

Uzaktan Algılamada Yüksek Başarım

Mustafa Teke^{1,2}, Ahmet Erdem^{1,2}, Alptekin Temizel²

1. HAVELSAN A.Ş

{mteke, aerdem}@havelsan.com.tr

2. Enformatik Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi

atemizel@ii.metu.edu.tr



Taslak

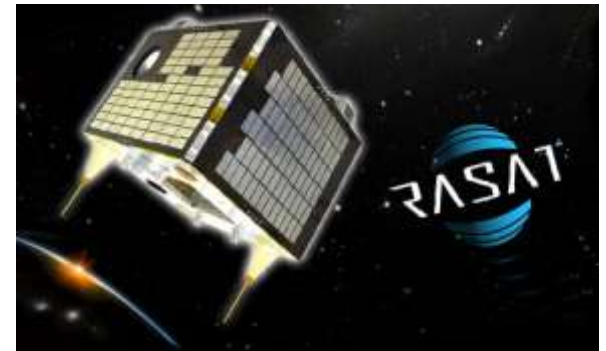
- Problem
- Algoritmalar
- GPU Gerçekleştirimi
- Testler
- Sonuçlar



Problem Tanımı

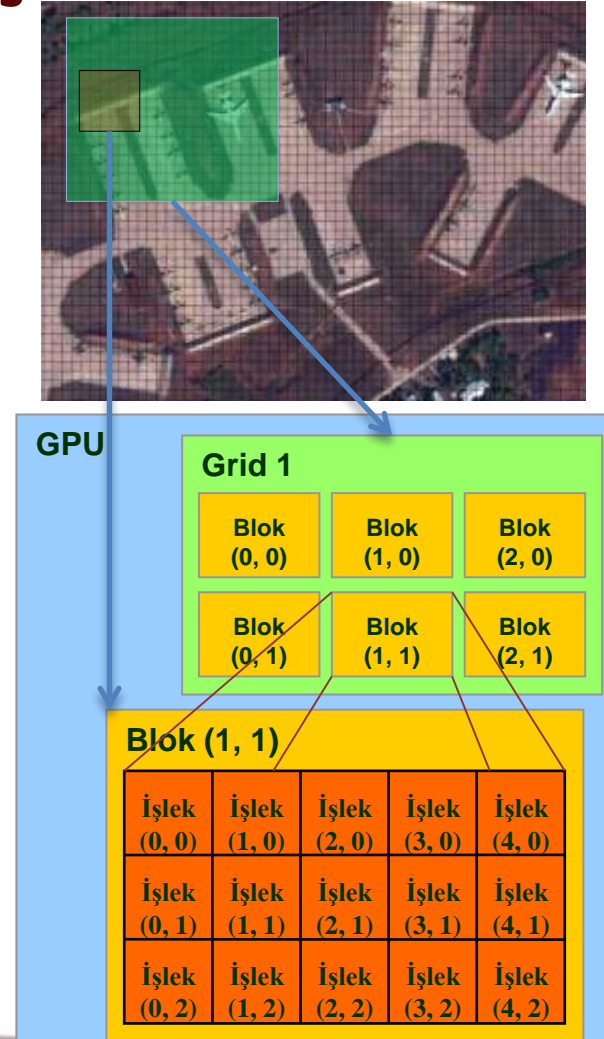
Uydu Görüntülerinin İşlenmesi:

- 4 Bant ve 16-bit (*short*) formatta
- 10000x10000 piksel görüntü ~800MB
- Yüksek Miktarda Veri
 - TÜBİTAK RASAT
 - Göktürk I ve II uyduları



Görüntülerin Paralel İşlenmesi

- GPU'ların çoklu işlemcili yapısı görüntülerin paralel işlenmesine uygundur.
- Tüm pikseller paralel işlenebilmektedirler



