

# SPEKTRAL BANTLARIN BÖLÜTLEME KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİNİN OPTİMUM PARAMETRE TAYİNİ YAPILARAK ANALİZİ

H.Tonbul<sup>\*\*</sup>, T. Kavzoğlu<sup>a</sup>

Harita Mühendisliği Bölümü., Gebze Teknik Üniversitesi, 41400 Gebze Kocaeli, Türkiye- (htonbul, kavzoglu)@gtu.edu.tr

**ANAHTAR KELİMELER:** Bölütleme, F-ölçütü, Moran's I, Otokorelasyon, Worldview-2, Nesne tabanlı görüntü analizi

## ÖZET:

Son yıllarda uydu sensörleri ile elde edilen yüksek mekânsal çözünürlüklü yer gözlem görüntüleri uzaktan algılama alanında yoğun olarak kullanılmaktadır. Yüksek çözünürlüklü görüntülerin yaygın olarak kullanılması, arazi örtüsü-kullanımı haritalarının oluşturulmasını ve güncellenmesini büyük ölçüde kolaylaştırmıştır. Bununla birlikte, piksellerin sadece parlaklık değerlerini esas alarak bilgi çıkarımı yapan geleneksel piksel tabanlı görüntü analiz yöntemleri, genellikle yüksek çözünürlüklü görüntüler için uygun olmamaktadır. Nesne tabanlı görüntü analizi (NTGA), piksel tabanlı yaklaşımların aksine piksellerin yerine piksel kümelenmelerini (görüntü nesnelere) kullanarak spektrum, doku, şekil gibi özellikleri ele almakta ve daha zengin bilgi çıkarımı sağlamaktadır. Görüntü bölütleme, NTGA prosesi için önemli bir süreç ve önkoşuldur. Bölütleme algoritmalarının performanslarını değerlendirmek, etkili bölütleme yöntemlerini tanımlamak ve bölütleme parametrelerini optimize etmek için esastır. Görüntü bölütleme kalitesinin sınıflandırma doğruluğu üzerindeki etkisinin tespitiyle birlikte optimum bölütleme parametrelerini belirlemeye yönelik görüntü bölütleme kalite analizi ile ilgili çalışmaların uzaktan algılama alanında arttığı gözlemlenmektedir. Bu çalışmada, literatürde oldukça popüler olan çoklu çözünürlük bölütleme algoritması, bölütleme işlemleri için kullanılmıştır. Spektral bantların bölütleme kalitesi üzerindeki etkisi, seçilen bir Worldview-2 yüksek çözünürlüklü uydu görüntüsü kullanılarak analiz edilmiştir. Bu çalışmada, Moran's I indeksi ile varyans değerleri bir arada kullanılarak optimum parametre değerleri belirlenmiştir. Farklı ölçek, biçim ve bütünlük parametreleri kullanılarak görüntü bölütleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen normalleştirilmiş değerler kullanılarak F-ölçütü değerleri her bir bant için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Bu kapsamda, 3 farklı spektral bant (kırmızı, yeşil ve yakın kızıl ötesi bantlar) kullanılarak 30 farklı şekilde bölütleme işlemi gerçekleştirilmiştir. Test edilen spektral bantlar arasında F-ölçütü değerleri karşılaştırıldığında, yakın kızıl ötesi spektral bantın diğer bantlara kıyasla (kırmızı, mavi, yeşil) bölütleme kalitesi belirleme açısından daha önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca, elde alınan ölçek, biçim, bütünlük kombinasyonları arasında en optimum bölütleme parametre değerlerinin sırasıyla 30- 0,3-0,5 olduğu tespit edilmiştir.

