Uzaktan algılanmış verilerin semivariogram modeli

Şinasi KAYA, Elif SERTEL

İTÜ İnşaat Fakültesi, Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği Bölümü, 34469, Ayazağa, İstanbul

Özet

Uzaktan algılamada, multi-spektral uydu verilerin doğru kullanımı birçok çalışmaya önemli bilgiler sunar. Farklı bant kombinasyonlarının veya tek bantın yanlış kullanımı uydu görüntü verilerinden çıkan sonuçlara direkt etki yapar.Çalışma bölgesi olarak, mekansal büyümenin en fazla olduğu Istanbul-Avrupa yakası İkitelli bölgesi seçilmiş ve bu bölge 1992 ve 2001 Landsat uydu verileri kullanılarak semivariogaram modeli ile analiz edilmiştir. Semivariyogramlar bölgesel değişkenlerin (zaman ya da uzaydaki konumu bilinen rasgele değişken) konumsal değişimini ifade eder. Bu nedenle uzaktan algılanmış veriler semivariogramlar kullanılarak analiz edilebilir. Bu çalışmada, Geometrik olarak düzeltilmiş olan her iki uydu görüntüsünden çalışma bölgesini temsil eden 12 kesit seçilerek semivariogramları çizilmiştir. Sonuç olarak, mekânsal büyümedeki değişimin büyüklüğü ve doğrultusu semivariogram parametreleri ile ilişkilendirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Semivariogram, uzaktan algılanmış data,bant kombinasyonu, kesit*

Semivariogram model of remotely sensed data

Abstract

In remote sensing, accurate usage of multi-spectral satellite sensor data introduces important information to many studies. Incorrect usage of different band combinations or panchromatic band directly affects the results obtained from satellite image data. Ikitelli region in Istanbul European side, having the highest spatial growth, has been analyzed as study area and semivariogram model approach was applied to 1992 and 2001 Landsat sensor images. Semivariograms measure the spatial variation of a regionalized variable i.e. a random variable whose position in space or time is known. Therefore, semivariogarms can be used to analyze remotely sensed data. In this study 12 transects representing the research area were selected and their semivariograms were plotted after the geometric correction of each image. Quantity and direction of the spatial variations were related with the semivariogram parameters.

Giriş

Yer yüzeyi kısa ve uzun dönemde sürekli değişen (dinamik) özelliklere sahiptir. Bu değişim genellikle insanların yer yüzeyinde gösterdiği faaliyetlerin ve doğal olarak gelişen olayların bir bütünüdür. Uzaktan algılama verileri yeryüzünün izlenmesi, dinamik olarak değişim gösteren bölgelerin tespiti, tarım, ormancılık, jeomorfoloji, jeoloji, biyoçeşitlilik, doğal afetlerin izlenmesi ve sonuçlarının ortaya konması vb. bir çok çalışmada kullanılmaktadır (Kaya ve diğ., 2005). Semivariogram uzaktan algılamada ilk defa Curran (1988) ve Woodcock ve diğ.(1988) de

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Şinasi KAYA, skaya@ins.itu.edu.tr; Tel: (212) 285 6100.
Elif SERTEL ,saroglue@itu.edu.tr; Tel: (212 285 6110

