

SATELLİTE-IMAGERY-ANALYSIS-SENTİNEL2

HAZIRLAYAN

ADI SOYADI : EZGİ YAMAN

İçindekiler

1.GİRİŞ VE VERİ TEMİNİ.....	1
1.1. Veri Kaynağı ve Arama Parametreleri	2
2.COPERNICUS MERKEZ KOORDİNATLARI KONUMU	3
3.GÖRÜNTÜ VERİ SETİNİN HER BİR SPEKTRAL BANDININ ÖZELLİKLERİ	3
4.HİSTOGRAMLAR.....	4
5.İSTATİSTİKLER	9
6.FARKLI BANT KOMBİNASYONLARI.....	14
Doğal Renk (B4, B3, B2)	15
Yanlış Renk (B8, B4, B3)	17
Bitki Örtüsü Analizi (Vegetation Analysis) (B8, B4, B2)	18
Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR) (B12, B8, B4)	19
Tarım (Agriculture) (B11, B8, B2).....	20
7.EN İYİ BANT KOMBİNASYONU.....	21
Bant 8 - Yakın Kızılötesi (NIR): "Bitki ve Su Dedektörü"	21
Bant 4 - Kırmızı (Red): "Kontrast ve Sınır Belirleyici"	21
Bant 3 - Yeşil (Green): "Görsel Derinlik ve Detay"	21
8.GÖRÜNTÜNÜN YAKLAŞIK ÖLÇEĞİ	22
9.GÖRSEL YORUMLANABİLİRLİK ANALİZİ	23
10.GÖRSEL YORUMLAMA ÖĞELERİ ANALİZİ	23
11.KAYNAKÇA	24

1.GİRİŞ VE VERİ TEMİNİ

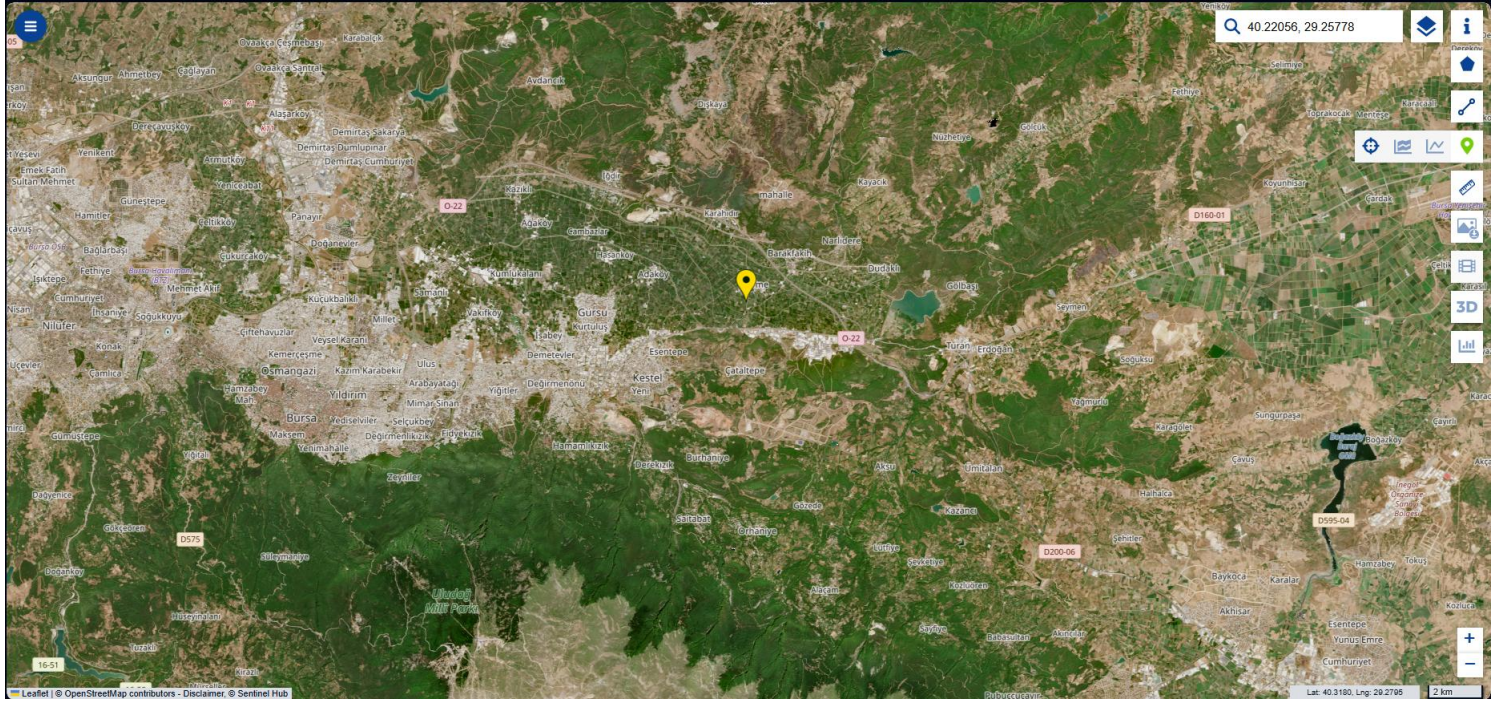
Bu çalışma kapsamında, arazi örtüsü ve kullanımının yüksek mekânsal çözünürlükte analiz edilmesi amacıyla Avrupa Uzay Ajansı'na (ESA) ait **Sentinel-2 MultiSpectral Instrument (MSI)** uydu verileri kullanılmıştır. Sentinel-2'nin seçilme nedeni, 10, 20 ve 60 metre gibi değişken çözünürlüklerde sunduğu zengin spektral bantlar ve güncel tarihli veri setlerine erişim kolaylığıdır. Veri temini ve ön hazırlık süreci aşağıdaki adımlarla gerçekleştirilmiştir:

1.1. Veri Kaynağı ve Arama Parametreleri

Görüntülerin temini için **Copernicus Data Space Ecosystem** (browser.dataspace.copernicus.eu) platformu kullanılmıştır. Veri arama süreci şu teknik kriterler doğrultusunda yürütülmüştür:

- **Coğrafi Konumlandırma:** Ödevde tanımlanan **40.22056 N** ve **29.25778 E** merkez koordinatları sistemin arama ara yüzüne girilerek Bursa ve çevresini kapsayan çalışma alanı (ROI) hassas bir şekilde işaretlenmiştir.
- **Veri Seti ve Seviye Seçimi:** Veri kaynağı olarak **Sentinel-2 MSI** seçilmiş, işleme seviyesi olarak ise atmosferin üstü yansımaya değerlerini içeren **Level-1C (L1C)** ürünü tercih edilmiştir.
- **Zaman Aralığı:** Analiz için **2015 - 2025** yılları arasındaki veriler taranmıştır.
- **Bulutluluk Oranı:** Görüntü netliğini sağlamak ve spektral değerlerin sapmasını önlemek amacıyla bulutluluk oranı **maksimum %10** olarak kısıtlanmıştır.

2.COPERNICUS MERKEZ KOORDİNATLARI KONUMU

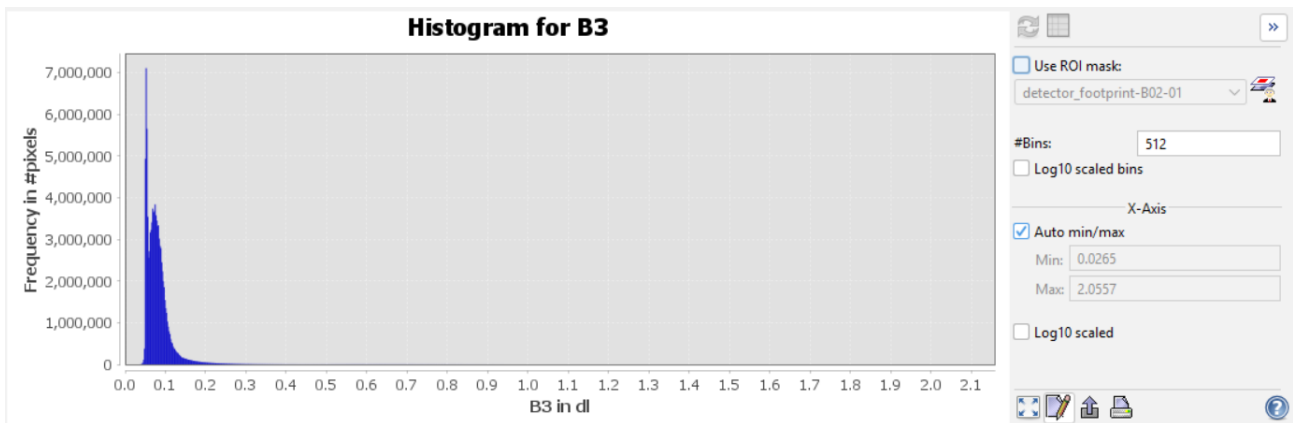
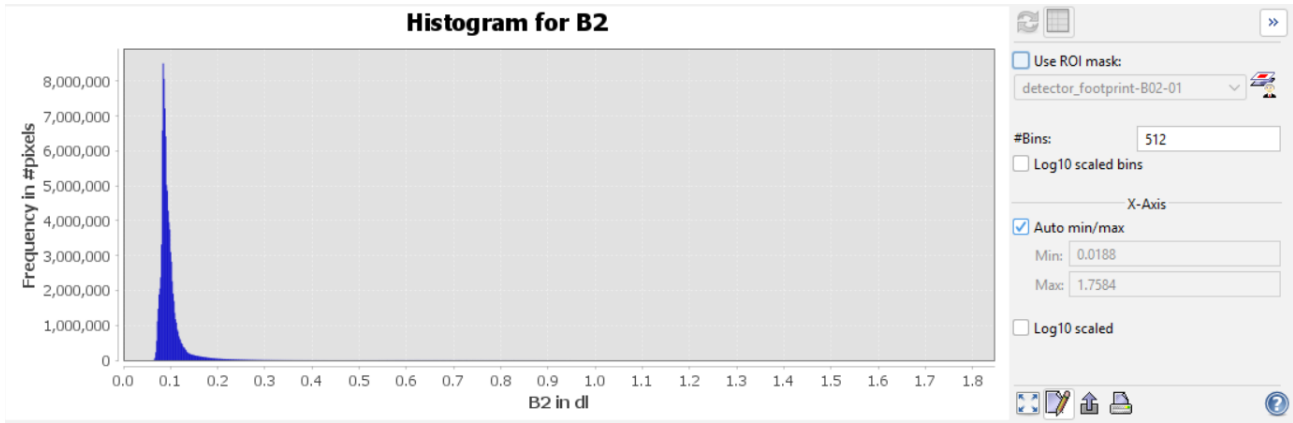
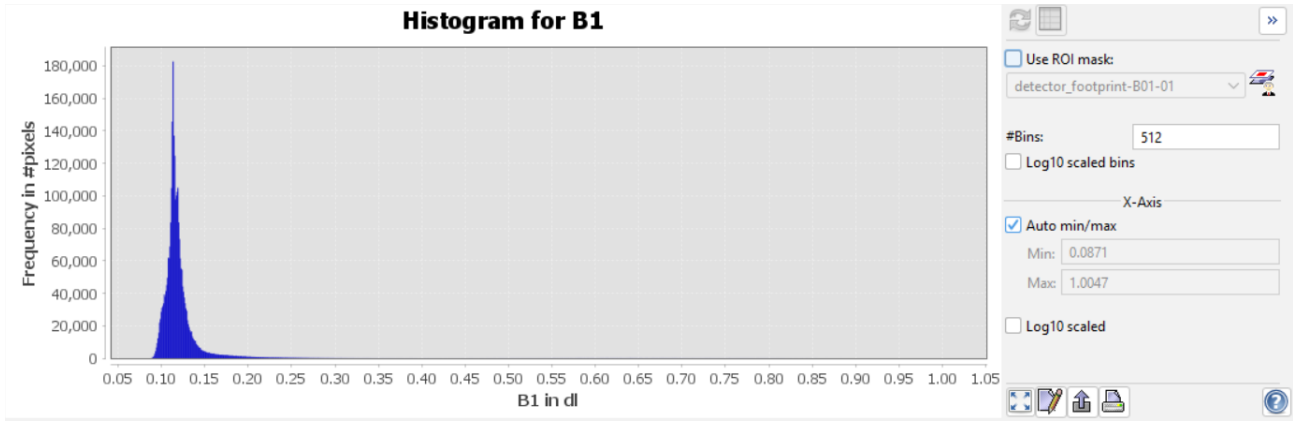