**KEYWORDS:** Segmentation, F-measure, Moran's I, Autocorrelation, Worldview-2, OBIA

## ABSTRACT:

In recent years, high spatial resolution earth observation images obtained with satellite sensors have been used intensively in the remote sensing area. The widespread use of high-resolution images has greatly facilitated the creation and updating of land use/land cover (LULC) maps. However, traditional pixel-based image analysis methods that extract information based solely on the spectral values of pixels are generally not suitable for high-resolution images. Unlike pixel-based approaches, object-based image analysis (OBIA) uses pixel clustering (image objects) instead of pixels by considering the shape, texture, context and spectral features and provide richer information extraction. Image segmentation is an important process and prerequisite for the OBIA process. It is essential to evaluate the performance of segmentation algorithms, to identify effective segmentation methods, and to optimize segmentation parameters. With the determination of the effect of image segmentation quality on classification accuracy, it is observed that image segmentation quality analysis studies for determining optimum segmentation parameters increase in the remote sensing area. In this study, the multi-resolution segmentation algorithm is used for the segmentation process. The effect of spectral bands on segmentation quality was analysed using a Worldview-2 high-resolution satellite image. In this study, optimum parameter values were determined using a combination of Moran's I Index and variance values. Image segmentation was performed by using different scale, shape and compactness parameter values. With using the normalized values, the F-measure were calculated for each band separately. In this context, 30 segmentation analysis was performed considering three different spectral bands (red, green and near-infrared bands). Compared to the F-measure values of the spectral bands, it was found that the near-infrared spectral band had a more significant effect on segmentation quality than other bands (i.e., red, green). In addition, the optimum segmentation parameter values of the scale, shape and compactness were determined as 30-0.3-0.5, respectively.

## 1. GİRİŞ

Arazi kullanımı/örtüsü sınıflandırması yoluyla tematik harita üretimi, uzaktan algılanan verilerin analiz edilmesinde en önemli ve yaygın olarak kullanılan uygulamalardan biridir. Özellikle metre altı çözünürlüğe sahip olan Worldview, IKONOS ve QuickBird gibi uzaktan algılama sistemlerinin sunmuş oldukları olanaklar ile nesne-tabanlı görüntü analizi (NTGA) yaklaşımı ön plana çıkmıştır (Blaschke vd., 2004; 2008). Bu yaklaşımda, pikseller tekil olarak ele alınmak yerine benzer ve komşu piksel kümelenmeleri ele alınmakta ve yapılacak olan analizler görüntü nesnelere üzerinden gerçekleştirilmektedir. Bu sayede, veri boyutu piksellerin tekil olarak kullanılmasına göre azalmakta ve daha da önemlisi piksellerin spektral özelliklerinin yanında doku, şekil, alan gibi özellikler de kullanılarak piksel esaslı yaklaşımlara göre daha avantajlı bir hale gelmektedir (Kavzoglu ve Yıldız, 2015; Kavzoglu 2017). NTGA esas olarak iki adım içermektedir: (1) görüntüyü bölütlere veya farklı görüntü nesnelere ayırma ve (2) oluşturulan görüntü bölütlerinin sınıflandırılması.

Bölütleme işlemi, mekânsal ve spektral olarak homojen olarak tanımlanan görüntü nesnelere oluşturmada ve görsel görüntü yorumlamaya imkân vermektedir (Blaschke 2010; Jensen 2016). Etkili bir bölütleme yöntemi seçimi, NTGA için büyük önem arz etmektedir. Ancak, etkin bir bölütleme yöntemi ve parametre seçimi, yeryüzü nesnelere sahip olduğu farklı doku, büyüklük ve karmaşık yapıya bağlı olarak oldukça zor bir süreçten oluşmaktadır (Johnson ve Xie, 2011). Uygun ve etkili bir bölütleme yaklaşımı kullanımı olmadığı durumlarda, fazla bölütleme ve yetersiz bölütleme olarak adlandırılan problemler ortaya çıkmaktadır. Bu sebeple, görüntü bölütleme kalitesi değerlendirilmesi için optimum yöntemler gerekmektedir. Bölütleme kalitesinin değerlendirilmesi ve uygun bölütleme parametrelerinin belirlenmesi, görsel olarak, kontrollü bir yaklaşım kullanarak veya kontrolsüz bir yaklaşım kullanarak gerçekleştirilmektedir (Zhang, 1996; Zhang vd., 2008).