GPU Gerçekleştirimleri

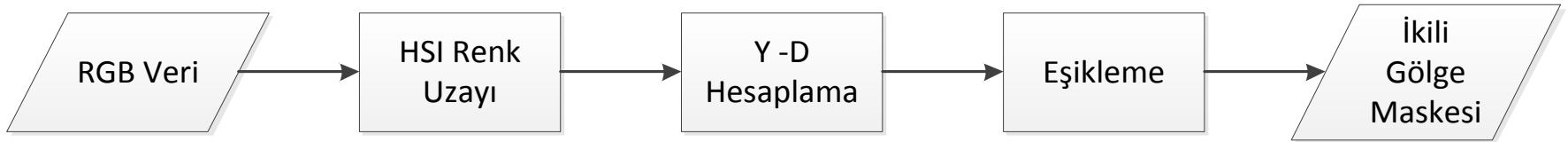
- Büyük hacimli veri işlenmektedir
- Her işlem bir CUDA Kernel fonksiyonu olarak yazıldı

```
__global__ void
CalculateHistogram( ValueType * pImgData, int *pHistograms,
                   int width, int height, int size, int step)
{
    unsigned int x = blockIdx.x*blockDim.x + threadIdx.x;
    unsigned int y = blockIdx.y*blockDim.y + threadIdx.y;

    if(x < width && y < height)
    {
        unsigned char nValue;
        nValue = (unsigned char)pImgData[y*step+x];
        atomicAdd(&pHistograms[nValue], 1);
    }
}
```

Gölge Tespiti

- Nesnelerin tespiti için kullanılmaktadır.
- Görüntüler HSI(Hue-Saturation-Intensity) renk uzayına dönüştürülür
- Intensity (Yeğinlik) – Saturation (Doygunluk) değeri hesaplanarak Eşiklenir.

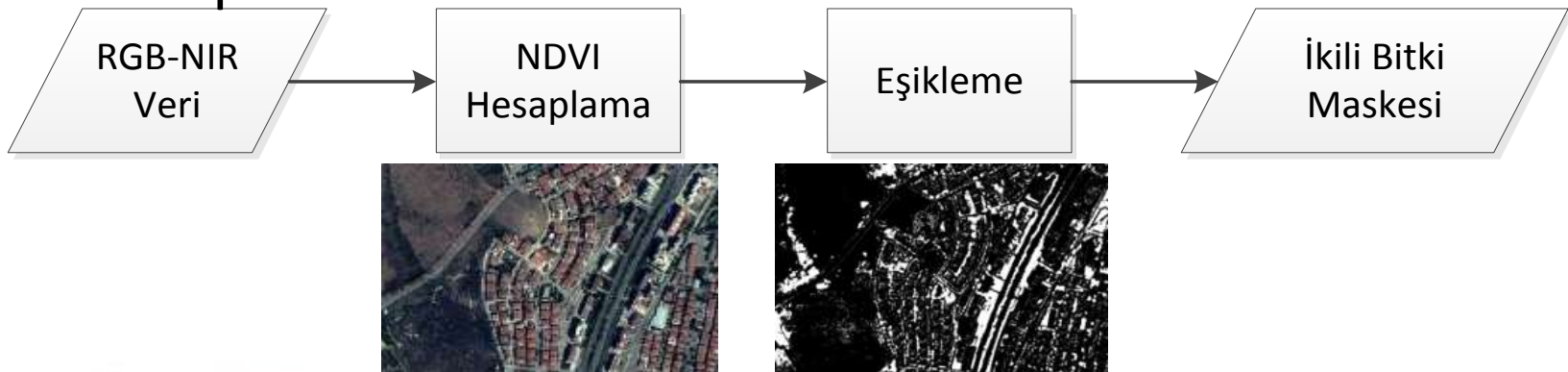


Bitki Tespiti

- Canlı bitkiler fotosentez yaptıkları için Yeşil görünürler, NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) indeksi ile bitkisel alanlar bulunabilir:

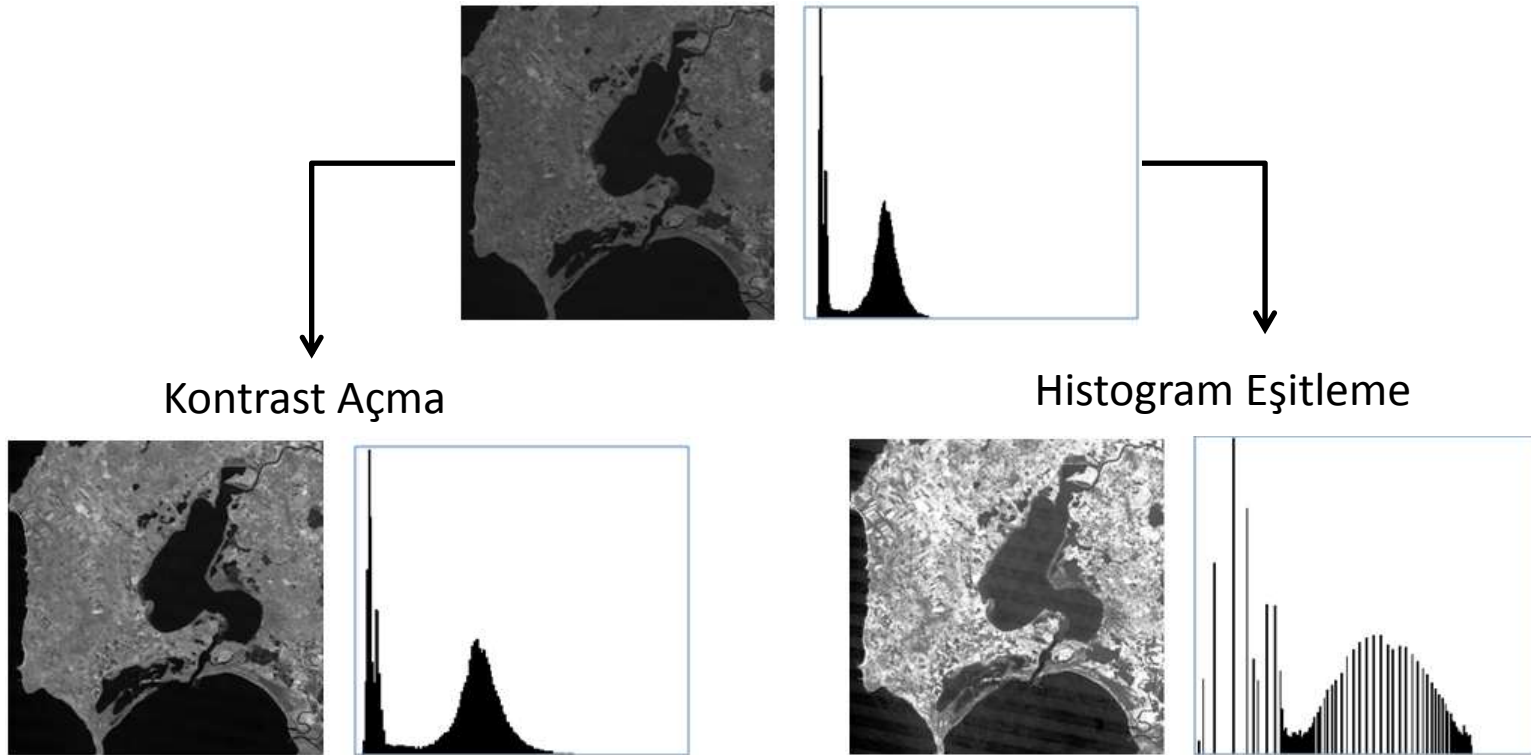
$$NDVI = \frac{Kızılötesi - Görünür(Kırmızı)}{Kızılötesi + Görünür(Kırmızı)}$$

- Bitkiler genelde 0.2 ile 0.4 arası NDVI değerlerine sahiptirler.

