

# UYDU GÖRÜNTÜ KIYMETLENDİRME VE UZAKTAN ALGILAMA İÇİN MİLLİ VERİ KIYMETLENDİRME YAZILIMI (VKY) GELİŞTİRİLMESİ

M. Teke\*, M. Efendioğlu, C. Demirpolat, O.T. Berktaş, K. Kalkan

TÜBİTAK Uzay Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (UZAY), 06800 Ankara, Türkiye - (mustafa.teke, mehmet.efendioglu, caner.demirpolat, tahsin.berktas, kaan.kalkan)@tubitak.gov.tr

**ANAHTAR KELİMELER:** Uydu Görüntü Kıymetlendirme, Uzaktan Algılama, RASAT, Göktürk-2

## ÖZETÇE:

RASAT ve Göktürk-2 Milli Yer Gözlem Uydularımız planlanan görev ömürlerinin üstünde bir başarı göstererek ülkemizin sivil ve askeri uzaktan algılama ihtiyaçlarını karşılamaktadırlar. Uydularımızdan alınan görüntülerin etkili olarak kullanılabilmesi için uyduların verilerini işleyebilecek yazılımlara ihtiyaç vardır. Mevcut ve devam eden uydularımızın görüntü işleme ve kıymetlendirme ihtiyaçlarının karşılanması için T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (T.C. Kalkınma Bakanlığı) tarafından desteklenen Milli Yer İstasyonu Geliştirme (MİYEG) Projesi kapsamında Veri Kıymetlendirme Yazılımı geliştirme faaliyetleri yürütülmüştür. Geliştirilen VKY yeni uydu ve algoritmaları destekleyecek şekilde modüler olarak tasarlanmıştır. Veri Kıymetlendirme Yazılımı milli uydu görüntülerinin görselleştirilmesi, görüntü işleme, pankeskinleştirme, ortorektifikasyon, temel uzaktan algılama uygulamaları, stereo görüntü işleme, radyometrik düzeltme ve geometrik düzeltme gibi yeteneklere sahip olacaktır. Henüz beta aşamasında olan Veri Kıymetlendirme Yazılımı'nın geliştirme faaliyetleri 2019 yılı sonuna doğru tamamlanması planlanmaktadır. Yazılımın kamu kurumlarının hem milli hem de diğer tüm uydu görüntülerinin kullanımını kolaylaştırması amaçlanmaktadır. Ayrıca VKY, kamu kurumlarının özel uzaktan algılama ihtiyaçlarına yönelik yapılacak yazılım geliştirme faaliyetlerinde bir altlık olarak kullanılması mümkün olacak şekilde geliştirilmesi gerçekleştirilmektedir.

**KEY WORDS:** Satellite Image Exploitation, Remote Sensing, RASAT, Göktürk-2

## ABSTRACT:

RASAT and Göktürk-2 are Turkish earth observation satellites which outperformed their design operation times while serving national civilian and other remote sensing needs. In order to fully utilize the imagery of these satellites, compatible software is required. For this purpose, TÜBİTAK UZAY developed Data Exploitation Software (DES, VKY in Turkish) with the support from Ministry of Development (currently operates under Presidency of Republic of Turkey). DES was designed to support multiple satellites and new algorithms. Abilities of DES include but not limited to visualization, image processing, pansharpening, orthorectification, essential remote sensing capability, stereo image processing, radiometric correction and geometric correction. The software is still beta while it will be released in 2019. The software will be released public and aimed to serve as a fundamental satellite imagery software.

## 1. GİRİŞ

RASAT ve Göktürk-2 uydularımızın kamu kurumlarımızın yüksek çözünürlüklü görüntüleme ihtiyaçlarının karşılanmasına destek vermektedirler(Kahraman et al., 2012) (Teke, 2016). RASAT görüntüleri GEZGİN Geoportal üzerinden kamuya açık olarak erişime sunulmuştur (Deveci et al., 2016; Teke et al., 2015). Göktürk-2 görüntüleri ise Hava Kuvvetleri tarafından sağlanmaktadır. Milli uydu görüntülerimiz tarım (Kalkan et al., 2015; Teke et al., 2016; Teke and Yardımcı, 2016) ve afet yönetimi (Sakarya et al., 2014) gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır. Bu uyduların kullanılma sunulması ile görüntülerinin işlenmesi ve kıymetlendirmesi ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Uydu görüntülerinin etkin kullanılabilmesi için son kullanıcıların bu görüntüleri kolayca açabileceği yazılımlara ihtiyaç vardır. Uydu görüntü ürünleri GeoTIFF formatında geldiği için çoğu ticari ve ücretsiz yazılım tarafından

desteklenmektedir. Bunun yanında uydu görüntü ürünlerini ise ENVI gibi kısıtlı sayıda yazılım tarafından desteklenmektedir.