3.GÖRÜNTÜ VERİ SETİNİN HER BİR SPEKTRAL BANDININ ÖZELLİKLERİ

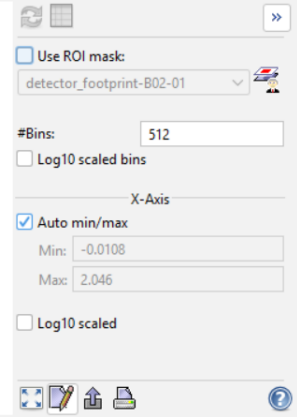
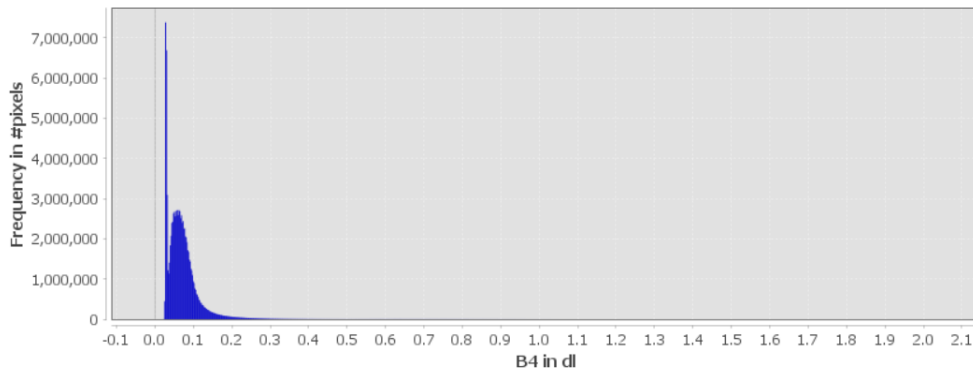
Uydu	Görüntü Çözünürlükleri				Uydu Tipi	Algılama Tipi	Algılama' da Kullanılan Enerji Türü
	Spektal Çözünürlük	Mekansal Çözünürlük	Radyometrik Çözünürlük	Zamansal Çözünürlük			
	B1: 443 nm (Coastal Aerosol)	60 m					
	B2 : 490 nm Blue (Mavi)	10 m					

Sentinel 2	B3: 560 nm Green (Yeşil)	10 m	12 BİT	5 GÜN	Yörüng esel Uydu	Pasif Uzaktan Algılama	Elektroma nyetik Enerji
	B4: 665 nm Red (Kırmızı)	10 m					
	B5: 705 nm (Kırmızı kenar 1)	20 m					
	B6: 740 nm (Kırmızı kenar 2)	20 m					
	B7: 783 nm (Kırmızı kenar 3)	20 m					
	B8: 842 nm(NIR)	10 m					
	B8A:865 nm (Narrow NIR)	20 m					
	B9: 945 nm(Water Vapor)	60 m					
	B10: 1375 nm (SWIR- Cirrus)	60 m					
	B11: 1610 nm (SWIR- 1)	20 m					
	B12: 2190 nm(SWIR- 2)	20 m					

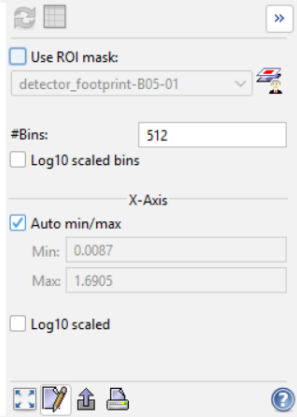
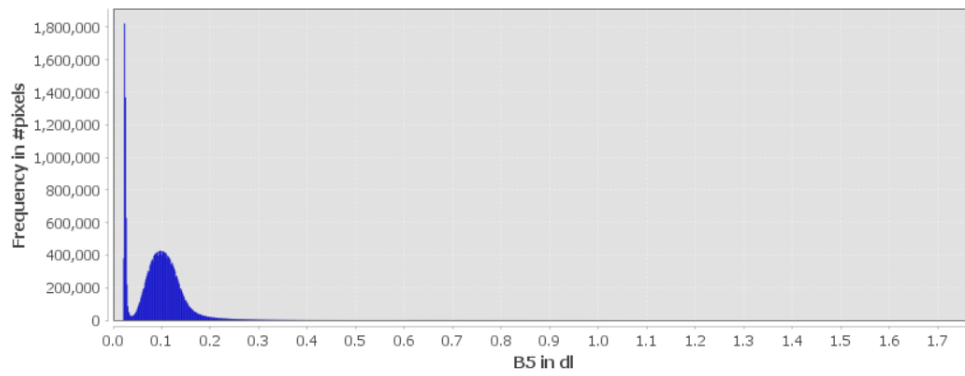
4.HİSTOGRAMLAR



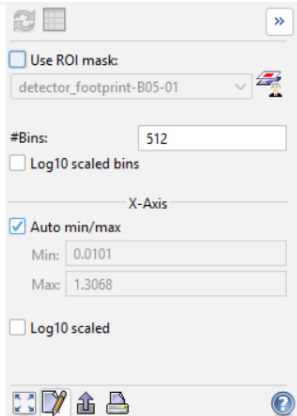
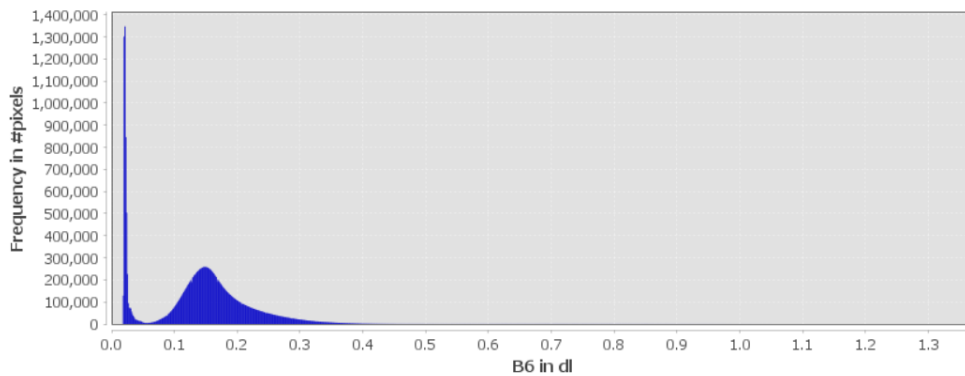
Histogram for B4

