

# Bolu İli Kent Dokusunun Uydu Görüntülerinden Analizi

Erhan Alparslan, Aslı Süha Dönertaş, Hilal Yüce  
TUBITAK-MAM, Yer ve Deniz Bilimleri Araştırma Enstitüsü, Gebze, Kocaeli  
[Erhan.Alparslan@mam.gov.tr](mailto:Erhan.Alparslan@mam.gov.tr), [Asli.Donertas@mam.gov.tr](mailto:Asli.Donertas@mam.gov.tr), [Hilal.Yuce@mam.gov.tr](mailto:Hilal.Yuce@mam.gov.tr)

**Özet:** Bolu İli kent merkezinin 2001 yılında kaydedilmiş IRS-IC Panchromatic uydu görüntüsü geometrik düzeltme işleme ile UTM harita koordinatlarına getirilmiş, her elemanı merkez piksel olacak şekilde 5x5 boyutlarında bir kare pencere bütün görüntü üzerinde kaydırılarak her pencere içinde tek türlilik, benzersizlik, kontrast, ortalama değer, varyans, entropi, karşılıklı ilişki, açısız ikinci moment, gri seviyesi fark vektörünün açısız ikinci moment ve entropi gibi on farklı doku parametresi türetilmiştir. On boyutlu doku uzayında doğal gruplaşmaları belirlemek amacı ile kendini yineleme ile düzenleyen (iso-data) kümeleme yöntemi kullanılmıştır. Farklı kent dokuları 1m çözünürlüklü IKONOS uydu görüntüsü ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Uzaktan algılama, doku analizi, isodata kümeleme yöntemi

## 1. Giriş

Yeryüzü kaynaklarının gözlemlenmesinde büyük bir devrim sayılan uydu görüntüleriyle doğa bilimcileri ilk olarak 1970'li yıllarda tanışmış, yeryüzünden yansıyan elektromanyetik spektrumun belirli aralıklarında toplanan veriler, alışagelmış yöntemlere kıyasla elde edilmesi olanaksız görünen büyük bir bilgi kaynağını laboratuvar ortamına taşımıştır[1,2]. Uydu teknolojileri günümüze kadar büyük bir gelişme göstermiş, hem tayfsal çözünürlük yani algılanan bant sayısı hem de yersel ayırım gücü açısından iyileşmiştir. Şöyle ki 1970'li yıllarda Landsat serisi uyduların MSS algılayıcısıyla 57m x 79m yersel, iki görünür, iki yakın ötesi bantta algılanan görüntüler, 1980'li yıllarda Amerikalıların Landsat 4 uydusunu fırlatmalarıyla birlikte 30m x 30m yersel, üç görünür, üç yakın ve orta kızılötesi, bir termal tayfsal çözünürlüğe iyileşmiş, görüntü elemanları dikdörtgen yerine olması gerektiği gibi kare olmuş, hem de renkli bantlardaki tayfsal çözünürlük 1970'lerin 4 bandından 7 banda yükselmiştir. 1999 ortalarında ise bu uydu serisinin faaliyette bulunan sonuncusu olan Landsat 7 fırlatılarak yörüngesine oturtulmuş bulunmaktadır <http://landsat7.usgs.gov/about.html>. 1980 ortalarında Fransızların geliştirdiği SPOT uydu teknolojisi ile yersel çözünürlük Panchromatik (siyah/beyaz) olarak 10m x 10m'ye yükselmiş, tayfsal çözünürlük ise 30m x 30m den 20m x 20m'ye iyileşmiştir ([www.spot.com](http://www.spot.com)). 1990 ortalarında Hindistan IRS uydusunun Pankromatik algılayıcısı ile 5.8m x 5.8m olan yersel çözünürlüğe ulaşılmıştır. Bu verilerin önemli uygulamalarından birisi yol ağlarının bilgisayar ekranına serilen yüksek çözünürlüklü uydu görüntülerinden sayısallaştırılması, daha sonra araziye iyi tanıyan kişilerce kontrol edilip güncel yol ağlarının elde edilmesidir.



**Şekil 1.** (a) Sol: Bolu İli Kent Merkezinin IRS 5m çözünürlüklü uydu görüntüsü ,  
(b)Sağ: Bolu İli Kent merkezinin IKONOS 1m çözünürlüklü görüntüsü

IRS siyah/beyaz görüntüsünün bu bildiride söz konusu edilecek bir uygulaması ise gelişmekte olan kentlerin dokusunun incelenmesidir. Önce uydu görüntüsünden doku analizi ile doku parametrelerinin türetilmesini anlatacak, daha sonra kümeleri farklı tiplere ayıracak olan yineleme ile kendini düzenleyen isodata kümeleme yönteminden bahsedecek, son olarak da elde edilen farklı doku sınıflarını, yer gerçeği olarak kullanacağımız 1m çözünürlüğü ile keskinleştirilmiş IKONOS renkli uydu görüntüsü ile yorumlanacaktır. Bu çalışmada kullanılacak olan Bolu ili kent merkezinin IRS ve IKONOS uydu görüntüleri karşılaştırmalı olarak Şekil 1’de verilmektedir.