Uydu görüntü analizlerinde sıklıkla kullanılan birçok ticari ve açık kaynak kodlu yazılım bulunmaktadır. ENVI, ERDAS, PCI Geomatica, Orfeo ve Ossim bu yazılımların önde gelenleridir. Bu yazılımlar bir uzaktan algılama yazılımında olması gereken birçok fonksiyonu içerisinde barındırmaktadır. Bu yazılımlar güncellemeler ile yeni fırlatılan uydular ile ilgili verileri de destekleyecek şekilde güncellenmektedir. Birçok özelliğe sahip bu yazılımlar yüksek ücretleri dolayısı ile zor temin edilebilmektedir. Bunun yanında açık kaynak kodlu yazılımlar birçok ticari yazılımın yaptığı analizler için alternatif olarak kullanılabilirlerdir.

Bir uzaktan algılama yazılımında olması gereken özellikler özenle incelenerek, VKY kapsamında eklenmesi gereken özellikler listelenmiştir. Temel olarak bir uzaktan algılama

\* Sorumlu Yaza: [mustafa.teke@tubitak.gov.tr](mailto:mustafa.teke@tubitak.gov.tr)



yanında yazılım geliştirme yaşam döngüsünde sürüm kontrol servisleri vazgeçilmez araçlar arasındadır. Grup çalışması ile geliştirilen yazılıma ait kaynak kodlar ve ek dosyalar kurumumuza ait GitLab altyapısı üzerinde takip edilmektedir. Farklı disiplinlerden gelen araştırmacıların ortak bir platformda yazılım geliştirmesinin dezavantajları göz önüne alındığında MSVC++ aracı ve GitLab altyapısı yazılım geliştirme sürecinin sağlıklı olarak devam ettirilmesi için önemlidir.

### 2.3 Görüntü İşleme Kütüphanesi (GİK)

Görüntü İşleme Kütüphanesi çok sayıda uduya genişletilebilir olacak şekilde yeni algoritmalar eklenmesine uygun olarak tasarlanmıştır. Algoritmalar farklı gruplara ayrılarak modülerlik sağlanmıştır.

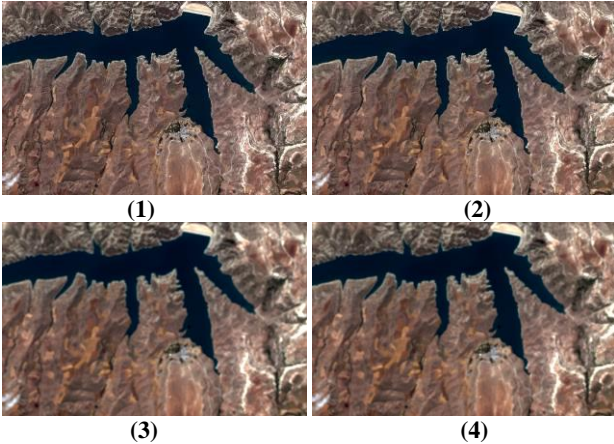
GİK Windows ve Linux ortamlarında çalışabilecek şekilde geliştirilmiştir. Ayrıca çoklu çekirdek ve GPU hızlandırma desteği sunulmaktadır. Farklı yazılım mühendisliği tasarım kalıpları kullanılmaktadır.

Görüntü İşleme Kütüphanesi'nin milli uydularımızı kontrol eden yer istasyonu yazılımları ile entegre olarak çalışabilmesi için JNI (İng. Java Native Interface) desteği ile derlenmesi yapılmaktadır.

Kütüphane'de kendi geliştirdiğimiz İlerleme-Hata-Durum (İng. PES: Progress-Error-Status) tasarım kalıbı kullanılmaktadır. Böylece algoritmaların ilerlemesi, durumu ve varsa hatası kontrol edilebilmektedir.