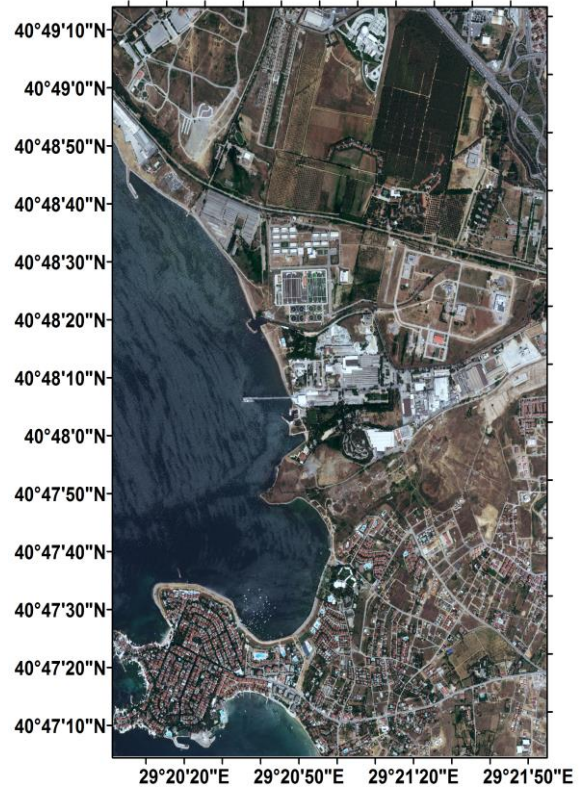
Görsel yöntemler, kullanıcının birkaç bölütleme yapmasını ve ardından sonuçların kalitesini görsel olarak değerlendirmesini içerir (Grybas vd., 2017). Bununla birlikte, bu yöntem genellikle son derece öznel ve zaman alıcı olarak kabul edilir (Johnson ve Xie, 2011). Öte yandan, kontrollü ve kontrolsüz yöntemler, görsel değerlendirmelerden daha az öznel olarak kabul edilmekte ve bir kez otomatikleştirildiğinde birçok bölütün bir seferde değerlendirilebileceği ve önemli ölçüde tasarruf sağlayabileceği görülmektedir (Grybas vd., 2017). Ayrıca, bu yöntemlerden birini kullanarak en optimum bölütleme parametresi seçildiğinde yüksek doğrulukların elde edilebileceği birçok çalışmada ifade edilmiştir (Clinton vd. 2010; Gao et al. 2011; Kavzoglu ve Tonbul, 2018). Kontrollü yöntemler, kullanıcı tarafından oluşturulan referans poligonları ve oluşturulan görüntü nesnelere arasındaki ilişkiyi sayısal olarak değerlendirerek bölütleme kalitesini değerlendirir. Kontrolsüz değerlendirme yöntemlerinde ise referans poligonları kullanılmamakta; bunun yerine görüntü istatistikleri bölütleme kalitesini değerlendirmek için kullanılır. Ayrıca, kontrolsüz yaklaşımlarda bölüt içi ve bölütler arası (örn., varyans ve mekânsal otokorelasyon) hesaplamalarda bölütleme kalitesini belirlemede kullanılan yöntemlerdendir.

Bu çalışmada, kontrolsüz bölütleme değerlendirme yöntemleri arasında yer alan ve Johnson vd. (2015) tarafından geliştirilen F-ölçütü yöntemi, heterojen bir yapıya sahip olan

görüntü üzerinde farklı bölütleme parametreleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Görüntü karakteristiği ele alındığında, bölüt içi ve bölütler arası heterojenlik bilgisi kullanımının daha uygun olacağı ve herhangi bir referans veri-setine ihtiyaç duyulmaması gibi etkenlerden dolayı kontrolsüz yaklaşımın bu çalışma için daha uygun olacağı düşünülmüştür. Bu çalışmanın iki temel amacı bulunmaktadır: i) üç spektral bant (kırmızı, yeşil ve yakın-kızılötesi) görüntü bölütleme kalitesi üzerindeki etkisinin araştırılması, ii) optimum bölütleme parametre kombinasyonunu belirlemektir.

## 2. ÇALIŞMA ALANI VE VERİ SETİ

Bu çalışmada Kocaeli ili, Gebze ilçesinin bir kısmını içeren 12 Temmuz 2012 tarihli Worldview-2 uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanının Worldview-2 görüntüsü

Çalışma alanına ait görüntü 5500x8000 piksellik bir alanı kapsamakta ve arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıfları bakımından benzer spektral yapıya sahiptir. Worldview-2 görüntüsü, 8 multispektral (kırmızı, yeşil, mavi, 2 yakın kızılötesi bant, sarı kenar, kırmızı kenar ve kıyı bantı) ve 1 pankromatik banta sahip olmakla birlikte 2 metre multispektral ve 0,5 metre pankromatik mekânsal çözünürlüğe sahiptir. Bu çalışmada pan-keskinleştirilmiş görüntü kullanılmıştır. Pankromatik ve multispektral bantların füzyonunda Gram-Schmidt algoritması kullanılmış ve bu analiz sonucu elde edilen görüntünün yeniden örnekleme ve en yakın komşuluk interpolasyon tekniği kullanılmıştır. Görüntü bölütleme işlemi, Definiens eCognition Developer programı üzerinde gerçekleştirilmiş ve Moran's I ve varyans ile F-ölçütü değerlerinin hesaplanmasında MATLAB ve ArcGIS yazılımları kullanılmıştır.