## 2. Doku Analizi

Bolu İli kent dokusunu uydu görüntüsünden matematiksel olarak ölçmek için bir kaç ölçü bulunmaktadır[3]. Genellikle kullanılan bir ölçü gri seviyesi birlikte oluş matrisi (grey level co-occurrence matrix) (GLCM) olup literatürde gri seviyesi bağımlılık matrisi olarak ta bilinmektedir. GLCM sabit yersel ilişki ile ayrılan gri seviyelerinin bir çift piksel için iki boyutlu histogramıdır. GLCM bir piksel çifti için ortak olasılık dağılımına yakındır. Doku ölçülerinin büyük bir kısmı GLCM’ den doğrudan doğruya hesaplanmaktadır. Bazı doku ölçüleri ise GLCM’ den türetilen gri seviyesi fark vektöründen hesaplanmaktadır. Doku ölçüleri, yöne bağlı olarak değişmeyecekse, (0, 45, 90, 135 derece)’ deki GLCM’ ler doku değerleri hesaplamadan önce toplanmaktadır. GLDV, ele alınan pikselin oluşunun komşu piksele somut farklarını toplamaktadır. Örneğin, GLDV’ nin 0 sayılı elemanı farkın kaç kez 0 olduğunu sayar. (yani, komşu piksel değeri ele alınan piksel değerine eşittir.), 1 elemanı ise eldeki piksel ile komşu piksel değer somut farkının kaç kez 1 olduğunu sayar (yani fark -1 veya +1 ‘dir). GLDV, GLCM’ den paralel satırlardaki matris elemanlarının ana köşegene ilave ederek türetilmektedir. Bolu İli kent dokusu birlikte oluş matrisiyle yaklaşılacak gri seviye ortak olasılık dağılımı ile ilişkilidir. Özellikle, GLCM elemanlarının köşegen etrafında dağılım miktarı, yersel bölgenin dokusunu tanımlamaktadır. Az bir dağılım, yersel ilişki uzunluğuna kıyasla dokunun kaba olduğu anlamına gelmektedir[4-6]. Bolu İli kent dokusunu ölçmek için, matematiksel ifadeleri Tablo 1’de verilen, on tane doku ölçüsü 5x5 lik bir kare pencere şeklindeki komşuluk alanında hesaplanmıştır: Bu ifadelerde, N gri seviye sayısı, P normalleştirilmiş simetrik NxN boyutlarındaki GLCM birlikte oluş matrisi, V ise normalleştirilmiş N boyutlu gri seviye fark vektörü anlamına gelmektedir.

**Tablo 1.** Çalışmada kullanılan doku parametrelerini ve matematiksel ifadelerini gösterir tablo

| Doku Parametresi                               |                            | Matematiksel İfadesi                              | Doku Parametresi |                                 | Matematiksel İfadesi                                                                    |
|------------------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                                              | Tek Türlülük (Homogeneity) | $\sum_{j=0}^{N-1} \frac{P(i,j)}{1+(i-j)^2}$       | 5b               | Varyans                         | $\sigma_i^2 = \sum_{j=0}^{N-1} P(i,j) * (i-\bar{i})^2$                                  |
| 2                                              | Kontrast                   | $\sum_{j=0}^{N-1} P(i,j) * (i-j)^2$               | 6                | Entropi*                        | $\sum_{j=0}^{N-1} -P(i,j) \log_e(P(i,j))$                                               |
| 3                                              | Benzersizlik               | $\sum_{j=0}^{N-1} P(i,j) *  i-j $                 | 7                | Açısal ikinci moment            | $\sum_{j=0}^{N-1} P(i,j)^2$                                                             |
| 4                                              | Ortalama Değer             | $\bar{i} = \sum_{j=0}^{N-1} i * P(i,j)$           | 8                | Karşılıklı ilişki (Correlation) | $\sum_{j=0}^{N-1} \frac{P(i,j) * (i-\bar{i})(j-\bar{j})}{\sqrt{\sigma_i^2 \sigma_j^2}}$ |
| 5a                                             | Standart Sapma             | $\sigma_i = \sqrt{\sigma_i^2}$                    | 9                | GLDV açısal ikinci moment       | $\sum_{k=0}^{N-1} V(k)^2$                                                               |
| $\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} P(i,j) = 1$ |                            | $V(k) = \sum_{i=0, \forall  i-j =k}^{N-1} P(i,j)$ | 10               | GLDV Entropi*                   | $\sum_{k=0}^{N-1} -V(k) * \log_e(V(k))$                                                 |
| * ( $0 * \log_e(0) = 0$ olduğunu varsayarak)   |                            |                                                   |                  |                                 |                                                                                         |