#### 2.3.1 Görüntü İşleme

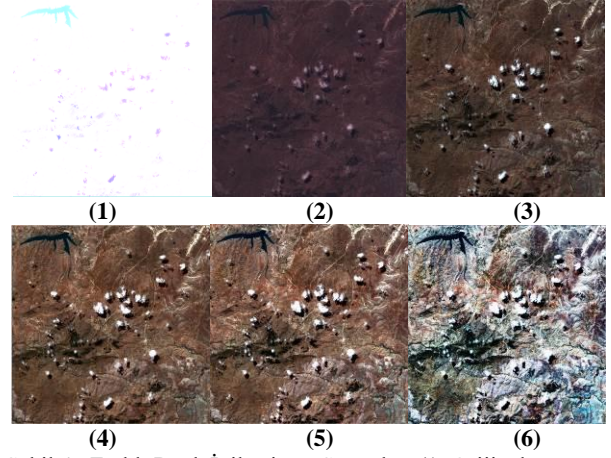
VKY Görüntü İşleme modülü temel görüntü işleme yeteneklerini sunmaktadır. Görüntü İşleme fonksiyonları arasında yer alan Düzleştirme (İng. Smoothing) filtreleri ile udu görüntüleri üzerinde gürültü azaltımı ve kenar geçişlerinin yumuşatılması gibi işler yerine getirilebilmektedir. VKY Medyan, Ortalama ve Gauss filtrelerinin pencere boyunun kullanıcı tarafından sağlanarak farklı seviyelerde düzeltilmesine olanak sağlamaktadır. Şekil 3 ile orijinal görüntü ile farklı pencere boyutları kullanılarak elde edilen düzeltilmiş görüntüler sunulmaktadır.



Şekil 3. Farklı Düzleştirme Filtreleri ile Görüntü İşleme Sonuçları (1: Orijinal, 2: 3x3 Medyan, 3: 9x9 Ortalama, 4: 15x15 Gauss)

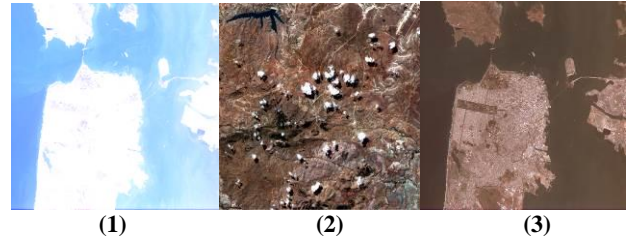
VKY udu görüntülerinin renklendirilmesinin (kontrast) iyileştirilmesi için fonksiyonlara sahiptir. Renk iyileştirme fonksiyonu için 5 yöntem mevcuttur: Görüntü Uyarlama, Doğrusal Germe, Optimize Doğrusal Germe, Standart Sapma

Germe ve Histogram Eşitleme. Bu metodlardan Standart Sapma Germe kullanıcıdan aldığı alt ve üst standart sapma değerlerine göre görüntüyü modifiye etmektedir. Şekil 4 ile bu 5 yöntem ile kontrastı açılan görüntüler ve orijinal görüntü sunulmaktadır. Burada Standart Sapma alt ve üst sınır parametreleri %2 ve %98 seçilmiştir.



Şekil 4. Farklı Renk İyileştirme Sonuçları (1: Orijinal görüntü, 2: Doğrusal Germe, 3: Optimize Doğrusal Germe, 4: Görüntü Uyarlama, 5: Standart Sapma Germe, 6: Histogram Eşitleme).

Histogram Eşleme fonksiyonu ile VKY bir görüntünün histogramını seçili diğer bir görüntüye yaklaşık olarak eşitleyerek de renk iyileştirme yapabilmektedir. Kullanıcı renk iyileştirme işlemi uygulanacak girdi görüntüsünü, histogramın eşitleneceği referans görüntüyü ve çıktı görüntüsü dosya yolunu seçerek Histogram Eşleme işlemi gerçekleştirir. Şekil 5 ile Histogram Eşleme işlemi girdi ve çıktı görüntüleri gösterilmiştir.



Şekil 5. Histogram Eşleme Sonucu (1: Orijinal görüntü, 2: Referans Görüntü, 3: Çıktı Görüntüsü).

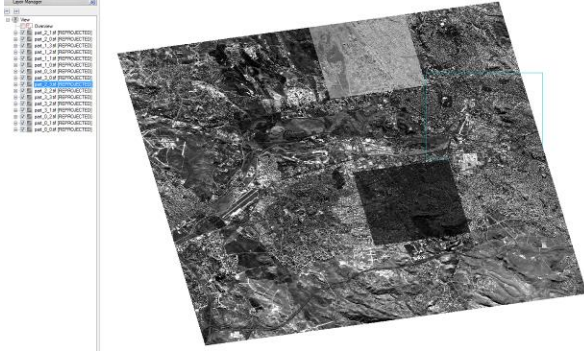
VKY katman birleştirme yeteneğine sahiptir. Katman Birleştirme fonksiyonu, VKY'de açılmış olan görüntüleri birleştirme seçeneğini sunmaktadır. Örneğin tek bantlı birden fazla görüntü birleştirilerek çok bantlı tek görüntü elde edilebilmektedir.

