

[992]

# ÇOK ZAMANLI UYDU GÖRÜNTÜLERİNDE BULUT-GÖLGE ALANLARININ KLONLANMASI

Kaan KALKAN<sup>1</sup>, Derya MAKTAV<sup>2</sup>

<sup>1</sup>İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, [kalkank@itu.edu.tr](mailto:kalkank@itu.edu.tr)  
<sup>2</sup>Prof. Dr. İstanbul Teknik Üniversitesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak, İstanbul, [maktavd@itu.edu.tr](mailto:maktavd@itu.edu.tr)

## ÖZET

Uzaktan algılama uydu görüntülerinde atmosfer etkilerinden kaynaklı olarak ortaya çıkan bölgesel bulutlar ve bu bulutların gölgeleri, yapılan çalışmalarda problem oluşturan temel gürültü kaynaklarıdır. Değişim analizi, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) hesaplama gibi önemli dijital işlemlerde bulut ve gölge bölgeleri, genel olarak yanıltıcı sonuçlar veren bölgeler olduğundan dijital işlemler çoğu zaman maskelenerek gerçekleştirilmektedir. Bu problem birçok çalışmada aynı bölgeden farklı zamanlarda elde edilmiş uydu görüntüleri ile mozaikleme yapılarak aşılmıştır. Ancak, mozaikleme sırasında oluşan spektral ve dokusal bozulmalar çalışmaları olumsuz etkilemektedir.

Bu çalışmada, çok zamanlı uydu görüntü serisi içerisinde en benzer spektral karakteristiğe sahip görüntü seçilerek, kenar bozulması ve spektral bozulma en düşük seviyede kalacak şekilde, bulut ve gölge alanları bulutsuz görüntülerden klonlanmıştır. Spektral karakterin birbirine yakın olması, mevsim ve arazi örtüsü gibi değişimler göz önünde bulundurularak birbirine en yakın spektral özelliği gösteren görüntüler seçilerek taşıma algoritması (flood-filling) ile görüntüler birbirine klonlanmıştır. Elde edilen bulutsuz görüntünün orijinal görüntüye göre olan spektral ve dokusal farkları incelenmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Çok zamanlı uydu görüntüleri, bulutsuz görüntü, bulut klonlama.

## ABSTRACT

### CLOUD AND SHADOW CLONING BY USING MULTI-TEMPORAL SATELLITE IMAGERY

One of the main noise in remote sensed imagery is regional clouds and shadows of these clouds occurs according to different meteorological conditions. These clouds and shadows are masked in many studies to decrease effects of misclassification and deficiency in different analyses such as change detection and NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). In many studies, these problems are tried to be solved by mosaicking these images with images from different acquisition dates which can cause spectral and structural differences.

In this study, clouds and shadows are cloned with minimum spectral difference and edge deformation by using an image which has similar spectral characteristics from a set of different acquisition dates. Flood-filling method is used to clone images with each other which show similar spectral characteristics to minimize seasonal change and land use change. Cloudless image and cloud image are compared by each other by using some spectral and structural tests.