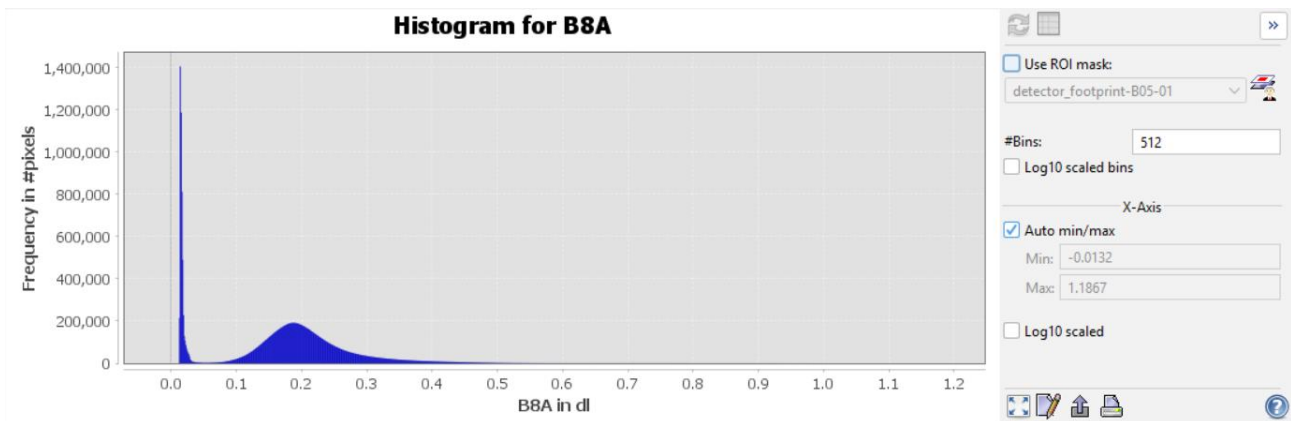
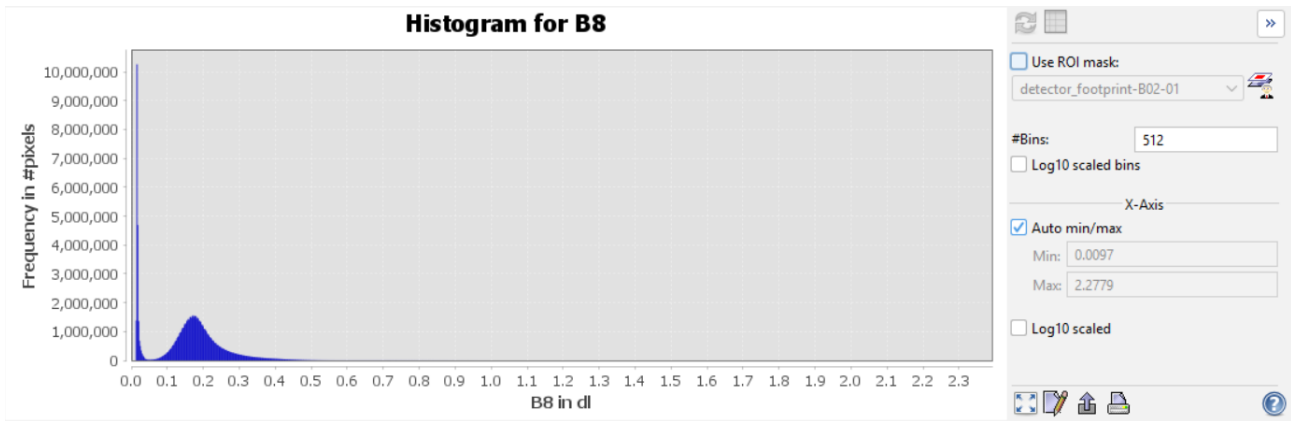
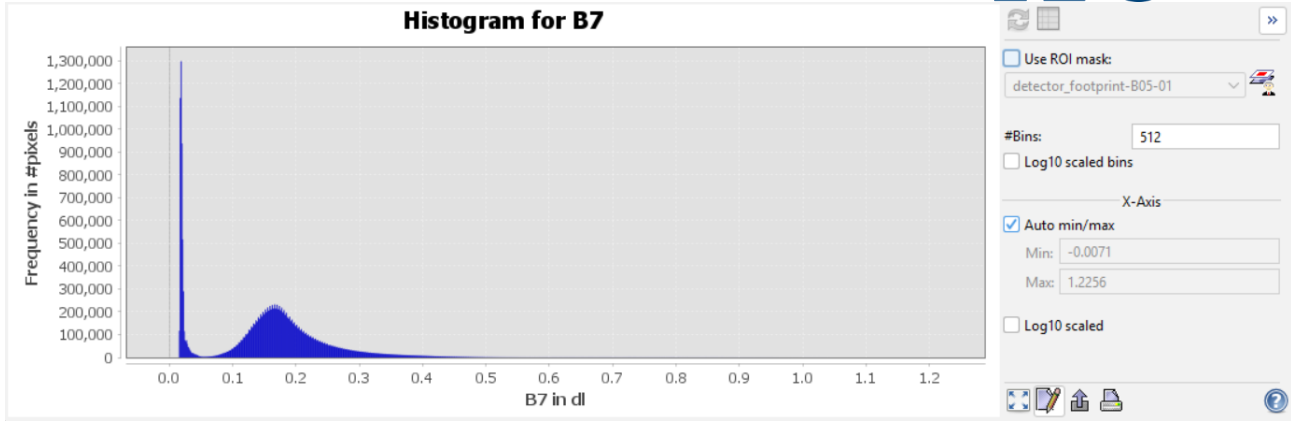


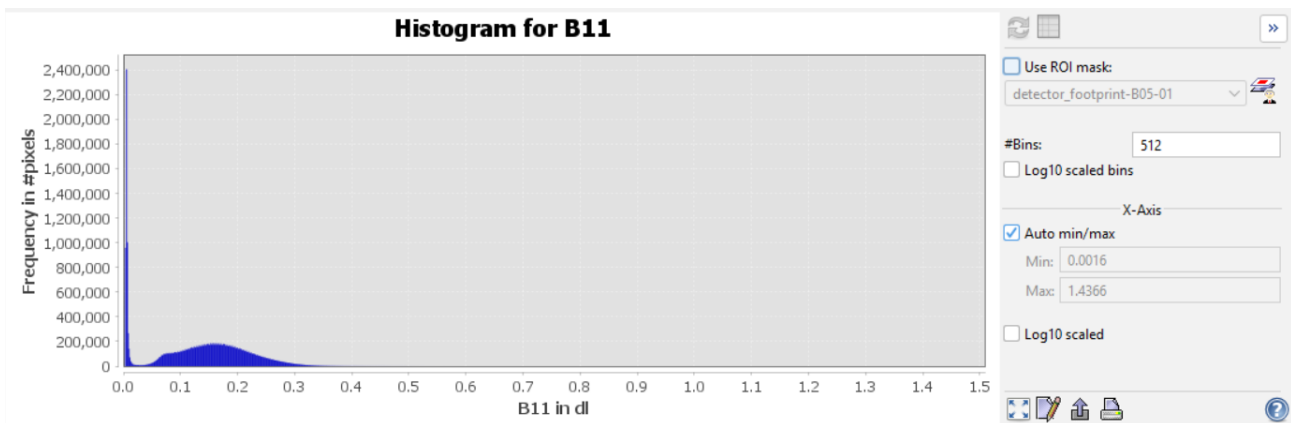
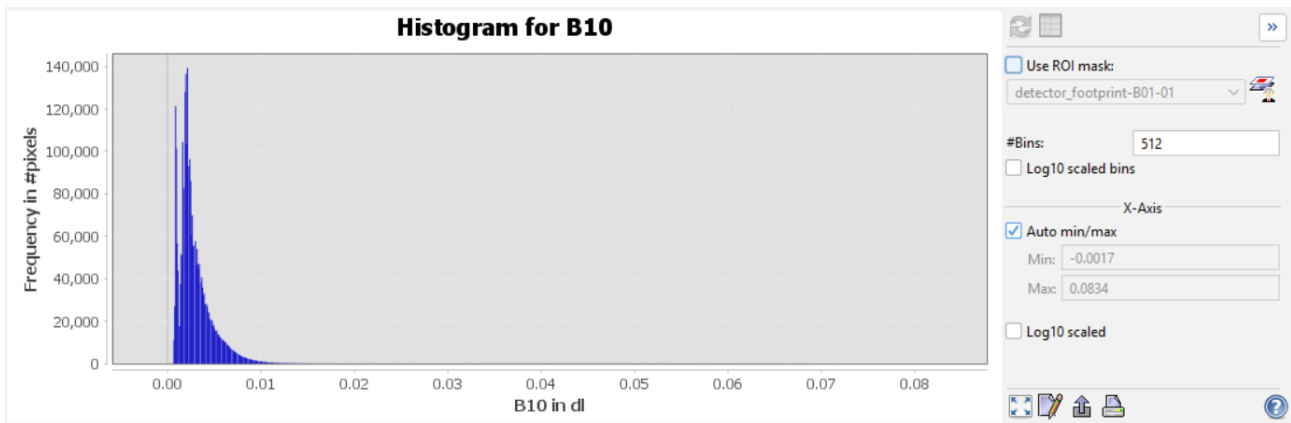
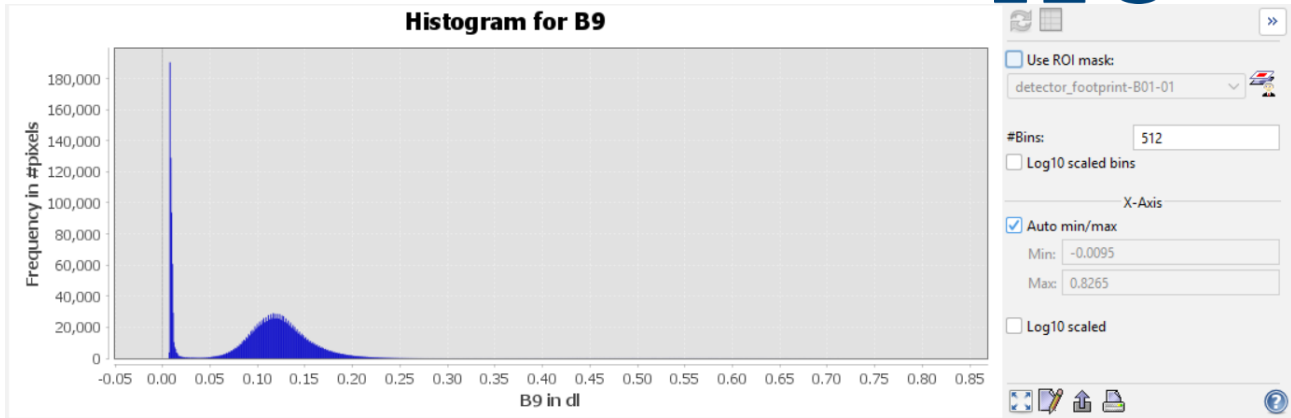
Histogram for B5