VKY'de görüntü keskinleştirme için iki yöntem yer almaktadır. Bunlar Gauss Laplace ve Düzleştirme Maskeleye yöntemleridir. Bu yöntemler parametrik olup kullanıcı tarafından keskinleştirme miktarı ayarlanabilmektedir. Şekil 6 ile orijinal görüntü ile görüntü keskinleştirme sonuçları gösterilmiştir.



Şekil 6. Görüntü Keskinleştirme Sonuçları (1: Orijinal görüntü, 2: Gauss Laplace Keskinleştirilmiş, 3: Düzleştirme Maskeleye Keskinleştirilmiş).

VKY görüntü karolama fonksiyonu ile uydu görüntülerini istenilen ebatlardaki parçalara bölebilmektedir. Kullanıcı her bir parçanın ebatlarını piksel sayısı cinsinden yazılıma parametre olarak girer. Şekil 7 ile 16 parçaya bölünmüş tek kanal bir uydu görüntü gösterilmektedir.

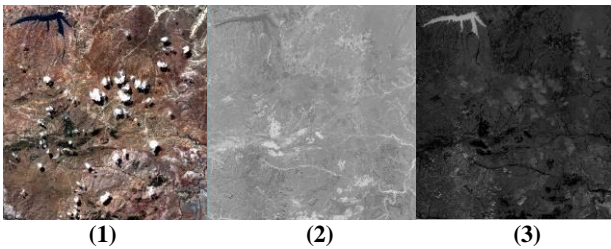


Şekil 7. Görüntü Karolama Sonucu

Bant Aritmetiği fonksiyonları ile uydu görüntülerinin bantları arasında aritmetik işlemler gerçekleştirilerek yeni bantlar oluşturulabilmesine olanak sağlanacaktır.

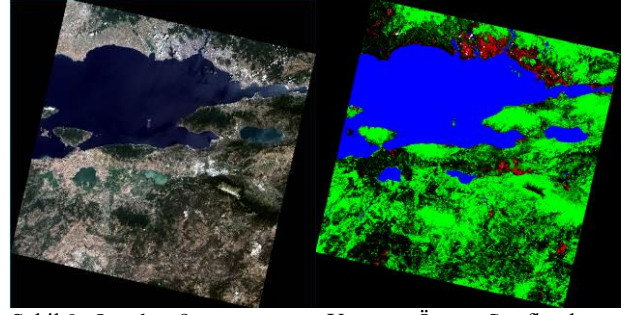
### 2.3.2 Uzaktan Algılama

VKY Uzaktan Algılama modülünde yer alan yetenekler Spektral İndeksler, Yeryüzü Örtüsü, Bulut Maskesi, Gölge Tespiti ve Sis Giderme olarak 5 adettir. Spektral İndeksler fonksiyonları ile yaygın kullanılan spektral indeksler ve kullanıcı tanımlı indeks görüntüleri üretilebilmektedir. VKY ile üretilebilen indeks görüntüleri arasında yaygın kullanılan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDWI (Normalized Difference Water Index), LAI (Leaf Area Index), EVI (Enhanced Vegetation Index), SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index) ve MSAVI (Modified SAVI) yer almaktadır. Ayrıca kullanıcı istediği bantları seçerek 2 bant oran indeksi ve 2 bant normalize oran indeksi görüntüsü üretebilmektedir. Bir Göktürk-2 görüntüsü için üretilmiş spektral indeks görüntüleri (NDVI ve NDWI) Şekil 8 ile gösterilmektedir. NDVI bitkiler için oldukça yaygın kullanılan bir indekstir. NDWI ise su bölgeleri için özel bir indekstir.



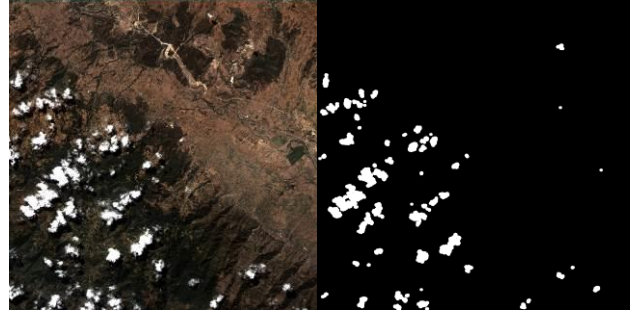
Şekil 8. Üretilmiş İndeks Görüntüleri (1: Orijinal Görüntü, 2: NDVI Görüntüsü, 3: NDWI Görüntüsü).