**Keywords:** Multi-temporal satellite imagery, cloudless image, cloud cloning.

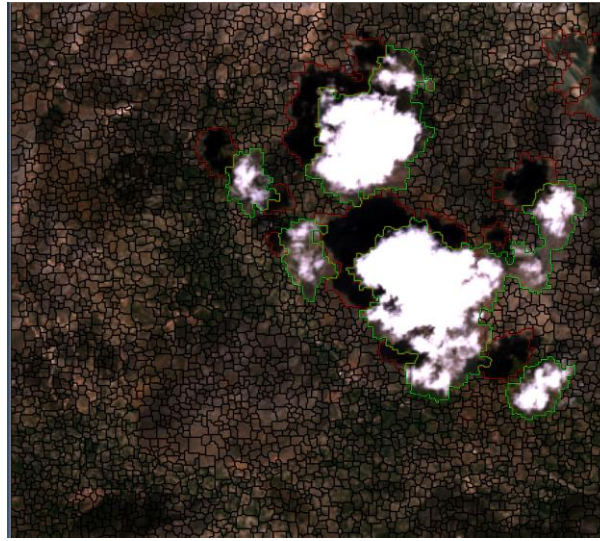
## 1. GİRİŞ

Uzaktan algılanmış görüntülerde atmosfer koşullarından dolayı ortaya çıkan bulutlar, görüntülerin analiz edilmesinde sorunlara yol açmaktadır. Bu sorunlar, o bölgeye ait yapılan çalışmalarda bulut altı bölge ile ilgili değerlendirmelerin yapılmasını zorlaştırmaktadır. Oluşan sis etkisinin giderilmesi ve bulut piksellerinin yakın tarihli görüntülerden klonlanması ile bu sorunlar giderilmeye çalışılmaktadır. Görüntünün çekilme anına bir daha dönülemeyeceğinden, bulutsuz bir görüntü elde etmek önemli bir süreç haline gelecektir. Google Earth gibi sık kullanılan harita araçları aynı bölgeye ait çekilmiş birçok görüntü kullanarak bu görüntülerin ortalamalarından bulutsuz mozaikler elde ederek kullanıcılara sunmaktadır. Bu çalışmada bulutlu görüntüler çok zamanlı bulutsuz görüntülerden klonlama yapılarak bulutsuz hale getirilecektir. Diğer benzer çalışmalara ek olarak, klonlama süreci bir fotoğraf düzenleme işleminden öte görüntünün spektral özellikleri göz önüne yapılarak gerçekleştirilerek en yakın tarih ve spektral benzerlik göz önünde bulundurularak bulutsuz görüntü elde edilecektir. Üretilen bulutsuz görüntüde oluşan kenar bozulma etkileri çeşitli filtreler ile azaltılacaktır.