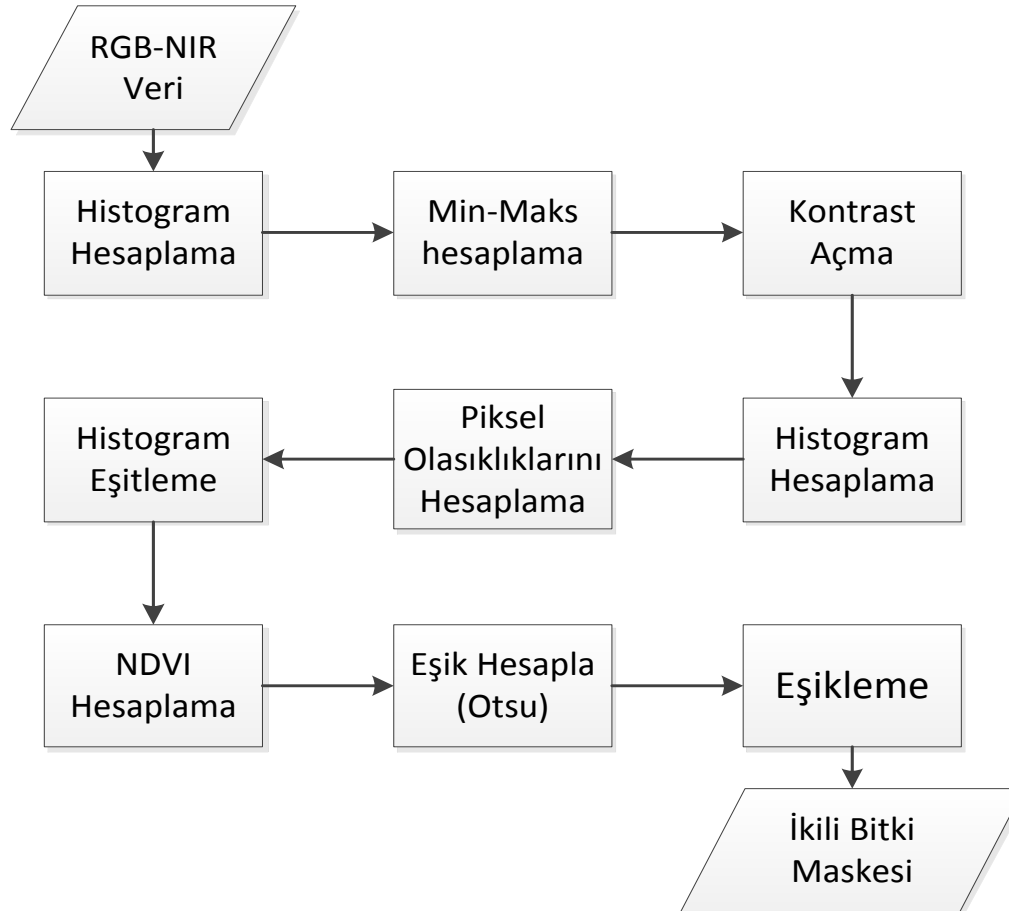


Ön İşleme (Pre-processing)

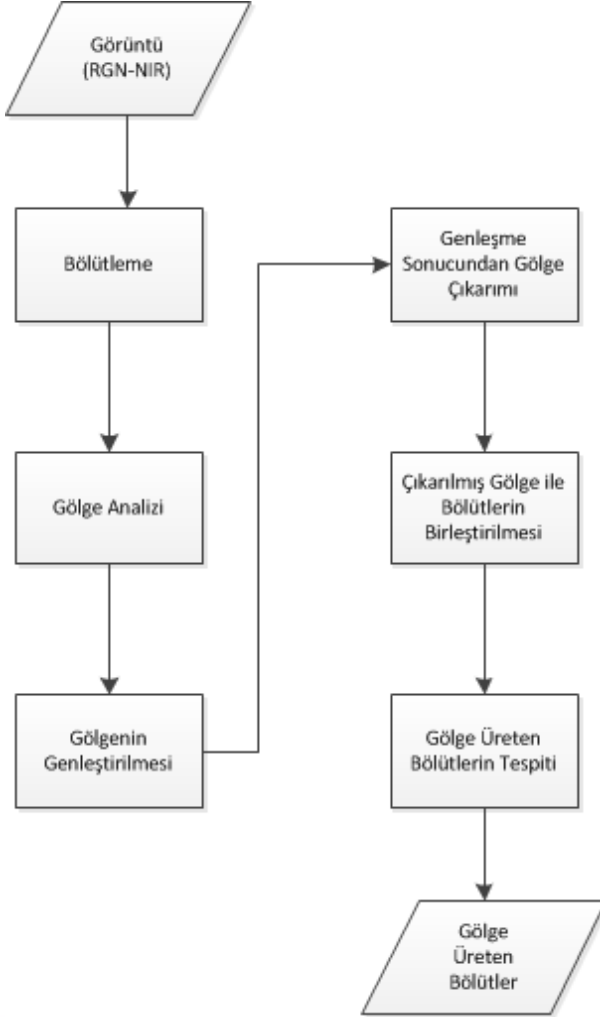
- Görüntüleri İşlemeden Önce İyileştirmek Performansı Arttırır.