VKY Uzaktan Algılama Yeryüzü Örtüsü fonksiyonu ile uydu görüntülerinden basit arazi örtüsü haritası üretebilmektedir. Bu fonksiyon özellikle bant sayısı ve spektrumdaki kapsama alanı düşük uydu görüntüleri için sonuçlar üretebilmektedir. Yeryüzü Örtüsü fonksiyonu ile gerçekleştirilen bir sınıflandırma sonucu ve kullanılan görüntü Şekil 9 ile gösterilmiştir. Mavi su bölgelerini, yeşil bitkisel bölgeleri, kırmızı insan yapımı alanları, beyaz bulutları ve siyah diğer sınıfları temsil etmektedir.



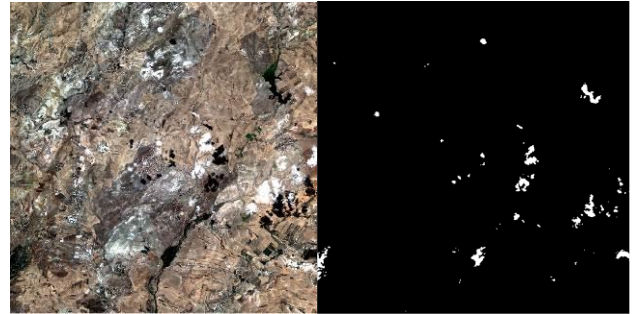
Şekil 9. Landsat 8 görüntüsü ve Yeryüzü Örtüsü Sınıflandırma Sonucu.

VKY Uzaktan Algılama Bulut Maskesi fonksiyonu ile uydu görüntüleri için bulutluluk oranı hesaplanabilmekte ve bulut maskesi üretilebilmektedir. Kullanılan yöntemler daha önceki çalışmalarımızda geliştirdiğimiz algoritmaları baz almaktadır (Efendioglu et al., 2018; Ufuk et al., 2017). Şekil 10 ile doku öznelikleri temelli algoritma kullanılarak üretilen bulut maskesi ve orijinal görüntü gösterilmiştir.



Şekil 10. Orijinal Görüntü ve Bulut Maskesi.

VKY Uzaktan Algılama Gölge Tespiti fonksiyonu ile bulutların oluşturduğu gölge alanlarının maskesi üretebilmektedir (Şekil 11). VKY Sis Giderme fonksiyonu ile sisli görüntüler iyileştirilebilmektedir (Şekil 12).



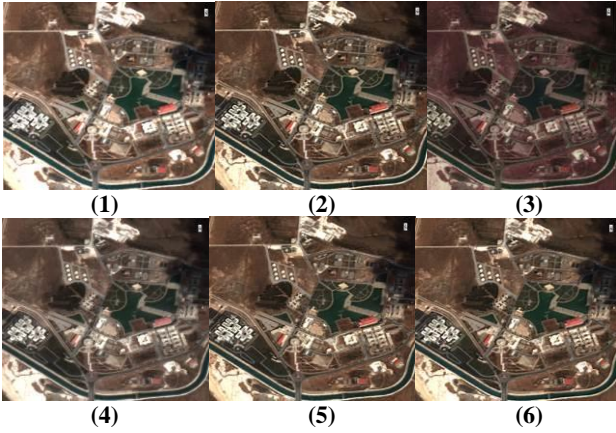
Şekil 11. Orijinal Görüntü ve Gölge Maskesi.



Şekil 12. Orijinal Görüntü ve Sis Giderme Sonuçları.

### 2.3.3 Bilgisayar Görüsü / Örtüntü Tanıma

VKY Bilgisayar Görüşü / Örüntü Tanıma modülünde yer alan yeteneklerin Pan Keskinleştirme, Mozaik, Stereo, Değişim Tespiti ve Eğitilmiş ve Eğitimsiz sınıflandırma olarak 5 adet olması planlanmaktadır. Bu yeteneklerden şu aşamada sadece Pan Keskinleştirme fonksiyonları geliştirilmiştir. Pan Keskinleştirme mekânsal çözünürlüğü Pankromatik banda eşit olacak şekilde renkli görüntüler elde etmek için kullanılan bir yöntemdir (Teke et al., 2014). Bu fonksiyon ile multispektral bantların mekânsal çözünürlüğü füzyon yöntemleriyle Pan bantı çözünürlüğüne yükseltilmektedir. Kullanıcı pankeskinleştirme yöntemi için beş farklı seçeneğe sahiptir. Bunlar: HCS (Hyperspherical Color Space), HPF (High Pass Filter), IHS (Intensity-Hue-Saturation), OptHPF (Optimized HPF) ve MTF-GLP (Modulation Transfer Function – Generalized Laplacian Pyramids) yöntemleridir. Şekil 13 ile bu yöntemlerle keskinleştirilmiş görüntüler sunulmuştur.