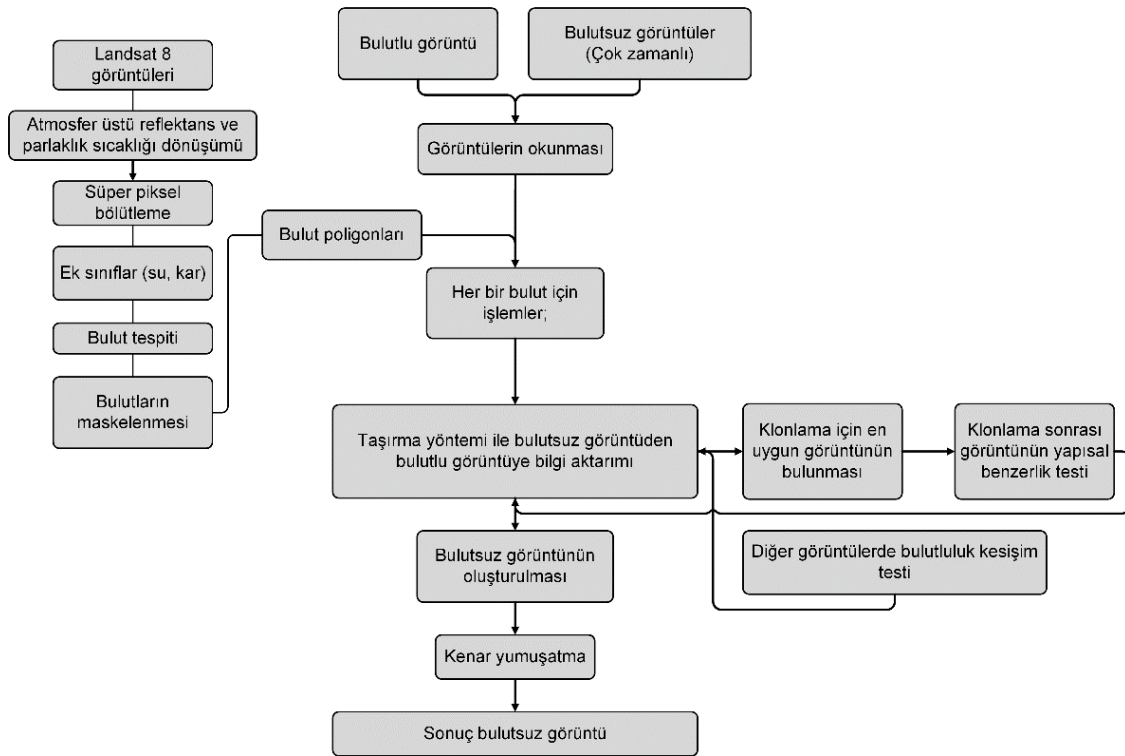
## 2. YÖNTEM

Geliştirilen yöntem farklı zamanlarda çekilmiş Landsat-8 uydu görüntüleri ile test edilmiştir. Görüntüde bulunan bulutların belirlenmesi, bulut klonlama işleminin belirlenmesi için ilk aşama ve doğruluğu direkt olarak klonlama doğruluğu etkileyen bir süreçtir. Çalışma kapsamında kullanılan görüntülerin bulut belirleme işlemi Kalkan ve Maktav tarafından geliştirilen bulut ve gölge belirleme yöntemi ile tespit edilmiştir (2016)(Şekil 1). Landsat-8

görüntülerinden farklı spektral testler ve süper piksel bölütleme yöntemi ile bulut alanlarını tespit eden bu yöntem ile bulutlu görüntülerdeki bulut alanlarının sınırları elde edilerek görüntü maskesi olarak yöntem entegre edilmiştir. Temel olarak bulutlu alan sınırları, aynı bölgeden yakın tarihli ve farklı zamanlı çekilmiş görüntülerden karşılaştırılarak bulutsuz görüntülerden bilgi aktarılması çalışmanın ana konusudur. Çalışmada yapılan işlemlerin genel akış diyagramı Şekil 2’de verilmiştir.



Şekil 1. Bulut ve gölge belirlemesi sonucu (Örnek alan)



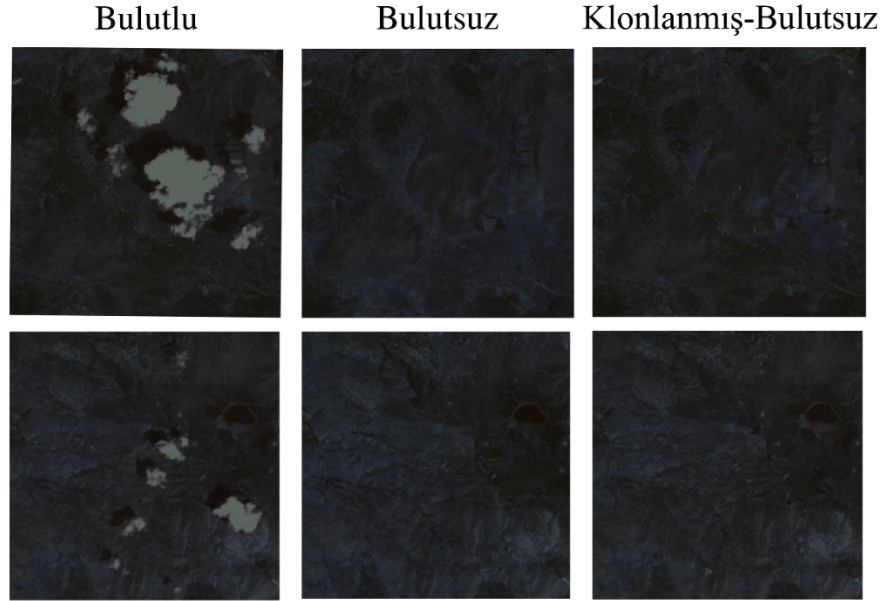
Şekil 2. Çalışmanın akış diyagramı.

Bulut alanların, bulutsuz görüntülerden hangisi seçilerek klonlanılmasına görüntüler arasında yapılan spektral benzerlik testleri ile karar verilmiştir. Tüm bu görüntülerin bulutlu görüntüye olan korelasyonları hesaplanarak korelasyonu en yüksek olan görüntü bilgi aktarımı için kullanılmıştır (Mathworks, 2014) (1).

