

Shannon Entropi ve Fraktal Analiz ile Kentsel Yayılmanın İncelenmesi: Samsun Örneği

Derya Öztürk

Öndokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 55139,Samsun.

Özet

Bu çalışmada Samsun'un birbirine komşu ve en hızlı nüfus artışına sahip üç ilçesi olan Atakum, İlkadım ve Canik ilçelerindeki kentsel yayılma uzaktan algılama ve CBS teknolojileri kullanılarak incelenmiştir. 1989-2013 yılları arasındaki 24 yıllık periyottaki kentsel yayılma Shannon entropi ve fraktal analiz ile ortaya konulmuştur. Çalışmada yerleşim alanları 1989, 2000 ve 2013 yıllarına ait Landsat TM/ETM+/OLI görüntülerinden maksimum benzerlik sınıflandırma yöntemiyle elde edilmiştir. Kentsel yayılmanın derecesinin belirlenmesinde Shannon entropi ve kentsel yayılmanın karakterize edilmesinde kutu sayma metoduna dayalı olarak fraktal analiz kullanılmıştır. Çalışmanın sonuçları irdelendiğinde her üç ilçede de kentsel yayılmanın olduğu ve ilçelerin mekansal açıdan kompleks bir karakter taşıdığı anlaşılmıştır. Çalışma aynı zamanda Shannon entropi değeri ile fraktal boyut arasında mutlak ve monoton bir ilişki bulunmadığını da göstermiştir.

Anahtar Sözcükler

kentsel yayılma, Shannon entropi, fraktal analiz, kutu sayma yöntemi, maksimum benzerlik sınıflandırması, Landsat

Abstract

This paper focuses on urban sprawl analysis in the Atakum, İlkadım and Canik which are three adjacent districts with the highest population growth in Samsun. Urban sprawl was examined over a period of 24 years (1989-2013) using Shannon's entropy and fractal analysis based on remote sensing and Geographic Information System (GIS). The built-up areas in 1989, 2000 and 2013 were extracted from Landsat TM/ETM+/OLI images using the maximum likelihood classification method. The Shannon's entropy method was used to determine the degree of urban sprawl, and a fractal analysis method based on box counting was used to characterize the urban sprawl. The results show that Atakum, İlkadım and Canik experienced important changes and have considerable sprawl and complex characteristics now. The study also revealed that there is no absolute and monotonic relationship between Shannon's entropy and fractal dimension.

Keywords

urban sprawl, Shannon's entropy, fractal analysis, box-counting, maximum likelihood classification, Landsat

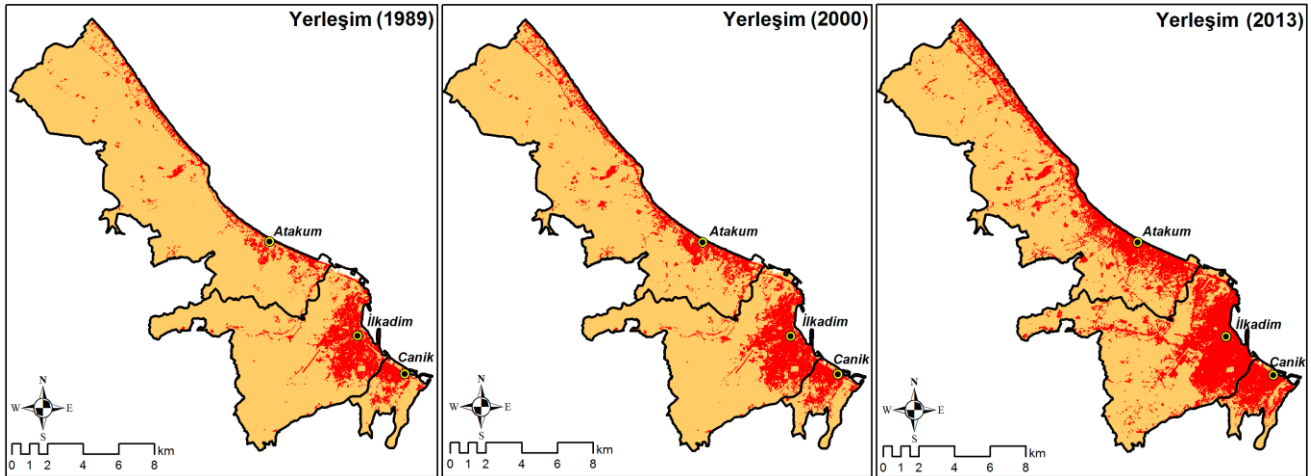
1. Giriş

Kentsel dokunun anlaşılması ve büyüme/değişim eğilimlerinin belirlenmesi modern kentsel çalışmalar açısından büyük önem taşır. Doğru ve kapsamlı bir analiz, bir bölgenin mevcut sorunlarının ve gelecekteki ihtiyaçlarının belirlenmesinde oldukça yararlıdır (Verzosa ve Gonzalez, 2010). Özellikle kısıtlı doğal kaynakların ve altyapının yönlendirilmesi açısından bunun aslında şart olduğu da söylenebilir. Kontrolsüz kentleşme genel olarak kentsel yayılma (saçaklanma) olarak gelişir ve hem kısa hem de uzun vadede altyapı planlamasında ciddi sorunlara yol açar (Sudhira vd., 2004). Kentsel saçaklanma alanları, kent çevresinde ve/veya ana ulaşım yolları boyunca gelişirler (Sudhira vd., 2004; Karakayacı ve Karakayacı, 2012). Bu alanlar imar uygulaması görmüş olsa bile yapısal açıdan kırsal bir karakter gösterirler. Bir başka ifadeyle kentsel saçaklanma alanları kent ile kır arasında sıkışmış, kendine özgü nitelikleri bulunan alanlardır. Bu alanlarda hızlı ve kontrolsüz bir dönüşüm gerçekleşirken çoğu zaman plansız ve sağlıksız yerleşim alanları da ortaya çıkmaktadır (Karakayacı ve Karakayacı, 2012). Kentsel yayılma, çevresel zararlar, ekonomik verimsizlik, kamu ve altyapı hizmetlerinde adaletsizlik vb. sorunlara neden olan, dolayısıyla sürdürülebilir gelişme için uygun olmayan bir kentsel büyüme biçimidir (Sun vd., 2007; Li, 2012).