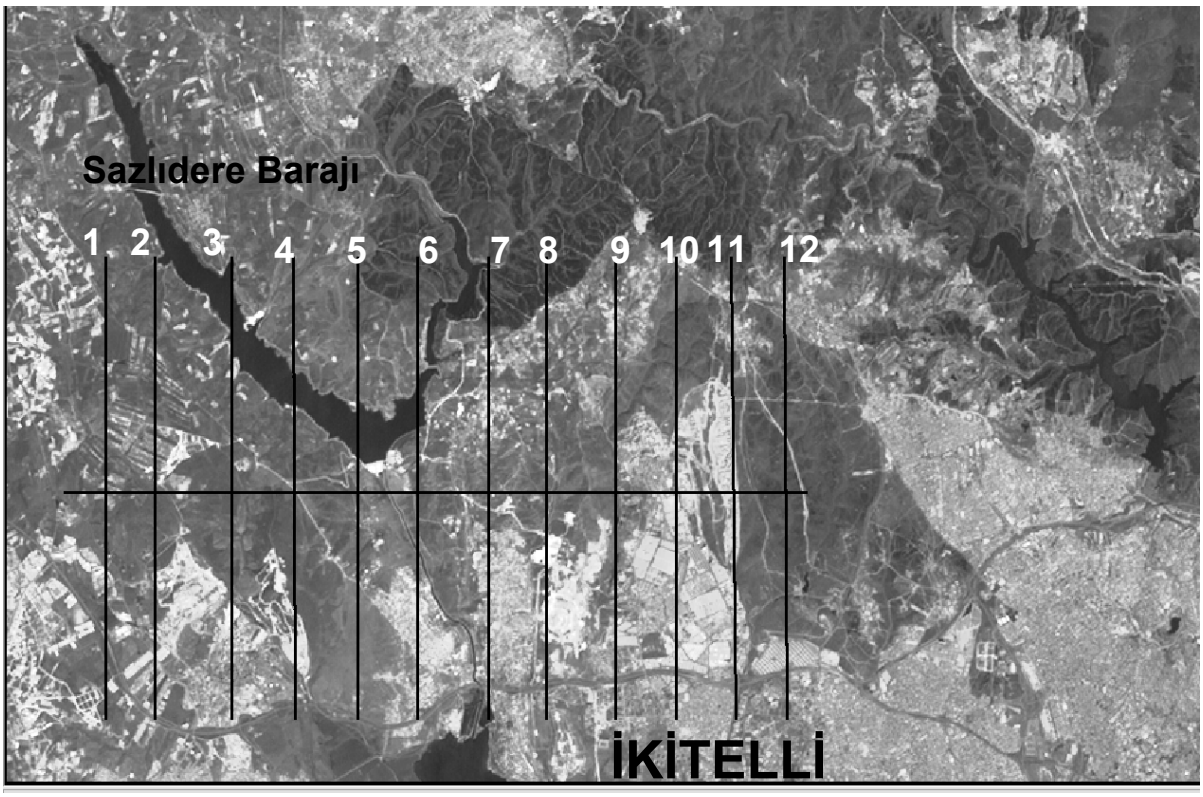
kullanılmıştır. Literatürde bu konuda ve bir çok disiplinde yapılan semivariogram yayınları vardır (Gringarden ve Deutsch, 2001; Atkinson, 1997; Woodcock ve diğ., 1988; Goovaerts, 1999; Şen, 1998). Semivariogramlar sınıflandırma, hata belirleme, toprak çalışmaları ve enterpolasyon gibi birçok çalışmada kullanılmıştır.

Uzaktan algılanmış veriler üzerinden alınan kesit boyunca elde edilen parlaklık değerleri (dijital sayılar) kullanılarak elde edilen deneysel variogram yapısına teorik bir model uydurularak parametreler saptanmaktadır. Teorik modeller olarak bilinen küresel, lineer, eksponensiyel ve gauss tip semivariogram modelleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Deneysel semivariograma uyan teorik semivariogram modeli ve parametrelerinin belirlenmesi ile analiz tamamlanmış olur.

Bu çalışmanın amacı, mekansal büyümenin sürekli değişdiği İstanbul-İkitelli örneğinde Landsat uydu görüntü verilerine semivariogram modeli uygulanarak bulunan parametrelerin i) hangi bantlarda mekansal büyümenin daha iyi tanımlanabildiği, ii) mekansal büyümenin yönü ve büyüklüğünün belirlenmesidir.

Çalışma alanı

İstanbul-İkitelli bölgesi 1985 li yıllardan sonra küçük ve orta ölçekte gelişen endüstri ve sanayi alanları ile hızlı bir şekilde gelişmiştir. İstanbulun en büyük organize sanayi bölgesi buradadır ve İstanbul un çevre yolları üzerinde; Avrupayı Asyaya bağlayan transit karayolu üzerindedir. Özellikle 1990 lı yıllardan sonra bölgede yapılan toplu konutlar ve plansız gelişen konut alanları ile bölgenin arazi örtüsü/kullanımı hızla değişmiştir. İçme suyu amaçlı Sazlıdere Barajı yine 1992 yılından sonra yapılmıştır. Çalışma bölgesinde Halkalı, Bahçeşehir, Başakşehir gibi toplu konut alanları ve Atatürk Olimpiyat Stadı yer almaktadır. Özellikle sanayi bölgeleri nedeniyle gündüz nüfusunun çok yoğun olarak hareketli olduğu bölgedir. Çalışma Bölgesinin uydu görüntü verisi ve alınan kesitler Şekil 1'de verilmiştir.



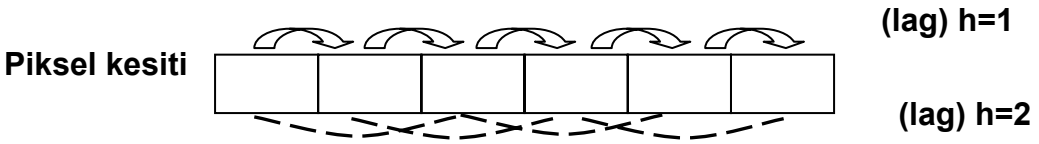
Şekil 1. İstanbul-İkitelli Çalışma Bölgesi