A, B görüntüler, r korelasyon katsayısı ve  $\bar{A}$  ve  $\bar{B}$  görüntüdeki tüm değerlerin ortalaması olmak üzere;

$$r = \frac{\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})(B_{mn} - \bar{B})}{\sqrt{(\sum_m \sum_n (A_{mn} - \bar{A})^2)(\sum_m \sum_n (B_{mn} - \bar{B})^2)}} \quad (1)$$

Görüntülerin klonlanmasında, bulutlu görüntünün çekildiği tarihe en yakın 3 aylık görüntüler girdi olarak alınmıştır. Tespit edilen bulut alanları ayrı ayrı analiz edilerek, öncelikle seçilen alana yakın tarihli görüntülerde aynı bölgenin bulutsuz olup olmadığı görüntülerin kesişimleri alınarak test edilmiştir. Bu testin sonrasında bulutsuz görüntüler ile bulutlu görüntü arasında korelasyonu en yüksek görüntüden taşıma algoritması ile (flood-filling) bilgi aktarımı yapılarak bulutsuz görüntü elde edilmiştir (Şekil 3).

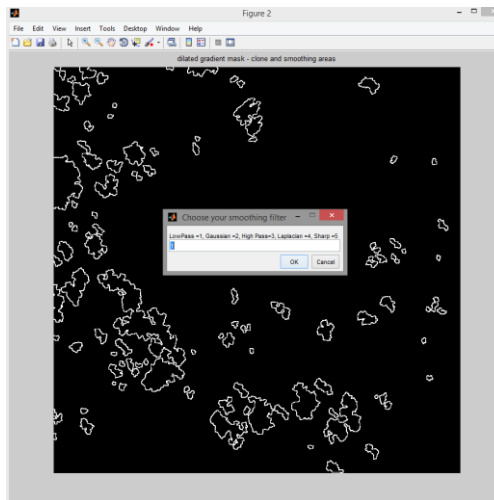


Şekil 3. Bulutlu görüntülerin bulutsuz görüntülerden klonlanması çalışması sonucu örnek alanlar

Görüntülerin klonlanmasından sonra oluşan kenar bozulma etkilerinin düzeltilmesi için, klonlanan bölge sınırlarına ortalama filtresi (mean filter, averaging filter) uygulanmıştır. (Şekil 4-5).

$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$
$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{9}$

Şekil 4. Ortalama filtresi



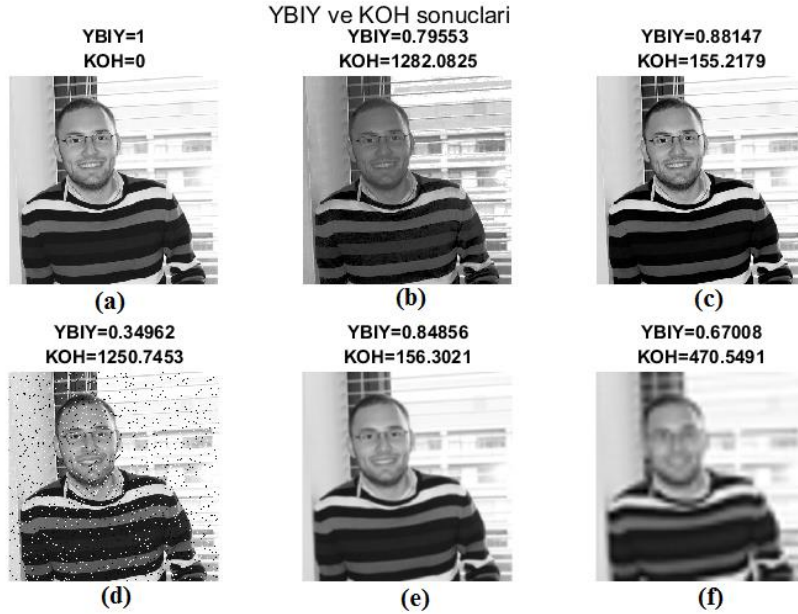
Şekil 5. Klonlama yapılan bulut alanlarının sınırları ve kenar düzeltme