### 3. METODOLOJİ

#### 3.1 Çoklu-çözünürlük bölütleme

Bu çalışmada, literatürde en çok kullanılan ve en etkili bölütleme algoritmalarından biri olan çoklu-çözünürlük görüntü bölütleme (Baatz ve Schäpe, 2000) algoritması kullanılmıştır. Çoklu-çözünürlük algoritması, yerel homojenlik kriterlerine dayalı bir bölge tabanlı bölütleme algoritmasıdır. Bu işlem, tek bir pikselle başlar ve kullanıcı tanımlı bir homojenlik seviyesine veya eşik değerine ulaşana kadar görüntü nesnelere biçimindeki farklı şekil, boyut ve özellikteki pikselleri toplar (Baatz ve Schäpe, 2000). Böylece, oluşturulan görüntü nesnelere için izin verilen maksimum heterojenite belirlenir. Çoklu-çözünürlük bölütleme işlemi üç ana parametreden oluşur: ölçek, biçim ve bütünlük. Ölçek parametresi, ortalama görüntü nesnesi boyutunu kontrol eden en etkili faktör olarak kabul edilir (Kavzoglu ve Tonbul, 2018). Ölçek değeri arttıkça, görüntü nesnesi boyutu da artar. Biçim parametresi, renk ve doku bilgisine bağlı olarak arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının ayrıştırılmasına etki etmekte ve bütünlük parametresi, görüntü nesnesi sınırlarının daha keskin ve daha yumuşak olarak belirlenmesine yardımcı olur. Biçim ve bütünlük parametrelerinin değerleri 0 ile 1 arasındadır.

#### 3.2. Bölütleme Kalitesi Değerlendirmesi

F-ölçütü, normalize edilmiş Moran's I ve varyansın göreceli etkilerini ve dolayısıyla fazla bölütleme ve yetersiz bölütlemenin seviyesini ayarlanabilir bir ağırlık derecesi kullanarak belirlemektedir (Johnson vd., 2015). F-ölçütü eşitliği, Moran's I ve varyansı hesaplayarak belirlenmekte ve formülü aşağıda ifade edilmiştir:

$$MI = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 (\sum_{i \neq j} w_{ij})} \quad (1)$$

Burada,  $n$  toplam bölüt sayısını,  $w_{ij}$ ;  $R_i$  ve  $R_j$  bölgelerinin mekânsal yakınlık ölçüsünü,  $y_{ij}$ ;  $R_{ij}$  bölütünün ortalama spektral değerini,  $y_i$ ;  $R_i$  bölgesinin ortalama spektral değerini ve  $\bar{y}$  görüntünün ortalama spektral değerini gösterir. Moran's I'nin -1 (dağınık) ve +1 (kümelenmiş) arasında değişir. Sıfır değeri mükemmel rastgeleliği gösterir yani korelasyonun olmadığını gösterir.

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n a_i \cdot v_i}{\sum_{i=1}^n a_i} \quad (2)$$

Burada,  $v_i$   $i$  bölütünün varyansını, ve  $a_i$  bu bölütün alanını ifade eder. Moran's I ve varyans farklı aralıklarda değer alır. Dolayısıyla birlikte kullanabilmek için, normalizasyon işlemi uygulanmalıdır.

$$F(x) = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (3)$$

Burada,  $x_{\min}$  ve  $x_{\max}$  Moran's I ya da varyansın minimum ve maksimum değerlerini ifade etmektedir.

$$F - \text{ölçütü} = (1 + a^2) \frac{MI_{norm} \times V_{norm}}{a^2 \times MI_{norm} + V_{norm}} \quad (4)$$

Burada,  $a$  katsayısı  $MI_{norm}$  ve  $V_{norm}$  değerlerinin göreceli ağırlıklarını kontrol eden bir ağırlıktır. Örneğin,  $a = 1$  olması durumu,  $MI_{norm}$  ve  $V_{norm}$  değerlerinin eşit ağırlık aldığı göstermekte iken  $a = 0,5$  alındığı durum  $V_{norm}$  değerinin yarı ağırlıklı alındığı göstermektedir (Johnson vd., 2015). Bu çalışmada, normalize edilmiş Moran's I ve varyans değerlerinin eşit ölçüde etkisini araştırmak istendiğinden  $a = 1$  olarak belirlenmiştir. F-ölçütü değerleri 0-1 arasında değer almakta ve yüksek değerler daha iyi bölütleme kalitesi sunduğunu göstermektedir.