Semivariogram

Sürekli değişen olguların konumsal bağımlılığının ölçülmesini sağlayan bölgesel değişkenler teorisi, jeoistatistikte kullanılan çok önemli bir araç olup, uzaktan algılanmış veriler içinde uygundur. Bölgesel değişkenler teorisinin anahtar bileşeni semivariyogramlar olup, görüntülerdeki konumsal değişimleri ölçmede kullanılan birincil araçlardır ve pek çok uzaktan algılama çalışmasında farklı disiplinler tarafından kullanılmaktadırlar (Cressie, 1993; Goovaerts, 1999; Atkinson, 1997). Semivariyogram mekansal değişimin ölçeği ve yapısı hakkında bilgi verirler ve durağan hipotezin (stationary hypothesis) geçerli olması durumunda çalışma bölgesinin mekansal değişiminin ve otokorelasyonun büyüklüğünü araştırmak için kullanılırlar (Curran, 1988; Şen, 1998). Semivariyogramlar bölgesel değişkenlerin (zaman ya da uzaydaki konumu bilinen rastgele değişken) konumsal değişimini ifade eder. Uzaktan algılanmış görüntülerde her bir piksele ait parlaklık değeri ilgili yer koordinatı ile ilişkilendirilebildiği için bölgesel değişkenden söz etmek mümkündür. Bu nedenle uydu görüntülerindeki konumsal değişimi analiz etmek için semivariyogramlar kullanılabilir (Curran ve Atkinson, 1998; Curran, 1988; Isaak ve Srivastava, 1989; Saroğlu ve Kaya, 2005).

Bir veri setinde bir kesit boyunca x=1,2,…,n gibi aralıklarla alınan z değerleri, konuma bağlı şekilde z (x) olarak ifade edilsin. Birbirinden h (lag) mesafedeki bütün veri çiftleri arasındaki ilişki, bu nokta çiftlerinin ortalaması arasındaki farkın karesi olarak ifade edilebilir ve bu büyüklüğe semivaryans denir. Belirli bir mesafedeki semivaryans değeri ile o mesafe arasındaki ilişkiyi kuran fonksiyona ise semivariyogram denir. Kısaltılmış olarak variyogram şeklinde de kullanılmaktadır (Curran and Atkinson, 1998; Curran, 1988). Noktalar arasındaki semivaryans büyüklüğü noktalar arasındaki mesafeye bağımlıdır.

Uzaktan algılanmış görüntüler üzerinde alınan kesit boyunca düzenli aralıklarla alınan dijital sayılar Z değerleri, konuma bağlı şekilde Z(x) olarak ifade edilsin. Bir birinden h (lag) mesafedeki pikseller arasındaki ilişki bu nokta çiftlerinin ortalaması arasındaki farkın karesi olarak ifade edilir.



Şekil 2. Kesit boyunca seçilen h (lag) değerleri seçimi

Kesit boyunca birbirinden h mesafedeki piksel değerlerinin semivaryansı γ(h) ile gösterilir ve aşağıdaki eşitlikle hesaplanır.

$$\gamma(h) = \frac{1}{2} E[Z(x) - Z(x+h)]^2 \qquad (1)$$

Örnekleme verileri için deneysel variogramdan bahsetmek gerekir. Burada P(h) nokta çiftleri bir kesit boyunca aynı h mesafe aralığıyla {z(x_i), z(x_i+h), h=1,2,...n, P(n)} ayrılmak üzere, bu nokta çiftlerinin ortalama semivaryans değeri aşağıdaki eşitlik ile ifade edilir.

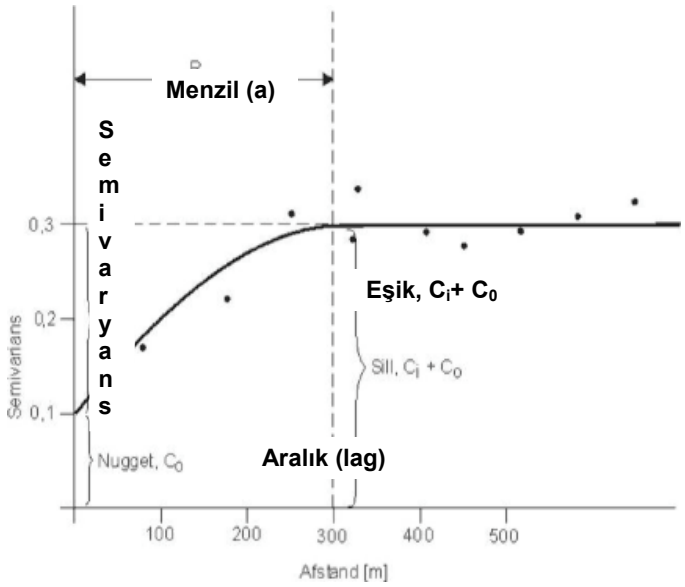
$$\hat{\gamma}(h) = \frac{1}{2P(h)} \sum_{i=1}^{P(h)} [Z(x) - Z(x+h)]^2 \qquad (2)$$