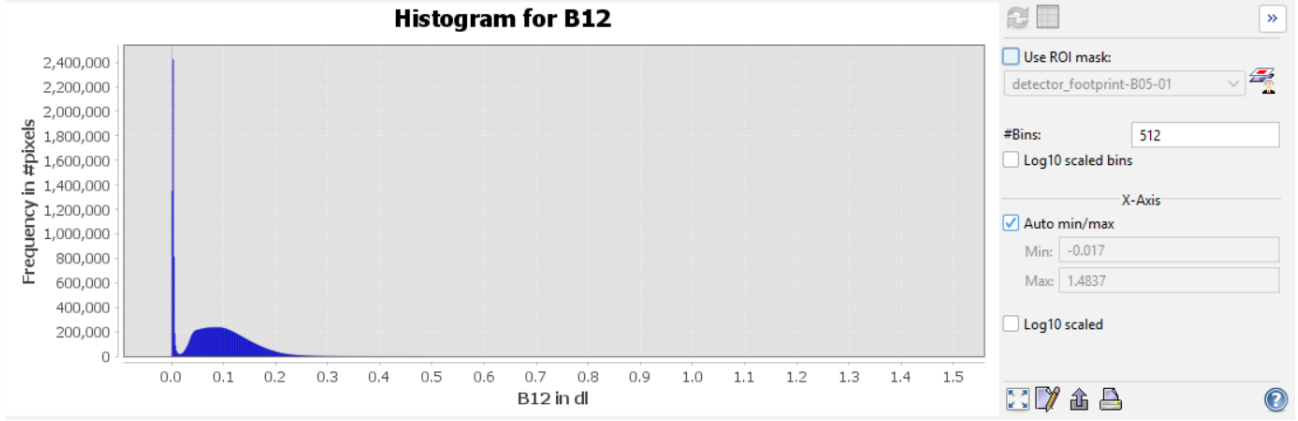


Histogram for B6









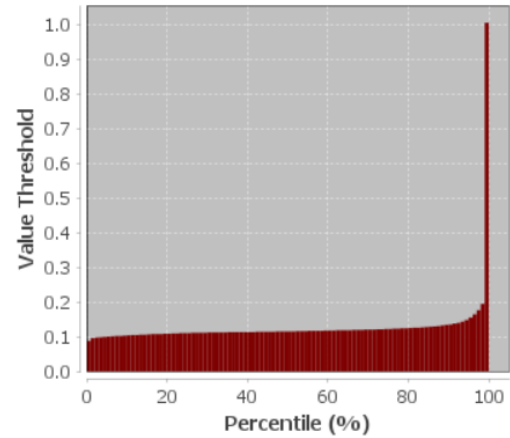
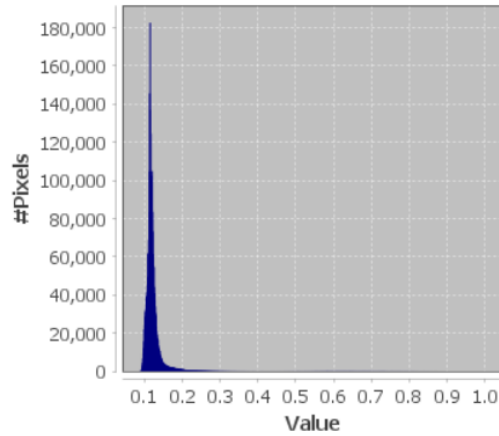
5. İSTATİSTİKLER

	Minimum	Maksimum	Ortalama	Standart Sapma
Band 1	0.0871	1.0047	0.1216	0.0383
Band 2	0.0188	1.7584	0.0990	0.0443
Band 3	0.0265	2.0557	0.0820	0.0473
Band 4	-0.0108	2.0460	0.0717	0.0574
Band 5	0.0087	1.6905	0.0955	0.0629
Band 6	0.0101	1.3068	0.1434	0.0860
Band 7	-0.0071	1.2256	0.1588	0.0969
Band 8	0.0097	2.2779	0.1615	0.0993

Band 8A	-0.0132	1.1867	0.1735	0.1047
Band 9	-0.0095	0.8265	0.1022	0.0591
Band 10	-0.0017	0.0834	0.0030	0.0030
Band 11	0.0016	1.4366	0.1321	0.0843
Band 12	-0.0170	1.4837	0.0838	0.0603

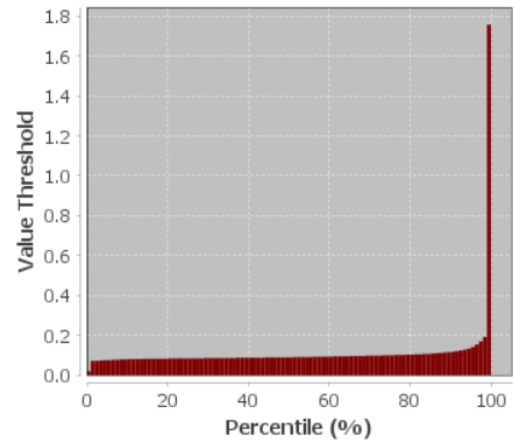
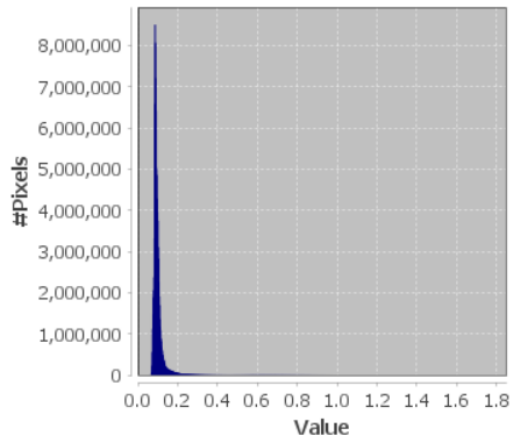
B1

#Pixels total: 2759162
 Minimum: 0.0871
 Maximum: 1.0047
 Mean: 0.1216
 Sigma: 0.0383
 Median: 0.1146
 Coef Variat... 0.3151
 ENL: 0.3615
 P75 thresh... 0.1220
 P80 thresh... 0.1247
 P85 thresh... 0.1284
 P90 thresh... 0.1348
 Max error: 9.176E-4



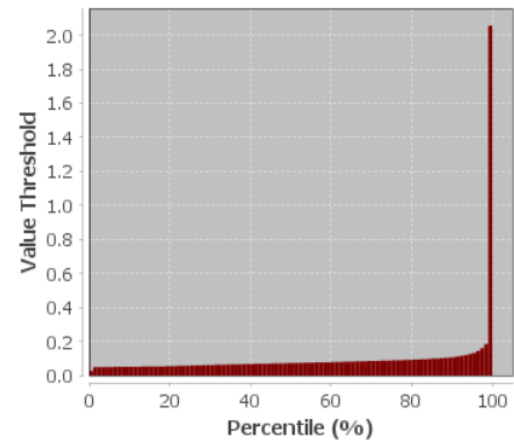
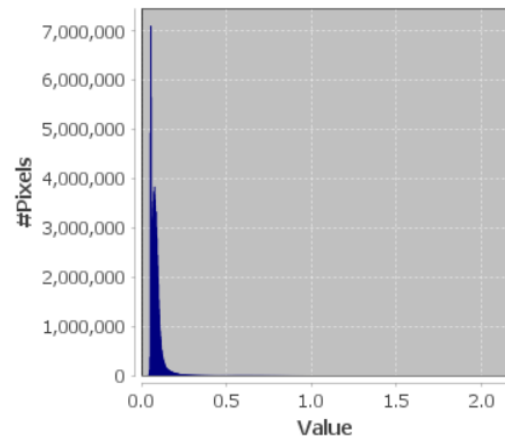
B2

#Pixels total: 99340916
 Minimum: 0.0188
 Maximum: 1.7584
 Mean: 0.0990
 Sigma: 0.0443
 Median: 0.0884
 Coef Variat... 0.4473
 ENL: 0.1465
 P75 thresh... 0.0988
 P80 thresh... 0.1023
 P85 thresh... 0.1075
 P90 thresh... 0.1162
 Max error: 0.0017



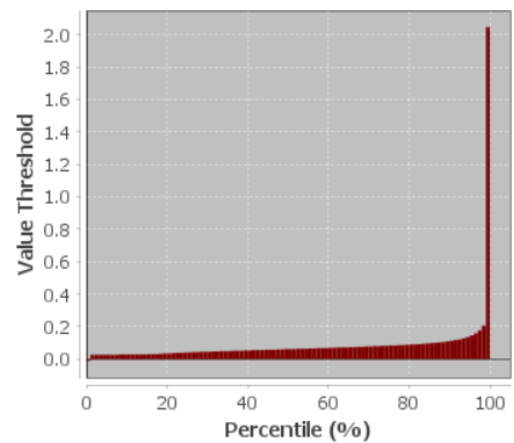
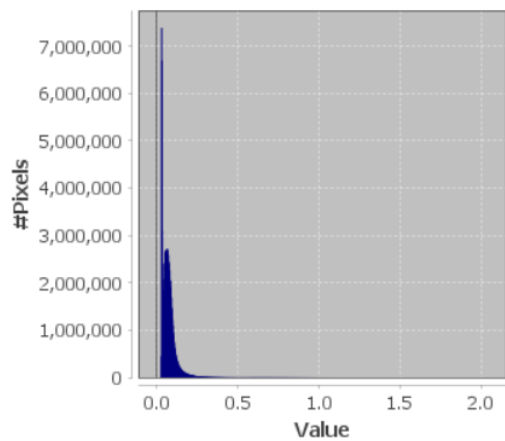
B3

#Pixels total: 99333110
 Minimum: 0.0265
 Maximum: 2.0557
 Mean: 0.0820
 Sigma: 0.0473
 Median: 0.0732
 Coef Variat... 0.5764
 ENL: 0.0935
 P75 thresh... 0.0894
 P80 thresh... 0.0935
 P85 thresh... 0.0996
 P90 thresh... 0.1077
 Max error: 0.0020



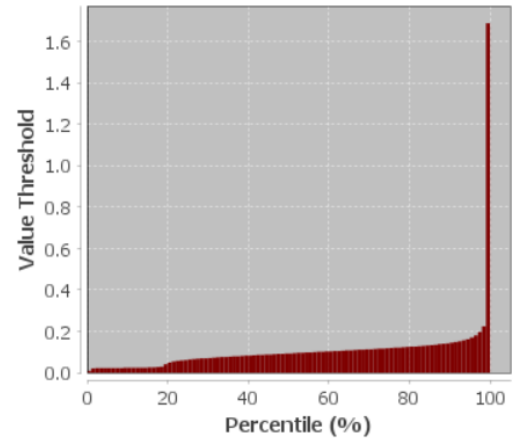
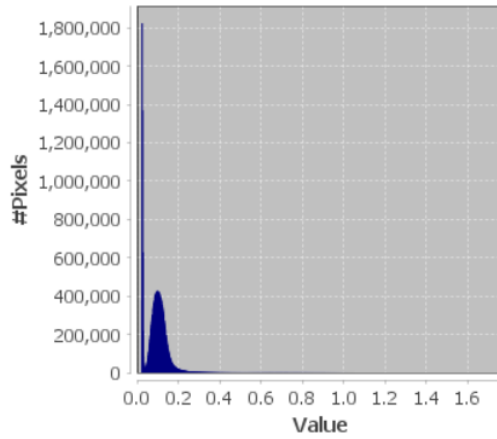
B4