Şekil 13. Farklı Pan Keskinleştirme Sonuçları (1: Orijinal görüntü, 2: HCS, 3: HPF, 4: IHS, 5: OptHPF, 6: MTF-GLP).

VKY Stereo görüntü çiftlerinden sayısal yükseklik modeli üretilmesine destek verecektir (Ok, 2017).

#### 2.3.4 Fotogrametri

VKY Uzaktan Algılama modülünde Ortorektifikasyon, Koordinat Sistemi Dönüşümü ve Projeksiyon Dönüşümü yetenekleri yer alacaktır.

#### 2.3.5 Radyometri

VKY Radyometri modülünde ToA Reflektans ve Atmosferik Düzeltme yetenekleri yer alacaktır.

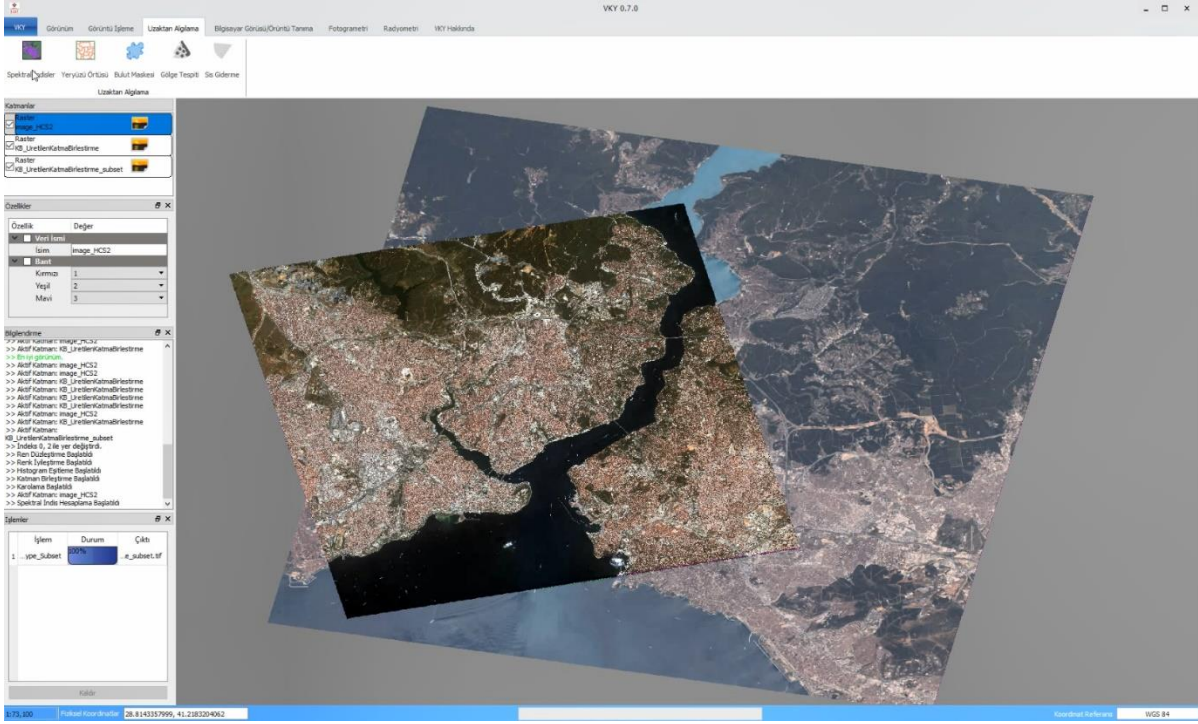
#### 2.4 Veri Kıymetlendirme Yazılımı Kullanıcı Arayüzü

VKY, desteklediği tüm raster veri formatları için (GeoTiff, JPEG2000, NITF, PCI, ERDAS) altlık yeteneğine sahiptir. Bu formatların verilerinin açık görselleştirilebildiği gibi birbirleri arasında dönüşüme de imkân sağlamaktadır. Teorik olarak fiziksel veri girdi boyutunda bir sınır olmamakla birlikte, temel görselleştirme işlemlerinde performans sağlama açısından piramit oluşturma ve piramit dosyası kullanılarak, istenilen yakınlık seviyesine göre dinamik raster veri görselleştirme yeteneğine sahiptir. Benzer yazılımlarda mevcut olan görüntü yakınlaştırma-uzaklaştırma (zoom in/out), gezinme (pan), ekrana sığdırma (expand) ve iki veri dosyası arasında kaydırma (swipe) özellikleri mevcuttur. Her görüntü dosyasında etiketlenmiş koordinatlar okunmakta ve veriler fiziksel veya coğrafi koordinatlara uygun bir şekilde açılmaktadır.