$\hat{\gamma}$ büyüklüğü γ büyüklüğünün kestirim değeridir ve konumsal olarak ayrı olan pikseller arasındaki farklılıkları ifade edebilmek için önemli bir ölçüttür. $\hat{\gamma}$ değerinin büyük olması, γ değerinin de

büyük olması anlamına gelir ve bu durum piksellerin daha az benzer olduğu anlamına gelir (Saroğlu ve Kaya, 2005). Semivariogramı ifade etmek için altı parametre gereklidir. Bunlar, tablo 1 de açıklanmıştır. Parametrelerin semivariyogram üzerindeki konumu Şekil 3' te verilmiştir.

Tablo 1. Semivariogram parametreleri

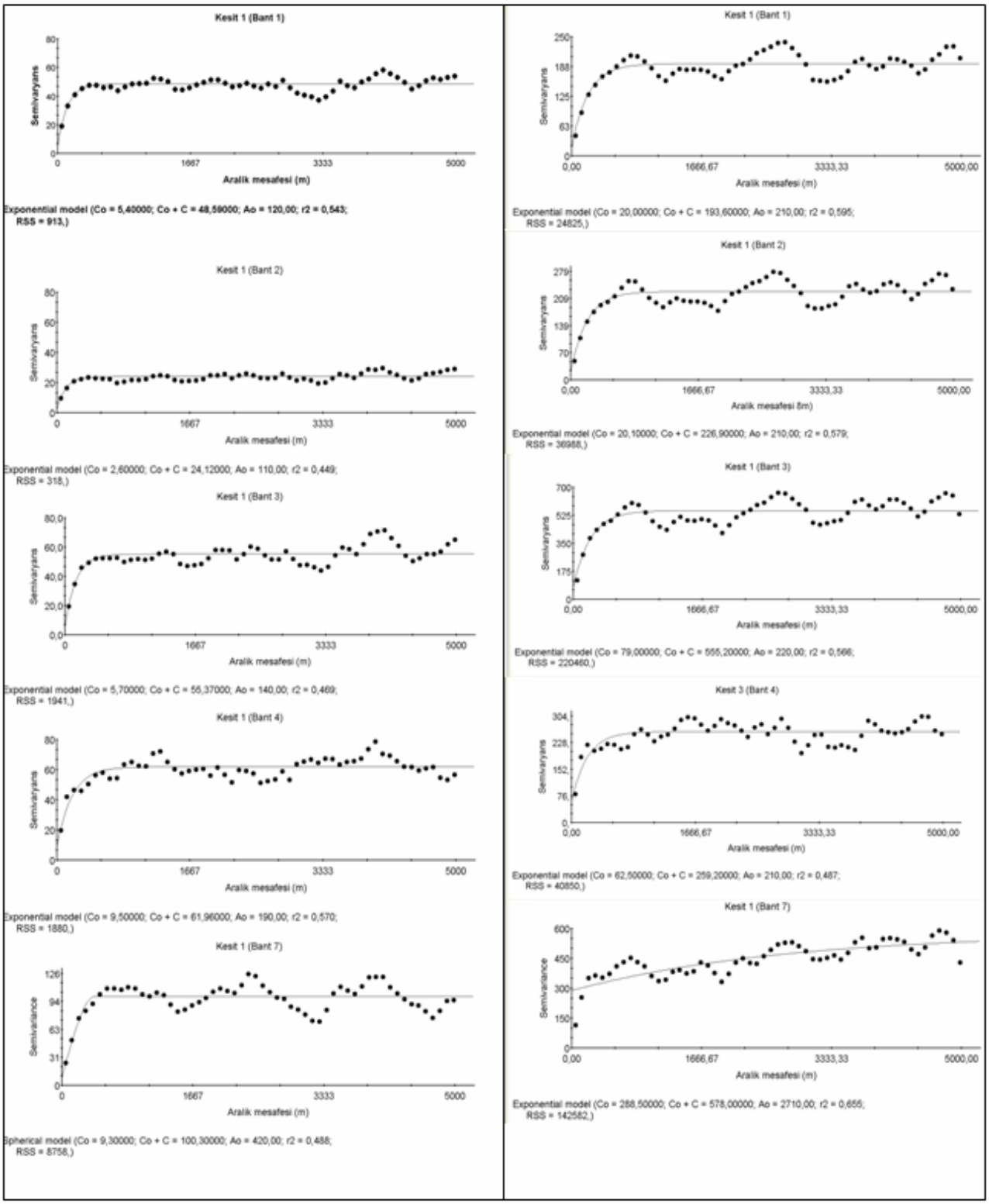
Terim	Sembol	Anlamı
Destek	---	Her bir örnekleme noktası tarafından temsil edilen alan ve şekil
Aralık	h	Örnekleme çiftleri arasındaki mesafedir.
Eşik	$S=C_0+C_1$	$\gamma(h)$ için maksimum değerdir.
Menzil	a	$\gamma(h)$ ın X ekseninde maksimum değere ulaştığı noktadır. Bu uzunluktan sonra veriler artık korelasyonsuzdur.
Nugget Varyans	C_0	$\gamma(h)$ ın Y eksenini (düşey) kestiği nokta, Konumsal bağımsız varyansı temsil eder
Yapısal Varyans	C_1	Eşik değeri ile Nugget varyans arasındaki farktır. Variogramın yapısal bileşenleri için düşey ölçektir.