Görüntülerin klonlanmasının ardından, üretilen bulutsuz görüntülerin yakın zaman ait bulutsuz görüntüye olan benzerliği, Yapısal Benzerlik İndeksi Yöntemi (YBIY) (Structural Similarity Index) ile test edilmiştir. YBIY iki resim arasındaki benzerliğin ölçülmesi için geliştirilmiş, Karese Ortalama Hata'nın (KOH) geliştirilmiş bir sürümü olan ve sık kullanılan bir yöntemdir (Wang, vd., 2004). Bu yöntem, karşılaştırılan görüntülerden birisini mutlak doğru olarak kabul ederek, diğer görüntünün bu görüntüden sapmasını tespit etmektedir. Görüntünün kontrast ve

spektral özelliklerini yanı sıra, yapısal bozulmalarını da hesaplamaya kattığından çalışma için uygun yöntem olarak belirlenmiş ve uygulanmıştır (Şekil 6).

YBIY parlaklık (luminance, I), karşıtlık (contrast, C) ve yapısal (structural, S) özellik olarak üç farklı değerin hesaplanması temeline dayandığından görüntüdeki spektral ve yapısal farklılıkları iyi ayırt edebilmektedir (Brunet, E. R. vd., 2012)(Wang, E. P. vd., 2003) (2).

$$SSIM(x, y) = [I(x, y)]^\alpha \cdot [c(x, y)]^\beta \cdot [s(x, y)]^\gamma \quad (2)$$



Şekil 6. YBIY ve KOH sonuçları a) Orjinal Görüntü b) Histogram eşitlenmiş c) Kontrast düzeltilmiş d) Tuz&biber etkisi eklenmiş e) Bulanık görüntü f) JPEG çevrilmiş

### 3.SONUÇLAR

Bulutlu görüntülerdeki bulutların giderilmesi uzaktan algılama disiplini üzerinde çalışanların uzun zamandır çalıştığı bir konudur. Sis etkisinin giderilmesi için bazı spektral yöntemler geliştirilmiş olsa da, geçirimsiz bulutların giderilmesi ancak farklı zamanlı uydu görüntülerinden bilgi aktarımı ile gerçekleşmektedir. Bu çalışmada, yapılan diğer çalışmalarda kazanılan bulut belirleme başarımının sonrasında bu bilgi kullanılarak görüntüde bulunan bulutların, aynı bölgeden çekilmiş farklı zamanlı görüntülerden bilgi aktarımı ile bulutsuz hale getirilmesi sağlanmıştır. Diğer bulutsuz görüntü elde etme yöntemlerinin yanı sıra, bulutlu alanların bulutsuz görüntülerden klonlanması sırasında, görüntülerin spektral ve yapısal özelliklerini korumak ön planda tutulmuştur. Farklı görüntü benzerlik ve görüntü kalitesi yöntemleri kullanılarak sadece görsellik önde tutulmadan spektral ve yapısal bilgiyi de koruyan bir yöntem geliştirilmiştir.

### KAYNAKLAR

- Brunet, D., Vrscay, E. R., Wang, Z., 2012,** On the mathematical properties of the structural similarity index, *IEEE Transactions on Image Processing*, vol. 21, no. 4, pp. 1488-1499
- Kalkan, K., Maktav, D., 2016.** Landsat-8 Görüntülerinden Gölge ve Bulut Belirleme. *VI. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*. Adana, Türkiye.
- Mathworks, 2014,** <http://www.mathworks.com/help/images/ref/corr2.html>
- Wang, Z., Simoncelli, E. P., Bovik, A. C., 2003,** Multi-scale structural similarity for image quality assessment, *IEEE Asilomar Conference on Signals, Systems and Computers*
- Wang, Z., Bovik, A. C., Sheikh, H. R., Simoncelli, E. P., 2004,** Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity. *IEEE Transactions on Image Processing*, Volume 13, Issue 4, pp. 600–612