#Pixels total: 99337824
 Minimum: -0.0108
 Maximum: 2.0460
 Mean: 0.0717
 Sigma: 0.0574
 Median: 0.0612
 Coef Variat... 0.8007
 ENL: 0.0571
 P75 thresh... 0.0838
 P80 thresh... 0.0900
 P85 thresh... 0.0982
 P90 thresh... 0.1126
 Max error: 0.0021



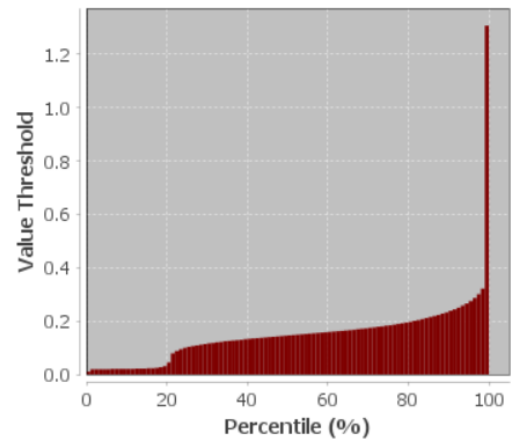
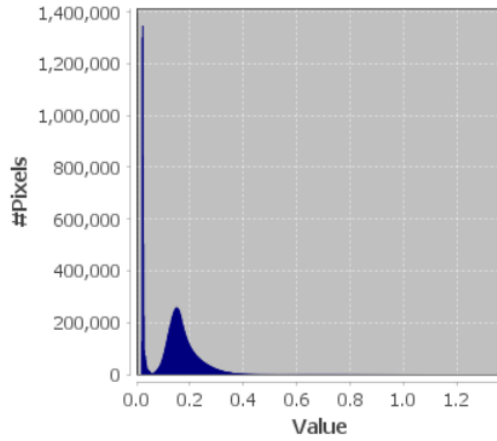
B5

#Pixels total: 24834580
 Minimum: 0.0087
 Maximum: 1.6905
 Mean: 0.0955
 Sigma: 0.0629
 Median: 0.0928
 Coef Variat...: 0.6590
 ENL: 0.1263
 P75 thresh...: 0.1197
 P80 thresh...: 0.1264
 P85 thresh...: 0.1332
 P90 thresh...: 0.1449
 Max error: 0.0017



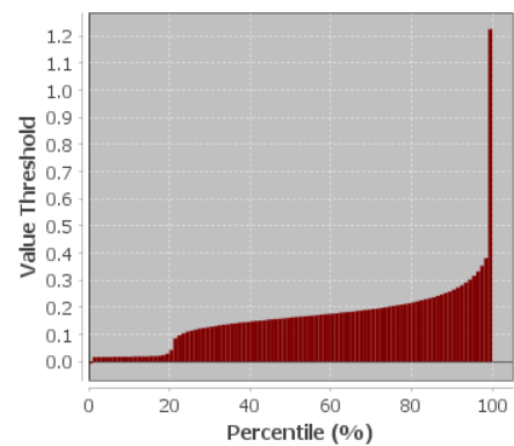
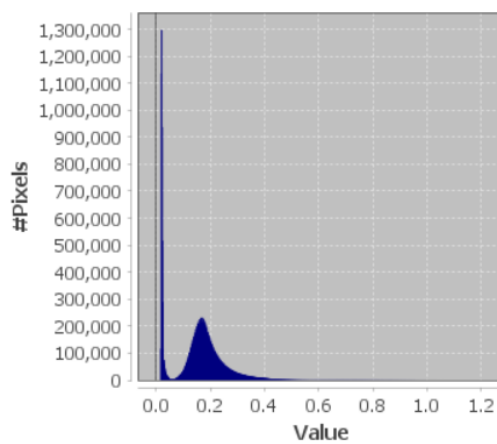
B6

#Pixels total: 24831823
 Minimum: 0.0101
 Maximum: 1.3068
 Mean: 0.1434
 Sigma: 0.0860
 Median: 0.1467
 Coef Variat...: 0.5997
 ENL: 0.4359
 P75 thresh...: 0.1839
 P80 thresh...: 0.1968
 P85 thresh...: 0.2150
 P90 thresh...: 0.2383
 Max error: 0.0013



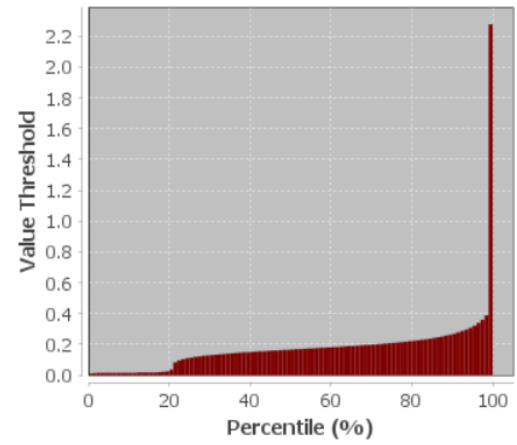
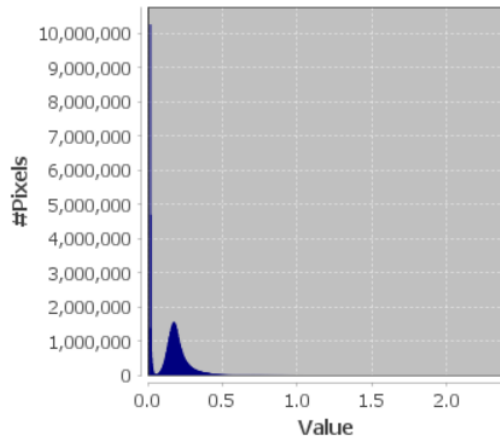
B7

#Pixels total: 24835699
 Minimum: -0.0071
 Maximum: 1.2256
 Mean: 0.1588
 Sigma: 0.0969
 Median: 0.1631
 Coef Variat...: 0.6102
 ENL: 0.5645
 P75 thresh...: 0.2049
 P80 thresh...: 0.2185
 P85 thresh...: 0.2370
 P90 thresh...: 0.2653
 Max error: 0.0012



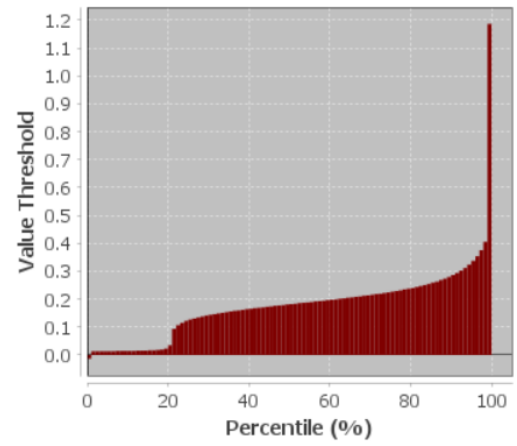
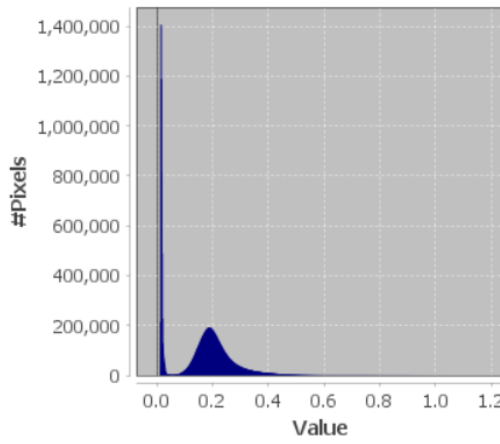
B8

#Pixels total: 99337974
Minimum: 0.0097
Maximum: 2.2779
Mean: 0.1615
Sigma: 0.0993
Median: 0.1662
Coef Variat... 0.6153
ENL: 0.6014
P75 thresh... 0.2093
P80 thresh... 0.2229
P85 thresh... 0.2411
P90 thresh... 0.2683
Max error: 0.0023



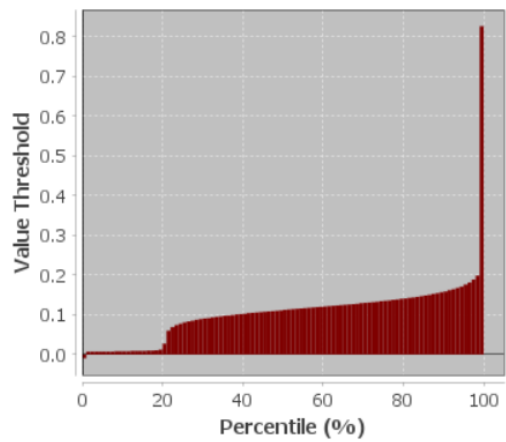
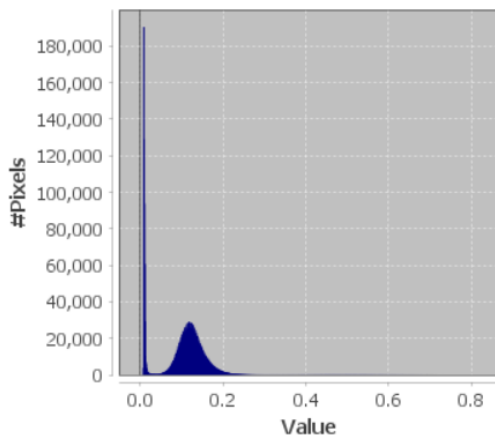
B8A

#Pixels total: 24834121
Minimum: -0.0132
Maximum: 1.1867
Mean: 0.1735
Sigma: 0.1047
Median: 0.1829
Coef Variat... 0.6032
ENL: 0.7179
P75 thresh... 0.2268
P80 thresh... 0.2400
P85 thresh... 0.2592
P90 thresh... 0.2868
Max error: 0.0012