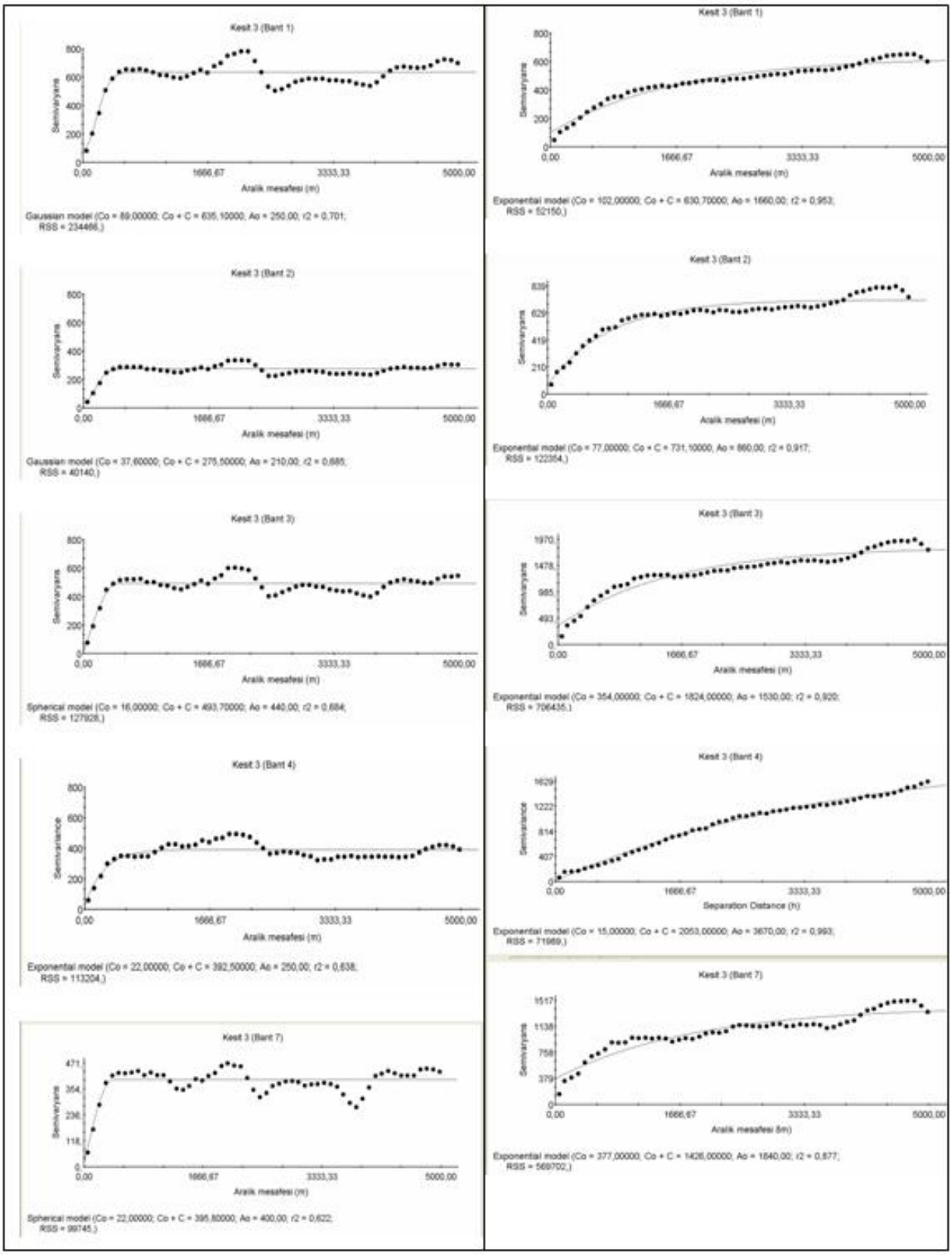
Şekil 3. Genel variogram modeli

Uzaktan algılanmış verilerin semivariogram modeli sonuçları

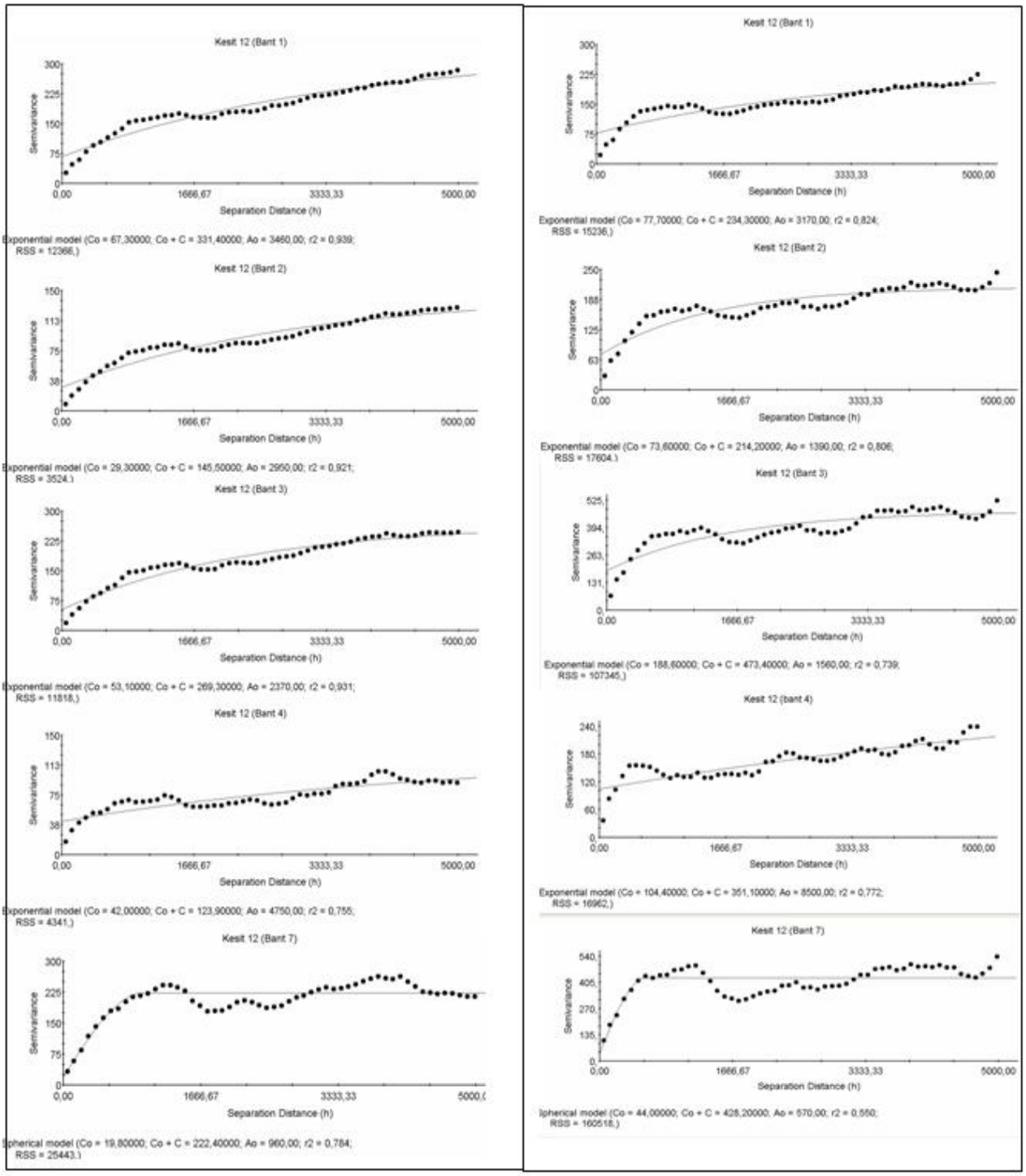
Bu çalışmada, İstanbul-İkitelli bölgesine ait 1992 ve 2001 Landsat uydu görüntü verileri geometrik olarak düzeltilerek, geometrik distorsiyonlar elemine edilmiş ve görüntüler ortak bir koordinat sisteminde tanımlanmışlardır. Görüntüler üzerinden birbirine paralel 10 km uzunlukta, arazinin genel yapısını temsil eden 12 kesit alınmış ve bu kesitlerin her bir bant (1,2,3,4 ve 7) için semivariyogramları çizilmiştir. Semivariyogramlardan elde edilen eşik (sill), menzil (range) ve nugget parametreleri bulunarak, bu parametreler bant korelasyonları ve arazi örtüsü değişimleri için analiz edilerek yorumlanmıştır. Kesitler alınırken bölgenin heterojen yapısı göz önüne alınmış ve arazi örtüsünün tamamen veya kısmen değiştiği bölgeler seçilmiştir. Bu çalışmada Şekil 1'de gösterilen kesitlerin tamamına yer verilememiş ancak değerlendirmeler bu kesitlerin tamamındaki sonuçlar göz önüne alınarak yapılmıştır. 1992 ve 2001 yıllarına ait görüntüden alınan kesitlerin parlaklık değerleri semivariyogram analizi için hazır hale getirilmiştir. Aralık değeri olarak 90 m (3 piksel) belirlenmiş ve aktif aralık mesafesi kesit boyunun yaklaşık yarısı olarak alınmıştır.



