-1 verisinin VV polarizasyonunun önemi gösterilmek istenmiştir. Şekil 4'te çapraz polarizasyon (HV ve VH) ve dikey polarizasyon (VV) SAR görüntüleri verilmiştir.

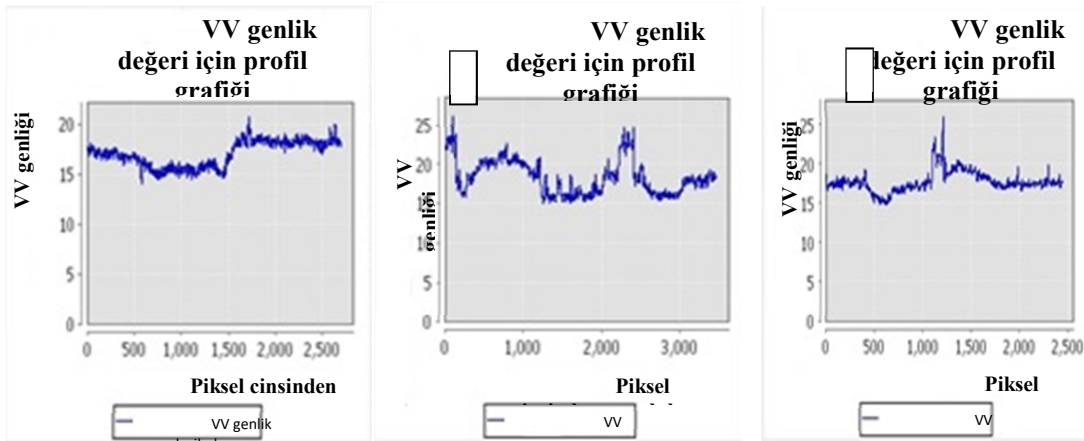




Şekil 4. (a) VH polarizasyonuna sahip SAR görüntüsü (b) VV polarizasyonuna sahip SAR görüntüsü.

Profil grafiği ve korelatif mod geometrik bir cisme bağımlı olarak uydu bilgisini yerinde bilgilere verir. Profil grafik, halihazırda mevcut olarak seçimi yapılan bandın bir geometrinin sınırlarıyla olan tahminini vermektedir (Chaturvedi, Banarjee ve Lele, 2019).

Bu çalışmada eşik kayması Şekil 5.da gösterildiği üzere sırasıyla 24.08.2018, 30.08.2018 ve 11.09.2018 tarihli görüntülerde farklı dB değerlerinde dalgalanıyor. Sadece 24.08.2018 tarihli görüntü petrol kazasından önceki tarihli görüntü olduğundan o yüzeyde analiz çok sağlıklı olmamıştır. Verilen dalgalanmalar yağ dökülmesini tespit etmeyebilir. 30.08.2018 ve 11.09.2018 tarihli sonuçlar ise belli bir koordinatta denizel ortamda belirli bir miktarda petrol yağ dökülmesinin göstergesidir. SNAP yazılımından elde edilen GEOTIFF uzantılı dosya yardımıyla petrol sızıntısının yayılma alanı toplamda 122 hektar ve yayılma yönü İzmir Körfezi doğrultusunda Foça Limanı açıklarına doğru olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 5. Aliağa ilçesindeki petrol sızıntısına ait 3 farklı görüntünün VV genlik değeri için profil grafiği.