Ön İşleme ve Bitki Tespiti



Gölge Üreten Bölütlerin Tespiti



a. Orijinal Görüntü

b. Bölütleme Sonuçları

c. Gölge Sonuçları

d. Gölge Üreten Bölüt Sonuçları

Testler

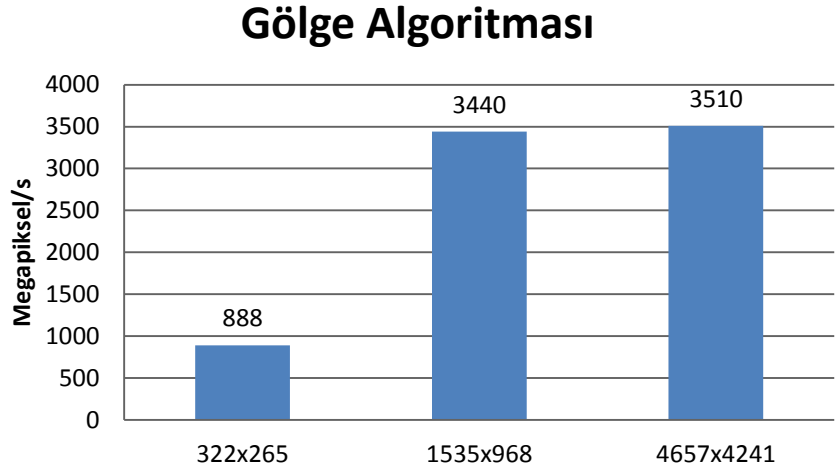
- CPU ve GPU Performansları
 - CPU Tek İşlek ve Çok İşlek (Open MP)
- 8-Bit(byte) ve 16-Bit(short) veri formatları karşılaştırması
- Veri transferinin performansa etkisi
- Bitki ve Önişleme detay iyileştirmeler
- ~5x – 10x Hızlanma Görülmektedir

İşlemci: Intel Core i7 860 @ 2.80GHz, 4Core / 8Threads
Ekran Kartı: Nvidia GTX 460 768MB

Testler

- Görüntü boyutunun GPU gerçekleştirimlerinde performansa olan etkileri

| | Görüntü Boyutu | Süre (ms) | Megapiksel/s |
|---------------------|----------------|-----------|--------------|
| Gölge (Algoritma 1) | 322x265 | 0.38 | 888 |
| | 1535x968 | 1.73 | 3440 |
| | 4657x4241 | 22.51 | 3510 |
| Bitki (Algoritma 2) | 322x265 | 0.38 | 907 |
| | 1535x968 | 0.73 | 8094 |
| | 4657x4241 | 7.56 | 10450 |
| Gölge ve Bitki | 322x265 | 0.36 | 960 |
| | 1535x968 | 1.81 | 3280 |
| | 4657x4241 | 26.94 | 2933 |

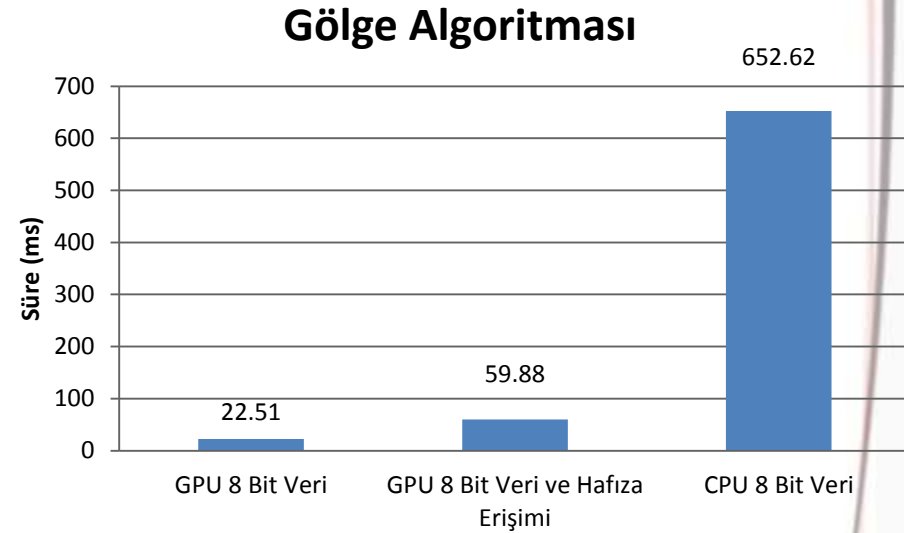


İşlemci: Intel Core i7 860 @ 2.80GHz, 4Core / 8Threads
Ekran Kartı: Nvidia GTX 460 768MB