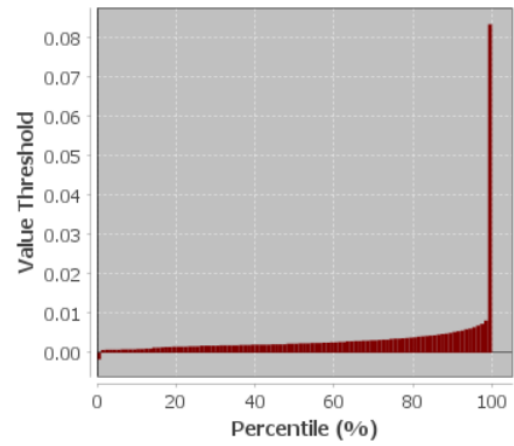
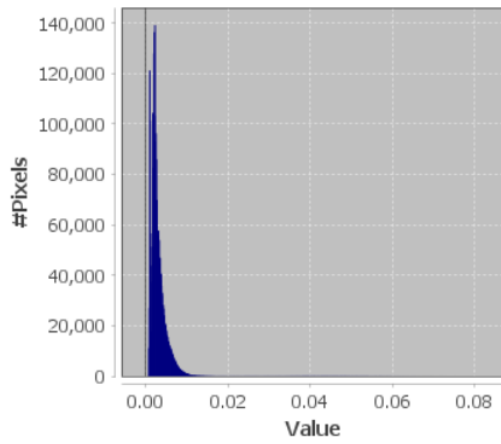
B9

#Pixels total: 2758419
Minimum: -0.0095
Maximum: 0.8265
Mean: 0.1022
Sigma: 0.0591
Median: 0.1126
Coef Variat... 0.5786
ENL: 0.5441
P75 thresh... 0.1351
P80 thresh... 0.1410
P85 thresh... 0.1485
P90 thresh... 0.1585
Max error: 8.36E-4



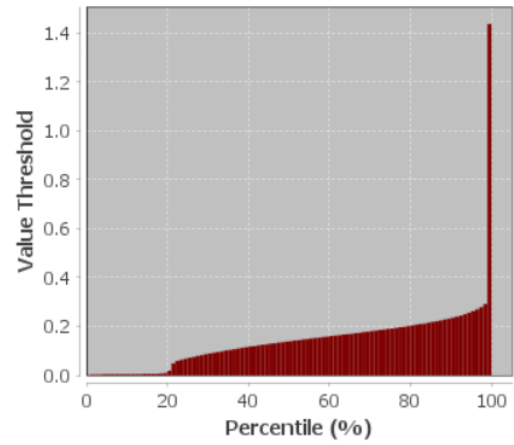
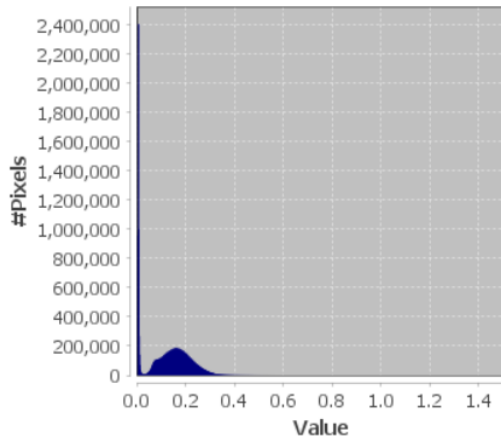
B10

#Pixels total: 2759993
Minimum: -0.0017
Maximum: 0.0834
Mean: 0.0030
Sigma: 0.0030
Median: 0.0024
Coef Variat... 1.0172
ENL: 0.0186
P75 thresh... 0.0036
P80 thresh... 0.0039
P85 thresh... 0.0044
P90 thresh... 0.0053
Max error: 8.51E-5



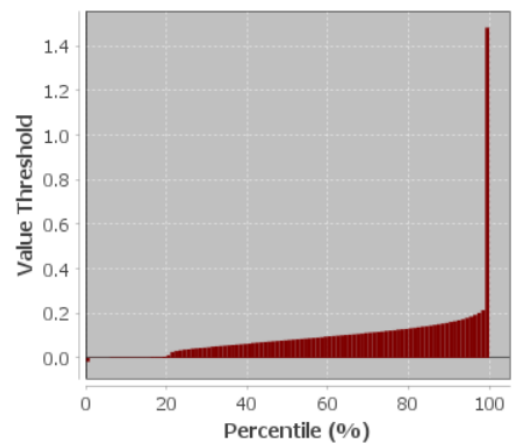
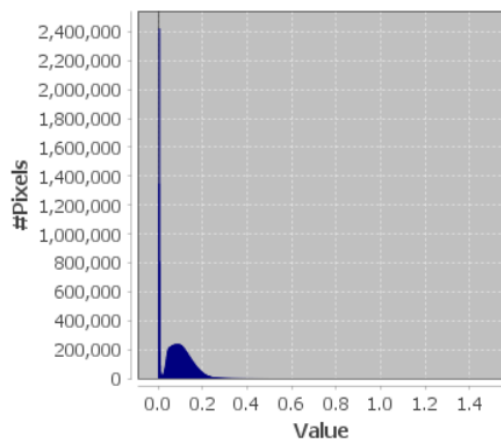
B11

#Pixels total: 24831974
Minimum: 0.0016
Maximum: 1.4366
Mean: 0.1321
Sigma: 0.0843
Median: 0.1394
Coef Variat... 0.6381
ENL: 1.0392
P75 thresh... 0.1910
P80 thresh... 0.2039
P85 thresh... 0.2183
P90 thresh... 0.2355
Max error: 0.0014



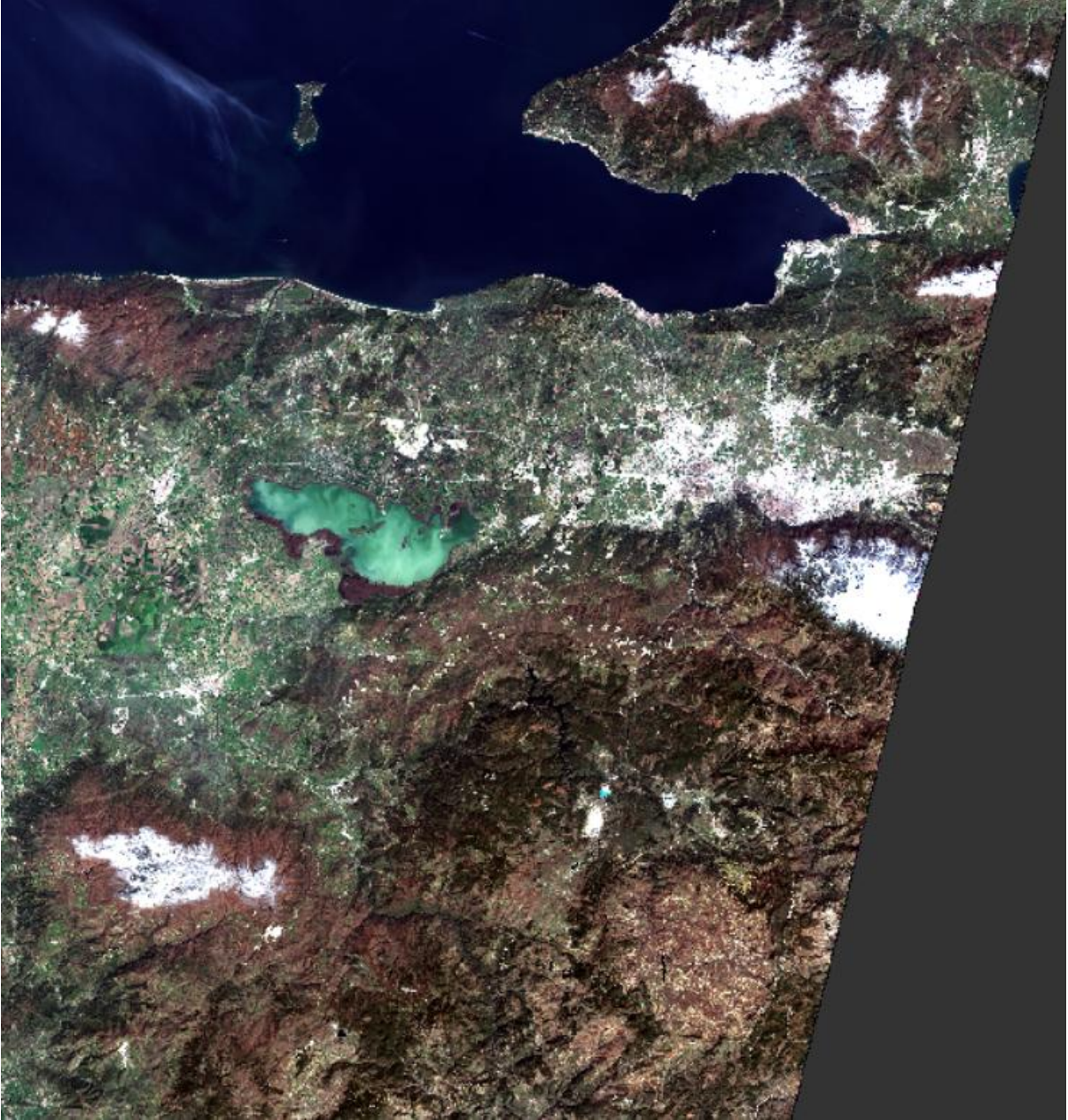
B12

#Pixels total: 24832823
Minimum: -0.0170
Maximum: 1.4837
Mean: 0.0838
Sigma: 0.0603
Median: 0.0814
Coef Variat... 0.7202
ENL: 0.5742
P75 thresh... 0.1226
P80 thresh... 0.1331
P85 thresh... 0.1451
P90 thresh... 0.1616
Max error: 0.0015



6.FARKLI BANT KOMBİNASYONLARI

Doğal Renk (B4, B3, B2)



Doğal Renk (Natural Color) kombinasyonu, **RGB: 4, 3, 2** bantlarının birleşimiyle oluşur. Bu kombinasyon, insan gözünün yeryüzünü bir uçaktan veya uydudan doğrudan gördüğü haliyle, elektromanyetik spektrumun görünür (visible) bölgesindeki bantlar kullanılarak oluşturulmuştur.