Katman yönetimi, VKY tarafından desteklenmektedir. Pek çok görüntünün aynı anda açılması gereken durumlarda görüntüler katmanlı bir yapı ile hafızaya alınmaktadır. Farklı çözünürlük ve bant kombinasyonlarına sahip RASAT ve Göktürk-2 görüntüleri Şekil 14 ile gösterilmektedir. Algoritma yürütme ve açılan görüntüler üzerinde çalışma önceliği katman yönetimi üzerinden yapılabilmektedir. Tüm girdi çıktı işlemlerinin sıralaması, girilen verilerin konumsal/spektral özellikleri ve görüntü iyileştirme, band kombinasyonu, dosya özellikleri gibi hızlı işlemler katman yönetimi tarafından yapılmaktadır.

RASAT ve Göktürk-2 uydularında .tif uzantılı görüntü dosyaları dışında görüntülere ait diğer bilgiler .xml uzantılı dosyalarda saklanmaktadır. Bu dosyalarda bulunan verilerin tamamına birden metaveri denilmektedir. Söz konusu .xml uzantılı dosyaların okunması için Product Reader modülü geliştirilmiştir. Bu yetenek ile yerli ve milli uydularımızın görüntülerine ait .xml uzantılı dosyalar açılıp okunup çözümlenerek görüntülerin metaverileri ekranda gösterilebilmekte ve diğer yeteneklere girdi sağlayabilmektedir.

Yazılım için geliştirilen yeteneklerden bir tanesi de çoklu dil desteğidir. Kullanıcı arayüzünde ve log kayıtlarında kullanılacak kelimelerde dil birliği olması ve yazılımın farklı dillerde de kullanılabilmesi amaçları ile çoklu dil desteği yeteneği geliştirilerek yazılıma eklenmiştir.



Şekil 14. VKY kullanıcı arayüzünde Göktürk-2 ve RASAT İstanbul görüntülerinin birlikte gösterimi.

### 3. DEĞERLENDİRME

Uzaktan algılama yöntemlerine duyulan ihtiyaç devam ettikçe, bu yöntemleri hızlı, pratik ve güncel teknolojiye uygun bir şekilde işletecek yazılımlara ihtiyaç her daim hasıl olacaktır. Bu yazılımların ticariliği göz önüne alındığında, başta yerli gözlem uydusu görüntülerinin işlenmesi açısından, VKY ve benzeri yerli yazılımlar bu konuda bağımlılığı giderebileceği gibi ilgili uzmanların desteği ile bu alanda güncel ve işlevsel bir rol alması sözkonusudur. İleri aşamalarda yer alması planlanan vektör veri işleme özelliğinin eklenmesi, coğrafi bilgi sistemleri üzerinde çalışan araştırmacı ve uzmanların çalışmalarına destek sağlayabilecektir. Ağ harita hizmetleri (web map service) gibi sunucu üzerinden paylaşılan verilerle etkileşim sağlanması durumunda ve diğer yaygın kullanılan uydusu görüntülerinin işleme desteği ile birlikte VKY çok daha bütünsel çözümler sunabilecektir.

Uzaktan algılama verilerinin miktar ve fiziksel boyut olarak büyüdüğü gerçeğini göz önüne aldığımızda, bir uzaktan algılama yazılımının tüm bu verileri sağlıklı işleyebilmek adına servis hizmeti vermesi ve algoritmaların bir dağıtık mimari üzerinde çalışabilmesi, erişilebilirliği ve işleme süresindeki performansı artırarak mevcut tüm çalışmalarda olumlu bir ivme sağlayacağı açıktır. Bunun için ileriki çalışmalarda mevcut sistemin dağıtık bir mimariye evrilmesi, verilerin sanallaştırılması ve yöntemlerin gerektiği durumda grafik ekran kartları (GPU) üzerindeki optimizasyonu önem arz etmektedir. Bu çalışmalar, uzaktan algılama verileri üzerinde seviyelendirme, derin öğrenme uygulamaları, yığın işleme gibi adımlarda katkı sağlayacak ve ileride yapılması planlanan yerli uydusu projelerinin görüntü işleme ve kıymetlendirme adımlarına somut girdi sağlayacaktır.