Testler

- Veri transferinin performansa olan etkisi

| | Algoritma | Süre (ms) | Megapiksel/s |
|----------------------------------|-------------|-----------|--------------|
| GPU 8 Bit Veri | Gölge | 22.51 | 3510 |
| | Bitki | 7.56 | 10450 |
| | Gölge+Bitki | 26.94 | 2933 |
| GPU 8 Bit Veri ve Veri Transferi | Gölge | 59.88 | 1319 |
| | Bitki | 47.42 | 1666 |
| | Gölge+Bitki | 75.74 | 1043 |
| CPU 8 Bit Veri ve Veri Transferi | Gölge | 652.62 | 121 |
| | Bitki | 390.93 | 202 |
| | Gölge+Bitki | 1112.94 | 71 |

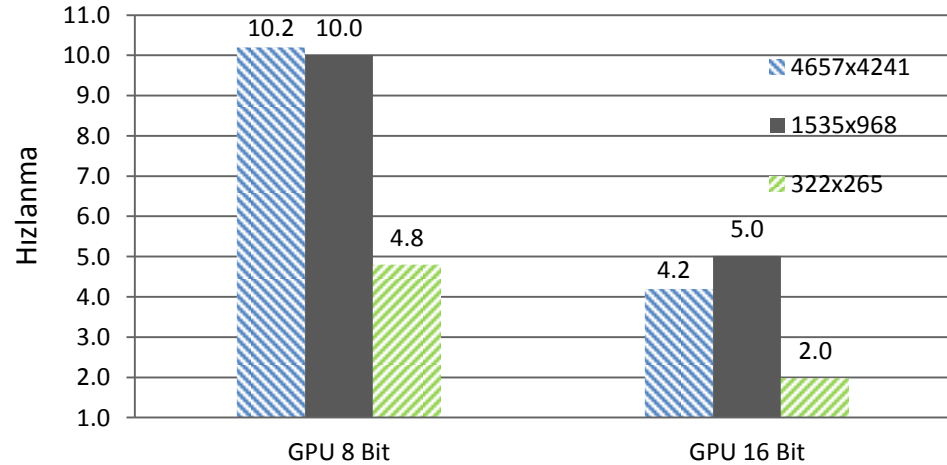


İşlemci: Intel Core i7 860 @ 2.80GHz, 4Core / 8Threads
Ekran Kartı: Nvidia GTX 460 768MB

Testler

- Kompleks Bitki Tespiti Algoritması (Algoritma 3) için CPU ve GPU gerçekleştirim sonuçları

| | Görüntü Boyutu | Süre (ms) | Megapiksel/s |
|---------------------|----------------|-----------|--------------|
| GPU 8 Bit Veri | 322x265 | 3.04 | 112.28 |
| | 1535x968 | 15.6 | 380.99 |
| | 4657x4241 | 163.2 | 484.08 |
| GPU 16 Bit Veri | 322x265 | 5.06 | 67.45 |
| | 1535x968 | 31.08 | 191.23 |
| | 4657x4241 | 397.45 | 198.77 |
| CPU 8 Bit Veri OMP | 322x265 | 14.62 | 23.35 |
| | 1535x968 | 156.22 | 38.05 |
| | 4657x4241 | 1866.28 | 47.41 |
| CPU 8 Bit Veri | 322x265 | 18.42 | 18.53 |
| | 1535x968 | 311.23 | 19.10 |
| | 4657x4241 | 4004.91 | 19.73 |
| CPU 16 Bit Veri OMP | 322x265 | 10.03 | 34.03 |
| | 1535x968 | 156.08 | 38.08 |
| | 4657x4241 | 1688.06 | 46.80 |
| CPU 16 Bit Veri | 322x265 | 14.03 | 24.33 |
| | 1535x968 | 371.08 | 16.02 |
| | 4657x4241 | 4467.75 | 17.68 |



İşlemci: Intel Core i7 860 @ 2.80GHz, 4Core / 8Threads
Ekran Kartı: Nvidia GTX 460 768MB