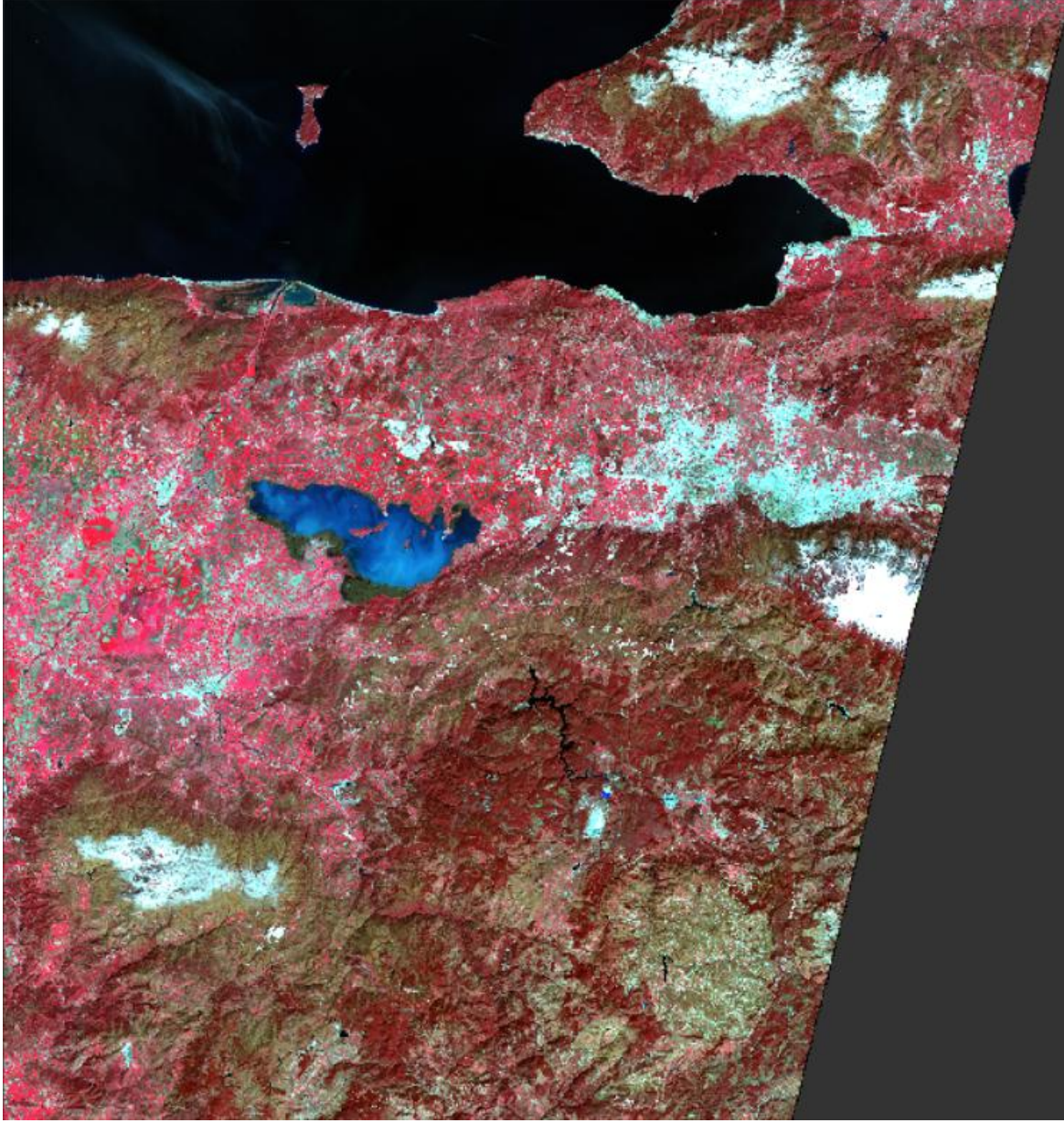
Sağlıklı bitki örtüsü ve ormanlık alanlar koyu yeşil tonlarında görünmektedir. Bu durum, bitkilerin yeşil bandı (B3) yansıtıp, kırmızı (B4) ve mavi (B2) bantları fotosentez için soğurmasından kaynaklanır.

Şehir merkezleri, binalar ve yollar genellikle açık gri, beyaz veya beton rengi tonlarında ayırt edilmektedir. Geometrik şekillerinden dolayı yapay nesneler doğal unsurlardan kolayca ayrılır.

Deniz veya göl gibi su kütleleri, ışığı büyük oranda soğurduğu için çok koyu mavi veya siyaha yakın tonlarda görünür. Suyun sığ olduğu veya tortu içerdiği yerlerde renk turkuaza dönebilir.

Bitki örtüsünün olmadığı açık araziler kahverengi veya krem rengi tonlarında izlenmektedir. Bu kombinasyon, arazi kullanımını (yerleşim, su, orman) genel olarak ayırt etmek ve harita ile karşılaştırma yapmak için en ideal görünümdür. Ancak bitki sağlığı veya nem farklarını anlamak için yetersizdir.

Yanlış Renk (B8, B4, B3)



Bu kombinasyon, "Standart Yanlış Renk" olarak bilinir ve bitki örtüsü çalışmalarının altın kuralıdır. İnsan gözünün göremediği Yakın Kızılötesi (B8) bandını Kırmızı kanalına atarız.

Bu kombinasyonda bitki örtüsü parlak **kırmızı** renkte görünür. Bunun sebebi, sağlıklı bitkilerin hücre yapısı gereği Yakın Kızılötesi (B8) ışınlarını çok güçlü bir şekilde yansıtmasıdır. Kırmızının tonu ne kadar parlak ve koyuysa, bitki o kadar gür ve sağlıklıdır.

Su, kızılötesi ışınları neredeyse tamamen soğurduğu için bu görüntüde siyah görünür. Bu özellik, su-kara sınırlarını (kıyı çizgilerini) belirlemek için mükemmel bir netlik sağlar.

Binalar, asfalt ve beton yapılar genellikle açık mavi veya grimsi tonlarda görünür. Bu sayede şehirleşme ile bitki örtüsü arasındaki fark çok keskin bir şekilde ayrılır.

Bitki Örtüsü Analizi (Vegetation Analysis) (B8, B4, B2)



Bu kombinasyon, Yakın Kızılötesi (8), Kırmızı (4) ve Mavi (2) bantlarını kullanır.

Bu kombinasyonda bitki örtüsü kırmızı ve kahverengi tonları arasında değişir. Ancak standart yanlış renkten farkı, bitki dokusundaki değişimlerin çok daha sert bir kontrastla görünmesidir. Ormanlık alanlar ile çayır/mera alanları arasındaki sınırları çok net çizer.

Mavi bant (B2) ışın içine girdiği için su kütleleri daha derin bir lacivert/siyah tonda görünür. Kıyı çizgisi ve bataklık alanları belirlemek için idealdir.

Şehirler ve yollar açık gri ve cyan (turkuazımsı mavi) tonlarında parlak. Bu, betonlaşmanın bitki örtüsü üzerindeki baskısını analiz etmek için kullanılır.

Özellikle şehir bölge planlama ve orman sınırlarının korunması çalışmalarında, "yeşil alan-beton alan" ayrımını en keskin şekilde yapmak için tercih edilir.

Kısa Dalga Kızılötesi (SWIR) (B12, B8, B4)



Bu kombinasyon "Atmosferik Penetrasyon" kombinasyonu olarak da adlandırılır çünkü SWIR bantları atmosferdeki duman ve ince pusu delip geçebilir.

B12 bandı (Kısa Dalga Kızılötesi), yeryüzündeki nesnelerin su içeriğine (moisture) son derece duyarlıdır. Bu görüntüde bitki örtüsü yeşilin tonlarında görünürken, kuru topraklar ve kayalıklar parlak turuncu veya kahverengi tonlarda seçilir.

Özellikle arazi kullanım (land use) haritalarının çıkarılmasında, orman içindeki nemli ve kuru bölgelerin ayrılmasında ve jeolojik yapıların (fay hatları, kayaç farkları) tespitinde rakipsizdir. Ayrıca, orman yangınlarından sonra yanan alanlar bu kombinasyonda simsiyah veya çok koyu bir tonda çıkarak hasar tespitini kolaylaştırır.

Tarım (Agriculture) (B11, B8, B2)



Tarım bilimcilerin ve çiftçilerin en çok kullandığı, bitki gelişim evrelerini en iyi gösteren kombinasyondur. Tarım alanları çok canlı yeşil tonlarında parlar. Çıplak sürülmüş tarlalar pembe, magenta veya eflatun tonlarında görünür. Bu sayede hangi tarlanın ekili, hangisinin boş (nadas) olduğu anında ayırt edilebilir.

B11 (SWIR 1) bandı toprağın nemini, B8 (NIR) ise bitkinin gürlüğüne ölçer. Bu ikisi birleştiğinde ortaya çok kontrastlı bir görüntü çıkar. Ekili alanlar **parlak neon yeşili** renginde parlarken, hasat edilmiş veya sürülmüş (çıplak) tarlalar eflatun, pembe veya koyu mor tonlarında görülür.

Tarımsal ürün izleme sürecinde, hangi tarlanın ne zaman ekildiğini, sulama ihtiyacını ve nadas alanlarını takip etmek için idealdir. Yerleşim yerleri burada çok koyu kalarak tarım arazilerinin ön plana çıkmasını sağlar.

7.EN İYİ BANT KOMBİNASYONU

Bu çalışma kapsamında, genel arazi kullanımı ve bitki örtüsü analizi için **en iyi kombinasyon olarak RGB: 8, 4, 3 (Yanlış Renk/Kızılötesi)** seçilmiştir.

Bant 8 - Yakın Kızılötesi (NIR): "Bitki ve Su Dedektörü"

Bu kombinasyonun lideridir. İnsan gözü bu bandı göremez ama bitkiler için bir ayna gibidir.

- Sağlıklı bitkilerin hücre yapısı (mezofil dokusu), NIR ışınlarını %50'den fazla oranda geri yansıtır.
- Görüntüdeki bitki örtüsünü parlak kırmızıya boyayarak, bitkilerin yoğunluğunu ve sağlığını (biyokütlesini) ortaya çıkardı. Ayrıca su, bu ışığı tamamen emdiği için su kütlelerini siyah göstererek kıyı çizgisini milimetrik olarak belirlememizi sağladı.

Bant 4 - Kırmızı (Red): "Kontrast ve Sınır Belirleyici"

Görünür ışık spektrumundadır ve bitkiler tarafından fotosentez için en çok "emilen" (soğurulan) bandır.

- Bitkiler kırmızıyı emerken, binalar, yollar ve çıplak topraklar kırmızıyı yansıtır.
- Bitki örtüsü ile yapay yapılar (beton, asfalt) arasındaki **kontrastı** artırdı. 8. banttaki kırmızı tonların üzerine bir "sınır çizgisi" çekerek binaların ve yolların mavi/gri tonlarda keskin bir şekilde ayrılmasını sağladı.