### 4. UYGULAMA

Bu çalışmada, çoklu-çözünürlüklü bölütleme algoritması ile kontrolsüz bölütleme değerlendirme yöntemlerinden olan F-ölçütü metodu kullanılarak yüksek çözünürlüklü Worldview-2 görüntüsünün üç spektral bantı üzerindeki performansları karşılaştırılmıştır. Farklı parametre değerlerine sahip çoklu-çözünürlük bölütleme algoritması parametreleri kullanılarak görüntü bölütleme işlemi gerçekleştirilmiştir (Şekil 2).



(a)



(b)



(c)

Şekil 2. Çalışma alanının bir kısmına ait örnek bölütleme sonuçları, a) Seviye 6, b) Seviye 16, c) Seviye 26 (Bkz. Tablo 1)

Şekil 2(a)'da elde edilen bölütleme sonucu incelendiğinde, birçok nesnenin fazla bölütlemeye maruz kaldığı, Şekil 2(c) incelendiğinde ise bazı nesnelere yetersiz bölütlemeye

maruz kaldığı, Şekil 2(b)'de ise görüntü nesnelere göre diğer bölütlemeye sonuçlarına göre elde edilen bölütlerle daha iyi oranda örtüştüğü gözlemlenmiştir. Tablo 1'de çoklu-çözünürlük görüntü bölütleme işlemi için kullanılan parametre değerleri ve seviyeleri gösterilmiştir. Belirtilen ölçek parametresi değerlerinin seçimi, fazla bölütleme veya yetersiz bölütlemeyi önlemeye yönelik olarak deneme-yanılma yöntemiyle belirlenmiştir. Biçim ve bütünlük parametrelerinin seçiminde de literatürde daha sık olarak kullanılan kombinasyonlar tercih edilmiştir. Ayrıca, görüntü bölütleme işlemi gerçekleştirilirken tüm bant ağırlıkları eşit alınarak görüntü nesnelere oluşturulmuştur.

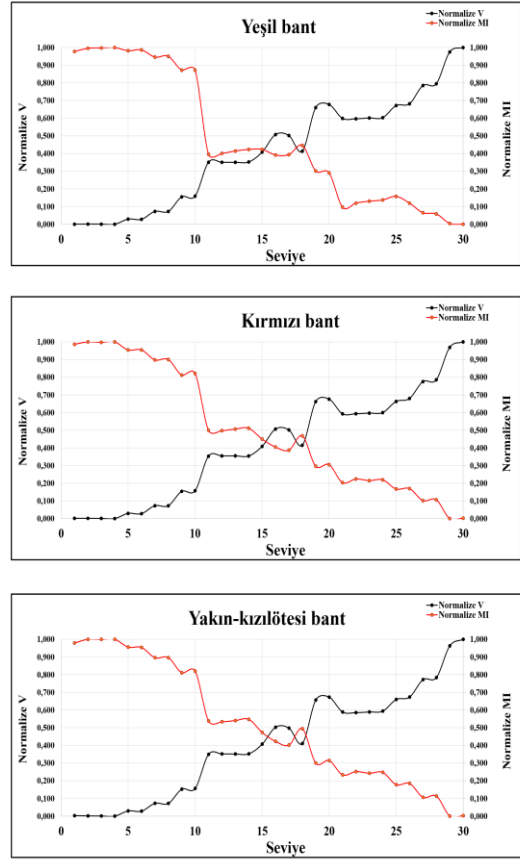
Seviye	Ölçek	Biçim	Bütünlük
1	10	0,1	0,3
2	10	0,1	0,5
3	10	0,1	0,7
4	10	0,1	0,9
5	10	0,3	0,1
6	10	0,3	0,5
7	10	0,5	0,1
8	10	0,5	0,3
9	10	0,7	0,1
10	10	0,7	0,3
11	30	0,1	0,3
12	30	0,1	0,5
13	30	0,1	0,7
14	30	0,1	0,9
15	30	0,3	0,1
16	30	0,3	0,5
17	30	0,5	0,1
18	30	0,5	0,3
19	30	0,7	0,1
20	30	0,7	0,3
21	50	0,1	0,3
22	50	0,1	0,5
23	50	0,1	0,7
24	50	0,1	0,9
25	50	0,3	0,1
26	50	0,3	0,5
27	50	0,5	0,1
28	50	0,5	0,3
29	50	0,7	0,1
30	50	0,7	0,3