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışma sonucunda Sentinel-1 Uydu görüntülerinin VV polarizasyonuna bağlı bantları deniz yüzeyindeki petrol sızıntılarını tespit etmede etkili bir kaynak olduğu görülmüştür. Bu tip uydu temelli izlemenin avantajları arasında petrolün yayıldığı alan, yayılma zamanı ve etkilediği bölgeler hakkında bilgi sahibi olmak yer alabilir. Böylelikle zamana ve mekâna bağlı değişim gösteren bölgelerin sağladığı veriler ile daha sonraki risk altında olan alanları tespit edebilme imkanı doğurmaktadır. Deniz kazaları nedeniyle oluşan petrol yayılmalarının yönünün ve alansal büyüklüğünün zamana bağlı olarak kestirimi bu çalışmada kullanılan yöntem yardımıyla gerçekleştirilebilir. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular ve öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Uydu tabanlı SAR görüntüleri ile uzaktan algılama hızlı, ekonomik ve uygulanabilir sonuçlar verdiği için afet yönetimi için ideal bir analiz yöntemidir.
- Bu yöntem sayesinde önceden öngörülebilecek olan sızıntıya neden olacak unsurlar, geliştirilecek olan algoritmalar, modellemeler belirlenebilir.
- Zamana ve mekâna bağlı verdiği analiz sonuçlarının yanında çevresel etkileşimler hakkında da bilgi sağlar.
- Afet sonrası etkilediği alanlar hızlı ve doğru biçimde belirlenip risk yönetimi için önemli altlık teşkil etmektedir.
- Oluşturabileceği zararlardan korunmak için önceden tedbir planları geliştirilir.
- Verilere ulaşım ücretsiz, hızlı ve maliyetsiz olduğu için erişim kolaylığı olan bir platformdur. Yerinde doğru tespitlerle yöneticilere karar verme ve süreci yönetebilme desteği de sağlamaktadır.
- Oluşabilecek hasarlardan minimize edilmiş zararla kurtulmak.
- CBS ve Uzaktan Algılama verilerinden faydalanılarak afet ve risk yönetimi oluşturulup önceden uyarı sistemi geliştirmeli.

### **Teşekkür**

Makale değerlendirme sürecinde çalışmanın bilimsel yönden geliştirilmesine çok değerli, faydalı öneri ve yorumlarıyla katkı sağlayan iki hakeme ve ayrıca yardımları için derginin sorumlu editörüne teşekkür ederiz.

## Kaynaklar

- Akar, S. (2007). Uzaktan Algılama Teknikleri İle Denizel Petrol Sızıntılarının Tespiti.ODTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü,Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı,Yüksek Lisans Tezi.1 s.
- Anonim. (tarih yok). İZMİR İL KÜLTÜR VE TURİZM MÜDÜRLÜĞÜ: <https://izmir.ktb.gov.tr/TR-77438/aliaga.html> adresinden alındı
- Anonim. (2018). <https://sptnke.ws/jzgA> (Erişim tarihi:04.04.2020) adresinden alındı
- Anonim. (tarih yok). *Esa Sentinel Online*. <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/missions/sentinel-1;jsessionid=6A91132EFAE3ABA93FAC90A8D0E4C984.jvm1> adresinden alındı
- Chaturvedi, S. K., Banarjee, S., & Lele, S. (2019). An assessment of oil spill detection using Sentinel 1 SAR-C images. *Journal of Ocean Engineering and Science*. doi:10.1016/j.joes.2019.09.004
- Fischer, J. (2017, mayıs 5). What is radiometric calibration of Synthetic Aperture Radar Data ? (G. B. Khadher, Röportaj Yapan) Nisan 6, 2020 tarihinde [https://www.researchgate.net/post/What\\_is\\_radiometric\\_calibration\\_of\\_Synthetic\\_Aperture\\_Radar\\_Data](https://www.researchgate.net/post/What_is_radiometric_calibration_of_Synthetic_Aperture_Radar_Data) adresinden alındı
- İBB. (2017). *İzmir Aliğa İlçesi Horozgediği Mahallesi 1/5000 Ölçekli İlave ve Revizyon Nazım İmar Planı, Plan Açıklama Raporu*. İzmir Büyükşehir Belediyesi.
- Kingston, P. F. (2002). Long-Term Environmental Impact of Oil Spills. *Spill Science and Technology Bulletin*, 7. 10.1016/S1353-2561(02)00051-8. .
- Kolokoussis, P. (2018). Oil Spill Detection and Mapping Using Sentinel 2 Imagery. *Journal of Marine Science and Engineering*, 6 (1):4 .
- Prastyani, R., & Basith, A. (2018). Utilisation of Sentinel-1 SAR Imagery for Oil Spill Mapping: A Case Study of Balikpapan Bay Oil Spill. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 1. 10.22146/jgise.38533. .
- Taşcı, İ. (2018). Orta Çözünürlüklü Uydu Görüntüleri Kullanarak Yanmış Orman Alanlarının Farklı Sınıflandırma Yöntemleri İle Haritalanması, Eskişehir Anadolu Üniversitesi,Fen bilimleri Enstitüsü ,Yüksek Lisans Tezi.
- Topouzelis, K. (2008). Oil Spill Detection by SAR Images:Dark Formation Detection Feature Extraction and Classification Algorithms. *Sensors 8(10)*, 6642-6659.
- [URL 1]: <https://sptnke.ws/jzqA>05.04.2020