### BİLGİLENDİRME

T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (T.C. Kalkınma Bakanlığı) tarafından desteklenen Milli Yer İstasyonu Geliştirme (MİYEG) Projesi kapsamında desteklenmektedir.

### REFERANSLAR

- Deveci, H.S., Koru, A., Sakarya, U., Tevrizoğlu, I., Teke, M., Küpçü, R., Avenoğlu, B., Demirkesen, C., Gürbüz, S.Z., Öztoprak, A.F., Açıkgöz, I.S., Demirhan, I.H., Kozal, A.Ö., Efendioğlu, M., Berke, E., Şimşek, F.F., Atil, I., Kaya, D., Uçmak, P., Ersöz, E., Özen, H., 2016. The benefits and challenges of having an open and free basis satellite data sharing platform in Turkey: Gezgin, in: International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives. <https://doi.org/10.5194/isprsarchives-XLI-B8-1341-2016>
- Efendioğlu, M., Ozkan, S., Demirpolat, C., Teke, M., Kalkan, K., 2018. Classification-based and rule-based methods for cloud detection in high resolution satellite imagery, in: 2018 26th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU). IEEE, pp. 1–4. <https://doi.org/10.1109/SIU.2018.8404651>
- Kahraman, Ö., Özen, H., Demircioğlu, E., Sakarya, U., Küpçü, R., Avenoğlu, B., İmre, E., Bank, E., 2012. Uzaktan algılamada RASAT: Türkiye’de üretilen ilk yer gözlem uydusu (RASAT in remote sensing: First earth observation satellite built in Turkey). IV. Uzak. Algılama ve Coğrafi Bilgi Sist. Sempozyumu (UZAL-CBS 2012), Zo.
- Kalkan, K., Filiz, B.G., Ozer, O., Teke, M., 2015. Vegetation discrimination analysis from Göktürk-2 imagery, in: RAST 2015 - Proceedings of 7th International Conference on Recent Advances in Space Technologies.

<https://doi.org/10.1109/RAST.2015.7208364>

- Ok, A.Ö., 2017. Göktürk-2 Stereoskopik Görüntülerinden Sayısal Yüzey Modeli Üretimi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilim. Derg. 17, 18–26.
- Sakarya, U., Gürbüz, S.Z., Demirkesen, C., Deveci, H.S., Tankız, S., Öztoprak, A.F., Yılmaz, Ö., Atıl, İlçay, Arabacı, M.A., Akbaba, N., others, 2014. Afet Yönetiminde Görüntü İşleme Uygulamalarının Kısa Bir İncelemesi ve RASAT ile Örnek Uygulamalar, in: V. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu (UZAL-CBS 2014).
- Teke, M., 2016. Satellite Image Processing Workflow for RASAT And Göktürk-2. J. Aeronaut. Sp. Technol. 9, 1–13.
- Teke, M., Deveci, H.S., Öztoprak, F., Efendioplu, M., Küpçü, R., Demirkesen, C., Şimşek, F.F., Bağcı, B., Uysal, E., Türker, U., 2016. Akıllı Tarım Fizibilite Projesi: Hassas Tarım Uygulamaları İçin Havadan Ve Yerden Veri Toplanması, İşlenmesi Ve Analizi, in: 6. UZAKTAN ALGILAMA-CBS SEMPOZYUMU (UZAL-CBS 2016), 5-7 Ekim 2016, Adana. Adana, pp. 463–473.
- Teke, M., Seyfioglu, M.S., Agcal, A., Gurbuz, S.Z., 2014. Optimal pansharpening of RASAT satellite imagery, in: 2014 22nd Signal Processing and Communications Applications Conference, SIU 2014 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/SIU.2014.6830642>
- Teke, M., Tevriozoglu, I., Oztoprak, A.F., Demirkesen, C., Acikgoz, I.S., Gurbuz, S.Z., Kupcu, R., Avenoglu, B., 2015. GEOPORTAL: Tübitak Uzay satellite data processing and sharing system, in: RAST 2015 - Proceedings of 7th International Conference on Recent Advances in Space Technologies. <https://doi.org/10.1109/RAST.2015.7208347>
- Teke, M., Yardimci, Y., 2016. Crop classification with Göktürk-2 time series imagery, in: 2016 24th Signal Processing and Communication Application Conference, SIU 2016 - Proceedings. <https://doi.org/10.1109/SIU.2016.7496049>
- Ufuk, D.U., Demirpolat, C., Demirci, M.F., 2017. Uydu Görüntülerinin Düşük Frekanslı Bileşenlerinden Yüksek Hızlı Bulut Tespiti 1–4.