Şekil.4. 1. Kesitin farklı bantlarına ait semivariyogramlar, sol taraf (1992), sağ taraf (2001)


Kesit 3 (Bant 1)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Gaussian model (Co = 89,00000; Co + C = 635,10000; Ao = 250,00; r2 = 0,701;
RSS = 234466,)
Kesit 3 (Bant 2)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Gaussian model (Co = 37,60000; Co + C = 275,50000; Ao = 210,00; r2 = 0,685;
RSS = 40140,)
Kesit 3 (Bant 3)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Spherical model (Co = 16,00000; Co + C = 493,70000; Ao = 440,00; r2 = 0,684;
RSS = 127928,)
Kesit 3 (Bant 4)
Semivariance
Aralik mesafesi (m)
Exponential model (Co = 22,00000; Co + C = 392,50000; Ao = 250,00; r2 = 0,638;
RSS = 113204,)
Kesit 3 (Bant 7)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Spherical model (Co = 22,00000; Co + C = 395,80000; Ao = 400,00; r2 = 0,622;
RSS = 99745,)
Kesit 3 (Bant 1)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Exponential model (Co = 102,00000; Co + C = 630,70000; Ao = 1660,00; r2 = 0,953;
RSS = 52150,)
Kesit 3 (Bant 2)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Exponential model (Co = 77,00000; Co + C = 731,10000; Ao = 860,00; r2 = 0,917;
RSS = 122354,)
Kesit 3 (Bant 3)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Exponential model (Co = 354,00000; Co + C = 1824,00000; Ao = 1530,00; r2 = 0,920;
RSS = 706435,)
Kesit 3 (Bant 4)
Semivariance
Separation Distance (h)
Exponential model (Co = 15,00000; Co + C = 2053,00000; Ao = 3670,00; r2 = 0,993;
RSS = 71989,)
Kesit 3 (Bant 7)
Semivariyans
Aralik mesafesi (m)
Exponential model (Co = 377,00000; Co + C = 1426,00000; Ao = 1640,00; r2 = 0,877;
RSS = 569702,)

Şekil 5. 3. Kesitin farklı bantlarına ait semivariyogramlar, sol taraf (1992), sağ taraf (2001)



Şekil 6. 12. Kesitin farklı bantlarına ait semivariyogramlar, sol taraf (1992), sağ taraf (2001)

Şekil 4, 5 ve 6 de görüldüğü gibi konumsal değişimin gözlemlendiği bölgelerde semivariyogramlarda önemli farklılıklar belirlenmiştir. Konumsal değişim sonucunda değişen piksel değerleriyle birlikte semivaryans değerleri ve semivariyogram parametreleri değişmiştir. Dolayısıyla semivariyogramların şekilleri birbirinden farklıdır. 1992 ve 2001 yılı farklı Landsat

verilerine ait, nugget, menzil ve eşik değerlerini birbirinden büyük ölçüde farklı çıkmıştır (Şekil 4, 5, 6).

Aynı veriye ait farklı bantlar için çizilen semivariyogramlar incelendiğinde, görünür bölgede temin edilen ilk üç banta ait semivariyogramlar çok büyük benzerlik göstermektedir. Öte yandan kızıl ötesi bölgede temin edilen 4 ve 7. bantların semivariyogramları birbirinden daha büyük farklılıklar göstermiştir. Yerleşim alanlarından kaynaklı değişimleri incelerken görünür bölgeden herhangi bir bant, kızılötesi bölgeden ise her iki bant alınarak çalışmada kullanılabilecek bant sayısı azaltılabilir. Ancak 1992ve 2001 yılları arasında yapılan Sazlıdere barajına düşen kesit 3 verilerine bakıldığında (Şekil 5) görünür bölgede baraj nedeniyle parametreler değişmiştir.

Yerleşim bölgelerinde meydana gelen değişim kızılötesi bantlardan elde edilen semivariyogramlarda daha belirgin bir şekilde ortaya koyulabilmektedir. Öte yandan konumsal değişimin meydana gelmediği bölgeleri temsil eden kesitlerde, 1992 ve 2001 yılına ait semivariyogramlar birbirine çok benzer çıkmıştır. Gerek semivariyogramların şekilleri gerekse nugget, menzil ve eşik parametrelerinin hem 1992 hem de 2001 yılında birbirine yakin değerler almış olması, bu kesitlerin içerdiği bölgelerde değişimin olmadığı ya da çok az miktarda olduğu anlamına gelmektedir.