Tablo 1. Çoklu-çözünürlük bölütleme parametreleri ve seviyeleri

Worldview-2 görüntüsü üzerinde, 30 farklı seviyede görüntü bölütleri elde edildikten sonra optimum ölçek parametresinin tespiti için konumsal otokorelasyon tekniği olan Global Moran's I indeksi ile varyans değerlerini birlikte ele alan F-ölçütü kullanılmıştır. Elde edilen her bir bölütleme görüntüsü için Moran's I (MI) ve varyans (V) değerleri hesaplanmıştır. Bu işlem, yakın-kızılötesi, yeşil ve kırmızı spektral bantların her biri için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplanan MI ve V değerlerini aynı aralıkta karşılaştırabilmek için normalizasyon işlemi uygulanmış ve normalize edilmiş değerler 0 ile 1 aralığında olacak şekilde yeniden hesaplanmıştır. Normalize edilen bu değerlere bağlı olarak, F-ölçütü değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Şekil 3'de normalize edilmiş Moran's I ve varyans değerlerinin ele alınan seviyeler arasındaki değişimi gösterilmiştir. Şekil 3'de elde edilen grafiklere bakıldığında, tüm bant kombinasyonları için benzer sonuçlar elde edilmiş ve normalize edilmiş Moran's I değerleri genel olarak azalma

eğilimi gösterirken varyans değerlerinin artma eğilimi gösterdiği gözlemlenmiştir.



Şekil 3. Normalize edilmiş varyans ve Moran's I değerlerinin spektral bantlar için oluşturulmuş grafik gösterimi

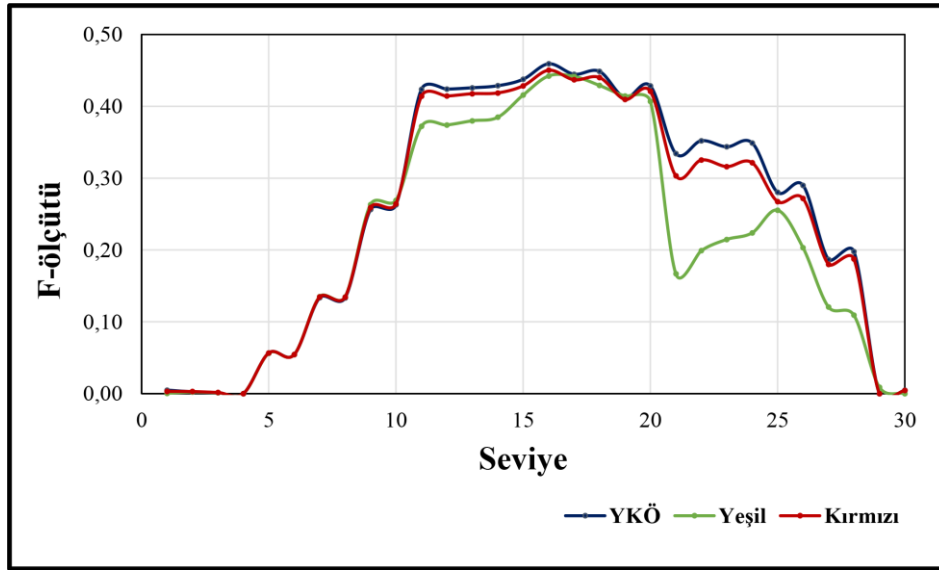
Tablo 2'de ele alınan spektral bantların normalize edilmiş MI ve varyans değerleri ile F-ölçütü değerleri gösterilmiştir. Tablo 2'de elde edilen sonuçlara bakılacak olursa, en iyi F-ölçütü değerlerinin yeşil bant için 0,442 değerinde, kırmızı bant için 0,450 değerinde ve yakın-kızılötesi bant için 0,459 değerinde elde edildiği gözlemlenmiştir. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde, spektral bantlar arasında en yüksek bölütleme kalitesi değerinin yakın-kızılötesi bant için (0,459) elde edildiği ve diğer bantlara göre ön plana çıktığı görülmektedir. Bu sonuç, yakın-kızılötesi bandının F-ölçütü değerleri ele alınarak gerçekleştirilen bölütleme kalitesi için iyi bir gösterge olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca, kırmızı bantın (0,450) yeşil banta (0,442) göre daha iyi bölütleme kalitesi sonucu verdiği görülmüştür. Bir diğer ifade edilmesi gereken nokta ise, tüm bantlar için en optimum bölütleme parametresi değerlerinin seviye 16'da yani ölçek, biçim ve bütünlük parametresi değerlerinin sırasıyla 30-0,3-0,5 olduğu kombinasyonda elde edildiği görülmektedir.