Testler

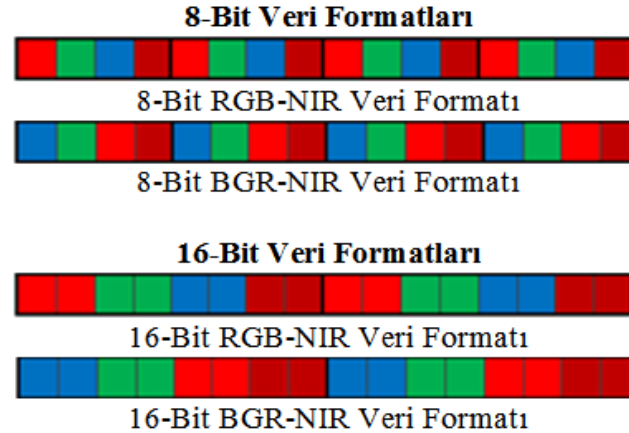
| Veri Formatı | Süre (ms) | Megapiksel/sec |
|-----------------|-----------|----------------|
| 8-Bit (4 bant) | 15.60 | 380.99 |
| 8-Bit (2-bant) | 13.08 | 454.54 |
| 16-Bit (4 bant) | 31.08 | 191.23 |
| 16-Bit (2-bant) | 20.37 | 291.77 |

| Bit Sayısı | Bant Sırası | Süre (ms) | Megapiksel/s |
|------------|-------------|-----------|--------------|
| 8-Bit | RGB-NIR | 13.08 | 455 |
| 8-Bit | BGR-NIR | 9.57 | 621 |
| 16-Bit | RGB-NIR | 20.37 | 292 |
| 16-Bit | BGR-NIR | 19.49 | 305 |

Bant sırasını değiştirmenin gerçekleştirim performansına etkileri

İşlemci: Intel Core i7 860 @ 2.80GHz, 4Core / 8Threads
Ekran Kartı: Nvidia GTX 460 768MB

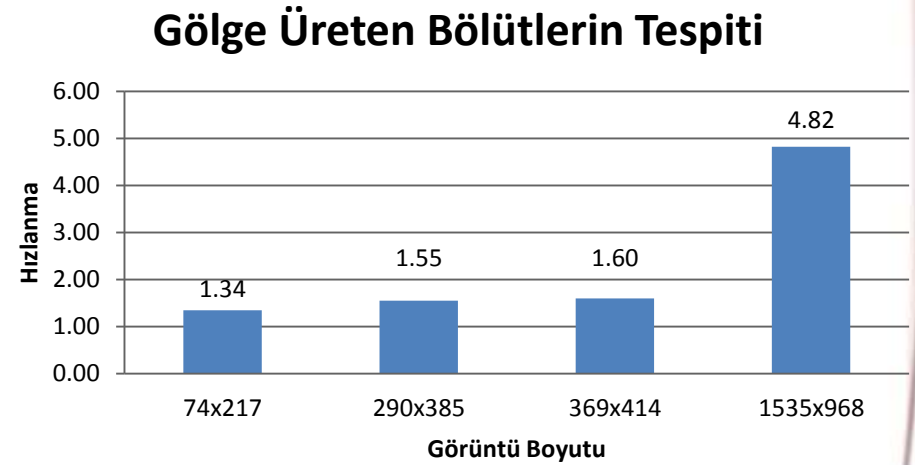
Kompleks Bitki Tespiti Algoritması(Algoritma 3)
için işlemci ve grafik birimi gerçekleştirim sonuçları



Testler

- Gölge Üreten Bölütlerin Tespit Sonucu

| Görüntü Boyutu | CPU Süre (ms) | GPU Süre(ms) |
|----------------|---------------|--------------|
| 74x217 | 0.39 | 0.29 |
| 290x385 | 0.62 | 0.40 |
| 369x414 | 0.74 | 0.50 |
| 1535x968 | 28.85 | 5.98 |



İşlemci: Intel Core i7 860 @ 2.80GHz, 4Core / 8Threads
Ekran Kartı: Nvidia GTX 460 768MB

Sonuçlar

- GPU'lar paralel görüntü işleme görevleri için uygundur.
- Büyük görüntülerin GPU'da işlenmesi daha verimlidir.
- Daha küçük veri formatı kullanmak (16 bit yerine 8 bit) GPU'da daha yüksek hızlanma sağlamaktadır.
- ~5x – 10x Hızlanma Görülmektedir.
- Sürenin büyük kısmı veri transferi ve hafıza erişimi için kullanılmaktadır.

Sorular

Teşekkürler