Sonuçlar

Uzaktan algılanmış görüntülerde her bir piksele ait parlaklık değeri ilgili yer koordinatı ile ilişkilendirilebildiği için bölgesel değişkenden söz etmek mümkündür. Bu nedenle uzaktan algılanmış görüntülere, jeoistatistiksel yöntemler uygulanabilir. Bu verilere, semivariyogram yönteminin uygulanması ile çalışma bölgesinde meydana gelen değişimlerin büyüklüğü ve doğrultusu konusunda doğru bilgiler üretilebilir. Konumsal değişimin doğrultusunun önemli olduğu, kent büyüme yönü, depremin en etkin olduğu hatların belirlenmesi gibi çalışmalar göz önüne alındığında semivariyogram yaklaşımı önem kazanır.

Menzil (etki uzaklığı) azaldıkça kesit boyunca arazi örtü değişimleri lokal bir bölgede ve arazi sınıflarının birbirinden bağımsız olduğu , etki uzaklığı (range) arttıkça arazi örtüsü değişimlerinin bölgesel olarak değiştiği ve geniş alanları etkilediği söylenebilir. Etki alanından sonraki değerler birbirleri ile korelasyonsuzdur. Variogram veya kovaryans değerleri bu uzunlıkdan sonra sabit kalır. Dolayısı ile etki alanı ne kadar büyükse kesit boyunca piksel değerleri daha az benzer olduğu ifade edilebilir. Bu da kesit boyunca mekansal büyümenin olduğu ve kesit yönünde büyümenin gerçekleştiği anlamına gelir. Farkların karelerinin toplamı düşükse deneysel variogram teorik variograma daha benzerdir ve buda değişimi belirlemez.

Ayrıca, çok bantlı görüntülerden çalışma bölgesi için uygun olan bant kombinasyonlarının belirlenebilmesi için semivariyogramlar kullanılabilir. Bu çalışmada görünür bölgede temin edilen Landsat uydusuna ait ilk üç bant birbirine çok benzer sonuçlar verirken, kızılötesi bölgede temin edilmiş 4. ve 7. bant verileri özellikle yerleşim bölgeleri için daha belirgin sonuçlar ortaya koymuştur. Eğer 3 bant kombinasyonu kullanılacaksa 3,4,7 kombinasyonunun bu tür çalışmalarda kullanılabileceği belirlenmiştir. Çok bantlı veya tek bantlı uzaktan algılanmış veriler herhangi bir çalışmada kullanılmadan önce jeoistatistiksel olarak analiz edilmesi gerektiği çalışmada gösterilmiştir.

Kaynaklar

Atkinson, P.M., (1997). On Estimating measurement error in remotely sensed images with the variogram, *International Journal of Remote Sensing,* **18,** 3075-3084.

Cressie, N.A.L., (1993). *Statistics for spatial Data*, 898 sh., John Wiley&Sons Inc., New York.

Curran, P.J., (1988). The semivariogram in remote sensing: An introduction, *Remote Sensing of Environment,* **24**, 493-507.

Curran, P.J., Atkinson, P.M., (1998). Geostatistics and remote sensing*, Progress in Physical Geography***, 22,** 61-78.

Goovaerts, P., (1999). Geostatistics in soil science: state of the art and perspectives, *Geoderma*, **89**, 1-45.

Gringarten, E., Deutsch, C.V., (2001). Teacher's aide variogram interpretation and modeling, *Mathematical Geology,* **33**, 507-534.

Isaak, EH., Srivastava, RM.,(1989). *An Introduction to Applied Geostatistics*, 561 sh., Oxford University Press, Oxford, UK.

Kaya, E., Saroğlu, E., Musaoğlu, N., (2005). Depremin neden olduğu ağır hasarın şehir alanına etkisinin uzaktan algılama verileri ile belirlenmesi, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel Teknik Kurultayı, 28 Mart-1 Nisan, Ankara.

Saroğlu, E., Kaya, Ş., (2005). Depremin neden olduğu ağır hasarların uydu görüntü verileri ve semivariogram ile analizi, Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu, 16-18 Kasım, Kocaeli, Türkiye, sayfa 721- 729.

Şen, Z., (1998). Point cumulative semivariogram for identification of heterogeneities in regional seismicity of Turkey, *Mathematical Geology,* **30,** 767-787.

Woodcock, C.E., Strahler, A., H, Jupp, D.,L.,B., (1988). The use of semivariogram in remote sensing : Scene models and simulated images, *Remote Sensing of Environment,* **25,** 323-348.