Bu çalışmada kullanılan tüm bölütleme seviyeleri için spektral bantlar arasındaki bölütleme kalitesi sonuçları Şekil 4'de verilmiştir. Şekil incelendiğinde, Seviye 1-10 arasında tüm spektral bantların oldukça benzer sonuçlar verdiği, Seviye 10-15 arası ve Seviye 20-25 arasında ayrışmaların olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca, en yüksek bölütleme kalitesi sonuçlarının, tüm bantlar için Seviye 15-20 aralığında hesaplandığı ve Seviye 20'den sonra bölütleme kalitesi değerlerinde bir düşüş olduğu gözlemlenmiştir.



Seviye	Yeşil Bant			Kırmızı Bant			Yakın-kızılötesi bant		
	V <sub>norm</sub>	MI <sub>norm</sub>	F-ölçütü	V <sub>norm</sub>	MI <sub>norm</sub>	F-ölçütü	V <sub>norm</sub>	MI <sub>norm</sub>	F-ölçütü
1	0,000	0,977	0,000	0,002	0,986	0,003	0,002	0,979	0,005
2	0,001	0,995	0,002	0,001	1,000	0,003	0,001	1,000	0,002
3	0,001	0,998	0,001	0,001	0,998	0,002	0,001	1,000	0,001
4	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	1,000	0,000
5	0,029	0,982	0,056	0,029	0,955	0,057	0,029	0,956	0,057
6	0,028	0,986	0,054	0,028	0,955	0,054	0,028	0,954	0,054
7	0,073	0,946	0,135	0,073	0,898	0,135	0,072	0,896	0,133
8	0,073	0,950	0,135	0,073	0,900	0,134	0,072	0,896	0,133
9	0,155	0,872	0,263	0,154	0,812	0,259	0,152	0,811	0,256
10	0,159	0,872	0,269	0,158	0,821	0,264	0,156	0,820	0,263
11	0,351	0,396	0,372	0,353	0,500	0,414	0,349	0,538	0,424
12	0,350	0,401	0,374	0,355	0,498	0,414	0,352	0,533	0,424
13	0,351	0,414	0,380	0,355	0,507	0,418	0,351	0,540	0,426
14	0,352	0,423	0,385	0,354	0,511	0,419	0,352	0,547	0,429
15	0,408	0,423	0,416	0,409	0,450	0,428	0,407	0,473	0,438
16	0,507	0,392	<b>0,442</b>	0,507	0,405	<b>0,450</b>	0,503	0,423	<b>0,459</b>
17	0,502	0,394	0,441	0,502	0,387	0,437	0,498	0,402	0,445
18	0,413	0,446	0,429	0,415	0,468	0,440	0,411	0,494	0,449
19	0,660	0,302	0,414	0,662	0,296	0,409	0,657	0,300	0,412
20	0,678	0,291	0,407	0,676	0,305	0,421	0,673	0,314	0,428
21	0,599	0,097	0,167	0,593	0,204	0,303	0,589	0,233	0,334
22	0,597	0,119	0,199	0,593	0,224	0,325	0,585	0,252	0,352
23	0,601	0,131	0,215	0,597	0,215	0,316	0,589	0,242	0,344
24	0,603	0,137	0,224	0,600	0,219	0,321	0,594	0,247	0,349
25	0,672	0,158	0,255	0,663	0,167	0,267	0,660	0,178	0,280
26	0,682	0,119	0,203	0,680	0,170	0,272	0,673	0,185	0,290
27	0,785	0,065	0,121	0,775	0,102	0,180	0,772	0,106	0,187
28	0,795	0,059	0,109	0,786	0,106	0,187	0,784	0,113	0,198
29	0,975	0,005	0,009	0,969	0,000	0,000	0,963	0,000	0,000
30	1,000	0,000	0,000	1,000	0,002	0,005	1,000	0,002	0,005

Tablo 2. Çoklu-çözünürlük bölütleme parametreleri ve seviyeleri



Şekil 4. Kullanılan seviyelere ve bantlara göre hesaplanan F-ölçütü sonuçları (YKÖ-Yakın kızılötesi bant)

## 5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, bir kontrolsüz bölütleme yöntemi (F-ölçütü) kullanılarak çeşitli bölütleme parametreleri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Çalışma kapsamında, 30 farklı değere sahip çoklu-çözünürlük parametre kombinasyonu Worldview-2 yüksek çözünürlüklü görüntüsünün 3 farklı spektral bantı (kırmızı, yeşil ve yakın-kızılötesi) üzerinde ayrı ayrı test edilmiştir.