Bant 3 - Yeşil (Green): "Görsel Derinlik ve Detay"

İnsan gözünün en hassas olduğu banttır.

- Yeryüzündeki düşük yansıma farklarını dengeler.
- Görüntüye görsel netlik kazandırdı. Özellikle bitki örtüsü olmayan alanlardaki (açık araziler, nadasa bırakılmış tarlalar) ton farklarını belirginleştirerek görüntünün sadece "kırmızı ve siyah"tan ibaret olmasını engelledi, görüntüye derinlik kattı.

Bu üç bant birleştiğinde (RGB: 8, 4, 3), ortaya çıkan bilgi çıkarımı şudur:

"Eğer bir bölge **parlak kırmızıysa** orası gür bir ormandır; **pembe/açık kırmızıysa** tarım alanıdır; **mavi/gri ise** şehirdir; **simsiyahsa** sudur."

Neden Bu Kombinasyonu Seçtik?

- ☐ Yakın Kızılötesi (B8) bandı, klorofil miktarına karşı en duyarlı bandır. Doğal renk (4-3-2) kombinasyonunda birbirine çok benzeyen iki yeşil alan, bu kombinasyonda "parlak kırmızı" ve "mat pembe" olarak ayrışır. Bu da bitki sağlığı analizinde kesin sonuç verir.
- ☐ Su kütleleri kızılötesi ışığı tamamen soğurduğu için simsiyah görünür. Bu durum, su kenarlarındaki ıslak toprakların veya kıyı çizgilerinin hata payı olmaksızın belirlenmesini sağlar.
- ☐ B8, B4 ve B3 bantlarının tamamı Sentinel-2'de **10 metre** çözünürlüktedir. Bu da görüntünün en yüksek detay seviyesinde (hiçbir bulanıklık olmadan) kalmasını sağlar.
- ☐ Uzaktan algılama literatüründe en çok kabul gören ve karşılaştırma yapmaya en müsait "miras" kombinasyondur.

8.GÖRÜNTÜNÜN YAKLAŞIK ÖLÇEĞİ

Sentinel-2 uydu görüntüleri farklı bantlarda farklı mekânsal çözünürlükler sunar. Bu ödevde en sık kullanılan bantlar (B2, B3, B4, B8) 10 metre çözünürlüğe sahiptir. Bu, bir pikselin yerde yaklaşık 10 metreye 10 metre alanı temsil ettiği anlamına gelir. Yani, her piksel 100 metrekarelik bir yüzeyi kapsar.

Yaklaşık ölçeği hesaplamak için:

$$\text{ÖLÇEK} = \frac{\text{HARİTADAKİ MESAFE}}{\text{GERÇEK MESAFE}}$$

Bir ekran görüntüsü üzerinde 1 cm'lik bir uzunluk, yerde 100 metreye karşılık geliyorsa:

YAKLAŞIK ÖLÇEK = 1 : 10.000 olur.

Bu oran, Sentinel-2'nin 10 m çözünürlüklü bantları için genel olarak kabul edilen yaklaşık ölçektir. 20 metre çözünürlüklü bantlar için bu oran yaklaşık **1 : 20.000**, 60 metre çözünürlükte ise **1 : 60.000** olur.

SONUÇ:

Bu çalışmada kullanılan 10 m çözünürlüklü bantlara dayalı analizlerde görüntünün yaklaşık ölçeği **1 : 10.000** olarak kabul edilebilir. Bu ölçek, arazi örtüsü sınıflandırması ve detaylı görsel analizler için yeterli düzeyde ayrıntı sunar.

9. GÖRSEL YORUMLANABİLİRLİK ANALİZİ

Bu çalışma kapsamında analiz edilen Sentinel-2 verileri, bünyesinde barındırdığı 10 m ve 20 m mekânsal çözünürlüğe sahip spektral kanallar sayesinde yüksek tanımlı bir veri seti sunmaktadır. Özellikle mekânsal ayrıntı düzeyi yüksek olan B2 (Mavi), B3 (Yeşil), B4 (Kırmızı) ve B8 (Yakın Kızılötesi) bantları, görsel analiz sürecinde objelerin sınırlarını belirginleştirerek üst düzey bir detay sunmuştur. Bu teknik kapasite; su kütlelerinin keskin sınırlarla ayrılmasını, orman dokusunun heterojen yapısının izlenmesini, tarımsal parsellerin geometrik formlarının korunmasını ve kentsel dokunun yapısal özelliklerinin net bir biçimde tanımlanmasını mümkün kılmıştır.

Görüntülerin görselleştirilmesi aşamasında, insan gözünün alışık olduğu spektral aralığı yansıtan doğal renk (B4-B3-B2) kombinasyonu, araziye genel perspektifte tanımak adına referans bir görünüm sağlamıştır. Ancak, tematik derinliği artırmak ve çıplak gözle seçilemeyen verileri belirginleştirmek adına başvurulmuş yanlıştır renkli kombinasyonlar (özellikle B8-B4-B3 ve B11-B8-B2), analiz sürecine stratejik bir bilgi zenginliği katmıştır. Bu spektral birleşimler sonucunda; bitki örtüsünün fotosentez kapasitesi (sağlık durumu), su yüzeylerinin absorpsiyon özellikleri, çıplak toprak alanlarının nem durumu ve yapay (insan yapısı) yüzeylerin yansıma karakteristikleri arasında keskin ton farkları elde edilmiştir.

Çalışma alanına dair elde edilen çıktılarda; renk kontrastının yüksekliği, spektral geçişlerin keskinliği ve sınıflar arası ayrışmanın belirginliği, yorumlama doğruluğunu maksimize etmiştir. SNAP yazılımının sunduğu interpolasyon ve yakınlaştırma yetenekleri kullanıldığında, alt ölçekteki detayların ve arazi kullanım sınırlarının büyük oranda tanımlanabilir olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, kullanılan Sentinel-2 görüntüleri, sahip oldukları mekânsal ve spektral niteliklerle görsel yorumlama süreçleri için **son derece yeterli ve başarılı bir zemin** oluşturmuş; arazi kullanım sınıflarının ayırt edilmesinde ve veriye dayalı analizlerin gerçekleştirilmesinde **yüksek güvenilirlik** sunmuştur.

10. GÖRSEL YORUMLAMA ÖĞELERİ ANALİZİ

Görsel yorumlama, uzaktan algılama görüntülerinin analizinde temel bir adımdır. Bu analizde kullanılan Sentinel-2 görüntüleri, çeşitli görsel yorumlama öğelerinin etkin bir şekilde kullanılmasına olanak sağlamaktadır. Görsel yorumlama öğeleri sekiz ana başlık altında toplanır: şekil, boyut, ton ve renk, doku, desen, gölge, konum, çağrışım.

Bu çalışmada öne çıkan öğeler:

Şekil nesnelerin dış hatlarıdır. Görüntüde Yapay Yapılar: Yollar, binalar ve havaalanları genellikle keskin, düz veya geometrik (dikdörtgen, kare) hatlara sahiptir. Doğal Yapılar: Akarsular, göl kıyıları ve orman sınırları düzensiz, kıvrımlı ve amorf şekillerdedir.

Boyut nesnenin kapladığı alandır. Görüntüdeki küçük noktalar müstakil evleri temsil ederken, çok daha büyük ve geniş dikdörtgen yapılar sanayi bölgelerindeki fabrikaları veya antrepoların (depoların) varlığını kanıtlar.

Ton ve Renk Piksellerin yansıttığı enerji miktarıdır. Özellikle 8-4-3 Kombinasyonunda sağlıklı ormanlar "koyu kırmızı", tarım alanları "açık kırmızı/pembe", su kütleleri "siyah" tonda görülür. Bu ton farkı nesnenin türünü belirlemede birincil ipucudur.

Doku görüntüdeki pürüzlülük veya pürüzsüzlük hissidir. Pürüzlü (Kaba) Doku: Ormanlık alanlarda ağaç tepeleri ve gölgeleri nedeniyle yüzey "pürüzlü" görünür. Pürüzsüz (Düz) Doku: Su yüzeyleri, otoyollar ve havaalanı pistleri tekdüze yansıma verdikleri için oldukça "pürüzsüz" ve yumuşak bir dokuya sahiptir.

Desen nesnelerin mekânsal dizilimidir. Düzenli aralıklarla dizilmiş noktalar meyve bahçelerini (zeytinlik, şeftali bahçeleri vb.) temsil ederken, karmaşık ve sık dizilimler yoğun konut alanlarını (şehir merkezini) gösterir.

Gölge nesnelerin yüksekliği ve şekli hakkında bilgi verir. Dağların kuzey yamaçlarındaki gölgeler topografyanın eğimini anlamamıza yardımcı olur. Ayrıca yüksek binaların veya fabrika bacalarının gölgeleri, o yapının yüksekliğini tahmin etmemizi sağlar.

Yer/Konum bir nesnenin çevresindeki diğer nesnelerle olan ilişkisidir. Büyük binaların ana yollar veya demiryolu hatları kenarında olması, bunların konut değil "sanayi tesisi" veya "lojistik merkez" olduğunu destekler.

Çağırışım bir nesnenin varlığının başka bir nesneyi işaret etmesidir. Yeşil bir alanın ortasındaki çok düzgün bir dikdörtgen kum/toprak saha, oranın bir "stadyum" veya "spor alanı" olduğunu çağırıştırır. Akarsu üzerindeki düz bir çizgi ise orada bir "köprü" olduğunu gösterir.

11.KAYNAKÇA

1. Copernicus Open Access Hub. (2025). **Sentinel-2 Verileri ve Görüntü Erişimi**. Erişim adresi: <https://browser.dataspace.copernicus.eu>

2. European Space Agency (ESA). (2024). **Sentinel-2 MSI Mission Guide**. ESA Sentinel Online. Erişim adresi: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-2
3. Sentinel Hub. (2024). **Sentinel-2 Band Combinations**. Sentinel Hub Documentation. Erişim adresi: <https://apps.sentinel-hub.com/eo-browser/>
4. NASA Earthdata. (2024). **Sentinel-2 MSI – Mission Description and Instrumentation**. Erişim adresi: <https://www.earthdata.nasa.gov/data/instruments/sentinel-2-msi>
5. ITU GEO 208 – Uzaktan Algılama I Dersi. **Ödev 2 Açıklamaları ve İşlem Adımları** [PDF dosyaları].