## 3. Doku Uzakında Isodata Kümeleme Yöntemiyle Analiz

Isodata yöntemi [3] kümeleme yöntemlerinden, en basit ve en temel olan, k-ortalama değer algoritmasını temel almaktadır. Verinin ayrılacağı küme sayısı ve her kümenin ilk ortalama değeri girdi bilgi olarak verilmektedir. Küme ortalama değerleri belirtilmezse yöntem gelişigüzel olarak küme merkezlerini seçmektedir. Görüntüdeki her eleman hangi kümenin ortalama değerine en yakınsa o kümeye atanmaktadır. Kümelerin ortalama değeri

yeniden hesaplanarak, eleman atamaları önemsenmeyecek miktara inene kadar ortalama değer hesaplama-eleman atama işlemi sürdürülmektedir. Kesinleşen küme ortalama değerleri temel alınarak bütün görüntü sınıflandırılmaktadır. Isodata kümeleme yöntemi, k-ortalama değer sınıflandırma yönteminden farklı olarak her yeni ortalama değer hesaplama, eleman atama tekrarından sonra çok büyük standart sapması olan kümeleri ikiye parçalamaktadır. Çok boyutlu ölçüm uzayında istatistiksel çok yakın kümeler tek kümeye birleştirilmekte, çok az elemanı olan kümeler ise atılmaktadır. Küme birleştirme veya atma işlemleri sonucunda elde edilen küme sayısı istenilen küme sayısından farklı olabileceği için en çok ve en az küme sayısı kısıtlaması göze alınabilmektedir. Bu yöntem kullanılarak Bolu İli kent merkezi IRS uydu görüntüsünden türetilmiş doku parametreleri, on boyutlu doku uzayında isodata kümeleme yöntemiyle on beş farklı sınıfa ayrılmıştır. Birbirlerini tamamlayan fakat ayrı sınıflara atanmış kümeler gruplanarak farklı kent dokusunu simgeleyen Şekil 2’deki 6 farklı sınıf bulunmuştur.



| Doku | Lejant | Alan(ha) |
|------|--------|----------|
| 1    |        | 105,5    |
| 2    |        | 345,3    |
| 3    |        | 206,9    |
| 4    |        | 331,1    |
| 5    |        | 322,3    |
| 6    |        | 564,4    |

Şekil 2. Bolu İli Kent Merkezi IRS görüntüsünden ayırt edilen dokusu

#### 4. Sonuçlar

Kümeleme yöntemiyle elde edilen farklı kent dokuları, yer gerçeği olarak kullanılan IKONOS uydu görüntüsü ile karşılaştırılmış ve karşı geldikleri arazi örtüsü bilgisayar ekranından çıplak gözle yorumlanarak belirlenmiştir. Dokuların farklı arazi örtülerine karşı geldiği anlaşılmıştır. Şöyle ki, 1 numaralı doku, kentin sanayiinin bulunduğu alanlara karşı gelirken, 2 numaralı doku, kentin ana yol ağı dokusunu temsil etmekte, 3 numaralı doku ise, yan sokakları göstermektedir. 4 numaralı doku, kentteki doğal alanları, 5 numaralı doku yapılaşmayı, 6 numaralı doku ise yeşil alanları göstermektedir. Bu çalışma göstermektedir ki IRS uydu görüntüsü 5m çözünürlü olmasına rağmen doku analizi ile işlendiğinde, farklı kent dokularını ayırt etmekte başarılı olmakta ve bu başarısı IKONOS uydu görüntüsünden doğruluk analizi yapıldığında ortaya kanıtlanmaktadır. Uydu teknolojilerinin günümüzde gösterdiği büyük gelişmeyi gelecekte de sürdürmesi, önümüzdeki günlerde kent dokusunun laboratuvar ortamında yüksek çözünürlü uydu görüntülerden sağlanacağını açıkça ortaya koymaktadır.

#### Kaynaklar

- [1] Sabins, F.F., (1987), Remote Sensing Principles and Interpretation, W.H. Freeman & Company, New York, 73-77, 190-197, 318-319.
- [2] Drury, S.A., (1990), "A Guide to Remote Sensing Interpreting Images of Earth", Oxford Univ. Press, N York
- [3] Using PCI Software, (1998), PCI, Ontario, Canada
- [4] Connors, R.W., Harlow, C.A., (1980), "A Theoretical Comparison of Texture Algorithms", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. PAMI-2, No. 3
- [5] Haralick, R.M., (1979), "Statistical and Structural Approaches to Texture", Proceedings of the IEEE, Vol. 67, No. 5, s. 786-804
- [6] Haralick, R.M., Shanmugan, K., Dinstein, I., (1973), "Textural Features for Image Classification", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-3, No. 6, s. 610-621.