Böylelikle, optimum parametre kombinasyonu ve bantların bölütleme kalitesi üzerindeki etkileri varyans ve konumsal otokorelasyon değerleri (Moran's I) hesaplanarak detaylı olarak analiz edilmiştir. Çalışma sonucunda, normalize edilmiş varyans ve Moran's I değerlerinin farklı bölütleme parametreleri üzerinde ters orantılı bir davranış gösterdikleri tespit edilmiştir.

Yakın-kızılötesi bantın kırmızı ve yeşil bantlara göre daha yüksek bölütleme kalitesi doğruluğu sağladığı ve kalite değerlendirmesi için yakın-kızılötesi bantın daha uygun olacağı gözlemlenmiştir. Ayrıca, tüm bant kombinasyonlarında en iyi bölütleme sonuçlarının, seviye 15-20 aralığında hesaplandığı tespit edilmiştir. Optimum parametre tespitinde ise üç bant içinde sırasıyla ölçek, biçim ve bütünlük parametre değerlerinin 30-0,3-0,5 olduğu kombinasyonun en iyi sonucu verdiği tespit edilmiştir. İlerde yapılacak çalışmalarda, farklı bant kombinasyonları da kullanılarak optimum parametre değerlerinin sınıflandırma üzerindeki etkisinin de araştırılması hedeflenmektedir.

## KAYNAKLAR

- Baatz, M., Schäpe, A., 2000. Multi-resolution segmentation-An optimization approach for high quality multi-scale image segmentation, In: *Angewandte Geographische Informations Verarbeitung*, XII. Wichmann-Verlag, Heidelberg, pp.12-23.
- Blaschke, T., Burnett, C., Pekkarinen, A., 2004. New contextual approaches using image segmentation for object-based classification. In: *Remote Sensing Image Analysis: Including the spatial domain*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 211–236.
- Blaschke, T., Lang, S., Hay, G.J., 2008. *Object-Based Image Analysis- Spatial concepts for knowledge driven remote sensing applications*. Springer, Heidelberg, Berlin, New York, 817 p.
- Blaschke, T., 2010. Object based image analysis for remote sensing. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), pp.2-16.
- Clinton, N., Holt, A., Scarborough, J., Yan, L., Gong, P., 2010. Accuracy assessment measure for object-based image segmentation goodness. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 76, pp. 289–299.
- Gao, Y., Mas, J. F., Kerle, N., Navarrete Pacheco, J. A., 2011. Optimal region growing segmentation and its effect on classification accuracy. *International Journal of Remote Sensing*, 32(13), pp. 3747-3763.
- Grybas, H., Melendy, L., Congalton, R.G., 2017. A comparison of unsupervised segmentation parameter optimization approaches using moderate-and highresolution imagery. *GIScience Remote Sensing*, 54(4), pp. 515-533.
- Jensen, J.R., 2016. *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective*. 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Johnson, B., Xie, Z., 2011. Unsupervised image segmentation evaluation and refinement using a multi-scale approach. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 66(4), pp.473-483.
- Johnson, B., Bragais, M., Endo, I., Magcale-Macandog, D., Macandog, P., 2015. Image segmentation parameter optimization considering within- and between-segment heterogeneity at multiple scale levels: test case for mapping residential areas using Landsat imagery. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4, pp. 2292–2305.
- Kavzoğlu, T., Yıldız, M., 2015. Segmentasyonda optimum ölçek parametresi tespitinde konumsal otokorelasyon ve varyansın etkisinin analizi, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VIII. Teknik Sempozyumu*, Konya, 21-23 Mayıs 2015, pp. 263-269.
- Kavzoglu, T., 2017. Object-Oriented Random Forest for High Resolution Land Cover Mapping Using Quickbird-2 Imagery. In: *Handbook of Neural Computation*, Elsevier. pp. 607-619.
- Kavzoglu, T., Tonbul H., 2018. An Experimental Comparison of Multi-Resolution Segmentation, SLIC and K-Means Clustering for Object-Based Classification of VHR Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 39(18), pp. 6020–6036.
- Zhang, Y.J., 1996, A survey on evaluation methods for image segmentation. *Pattern Recognition*, 29(8), pp. 1335-1346.
- Zhang, H., Fritts, J., Goldman, S., 2008. Image segmentation evaluation: a survey of unsupervised methods. *Computer Vision and Image Understanding*, 110(2), pp. 260-280.