Kentsel yayılma kent ve bölge planlamanın en çok tartışılan konuları arasındadır. Kentsel yayılmaya neden olan faktörler, yayılmanın sonuçları ve kent politikaları başlıca araştırma konularını oluştururken son yıllarda yayılmanın biçimsel karakteristiğinin ölçülmesi konusundaki çalışmalar da hız kazanmıştır (Terzi ve Kaya, 2008). Gelişen teknolojiyle birlikte kentsel analizlerde matematiksel yöntemler uygulanmaya başlanmış, biçimsel analizlerde karmaşık analiz yöntemleri yaygın olarak kullanılır olmuştur (Kaya ve Bölen, 2011). Bu kapsamda Shannon entropi ve fraktal analiz son zamanlarda kentsel analizlerde büyük bir ilgi görmeye başlamıştır (Bhatta, 2012; Munafı ve Congedo, 2013; Zeng vd., 2014). Uzaktan algılama teknolojisindeki gelişmeler ile birlikte mekansal veriye hızlı ve ekonomik erişim imkanı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) teknolojisinin sağladığı hızlı analiz olanakları da kent dokusunun belirlenmesi ve değişimlerin tespitine yönelik çalışmaların artmasında büyük rol oynamıştır (Duran vd., 2006; Musaoğlu vd., 2006; Bhatta, 2010; Öztürk, 2015).

2000 periyodunda hemen hemen dolduğu, bu nedenle 2000-2013 periyodunda güney yönünde de büyümenin gerçekleştiği görülmektedir. Atakum'un batı kesiminde ise her iki periyotta da ağırlıklı olarak kıyı bölgelerinin dolduğu ve yer yer iç kesimlerde yayılmanın gerçekleştiği görülmektedir. İlkadım ilçesi ise 1989-2000 periyodunda daha çok doğu kesiminde güneye doğru bir yayılma göstermişken, 2000-2013 periyodunda ise Atakum'la sınır olan bölgesinin yoğun yerleşimle dolduğu anlaşılmaktadır. Aynı periyotta Canik'le sınır olan bölgede de güneye doğru büyük bir yayılım görülmektedir. Canik ilçesi ise sahip olduğu dar alanda sistematik bir büyüme göstermiş ve 2013 yılında doğu kesimi tamamen dolmuştur.

Üç ilçe karşılaştırıldığında alansal anlamda en fazla artış Atakum ilçesinde görülmüştür. Atakum'da 1989 yılında 6.10 km² kaplayan yerleşim alanları 2013 yılında 18.26 km² değerine ulaşmış ve bu değerle İlkadım ilçesindeki yerleşim alanlarının yüzölçümüne çok yaklaşmıştır. Yapılaşmış alanlar 1989-2013 periyodunda Atakum'da 12.16 km² (%13.1), İlkadım'da 9.56 km² (%15.9) ve Canik'te 2.83 km² (%29.9) artış göstermiştir. Kendi sınırları içerisinde yüzdesel artışlar değerlendirildiğinde en büyük artışın Canik ilçesinde yaşandığı ve 2013 yılı itibarıyla alanın %57.4'ünün dolduğu görülmüştür.



Şekil 2. Atakum, İlkadım Canik İlçelerinin 1989, 2000 ve 2013 yıllarındaki yerleşim alanları

3.2. Shannon entropi

Analizlerin sonucunda entropi değerlerinin 0.573 ile 0.919 arasında değiştiği belirlenmiştir. 0'a yakın değerler yapılaşmış alanların kompakt olduğuna ve 1'e yakın değerler yayılmanın varlığına işaret etmektedir. 1989-2013 periyodundaki değişimler irdelendiğinde Shannon entropi değerinin İlkadım ve Canik'te arttığı, Atakum'da önemli bir değişim göstermediği, ancak bununla birlikte entropi değerinin Atakum'da en yüksek olduğu ve maksimum değer olan 1'e yaklaştığı, bu itibarla Atakum'un diğer ilçelerden daha fazla yayılma karakteristiği gösterdiği tespit edilmiştir. İlkadım ve Canik'te entropi değerlerinin artması yıllar içerisinde yapılaşmış alanlarının dağılarak kentsel yayılmanın arttığını göstermektedir. Ayrıca tüm ilçelerde incelenen yıllarda entropi değerleri 0.5'in üzerinde olup bu itibarla hiçbir ilçenin kompakt bir yapı göstermediği ve kentsel büyümenin yayılma şeklinde gerçekleştiği anlaşılmıştır. Üç ilçe mukayese edildiğinde en düşük entropi değerine sahip İlkadım'ın yine diğer ilçeler gibi yüksek bir yayılıma sahip olduğu, ancak diğerlerine nispeten daha kompakt bir yapı gösterdiği anlaşılmıştır.

3.3. Fraktal analiz

Kentsel büyüme açısından yayılma durumunu anlamak için Shannon entropi kullanıldıktan sonra kentsel dokunun değişiminin analizi için yapılaşmış alanlar üzerinde fraktal analiz uygulanmıştır. Bu çalışmada fraktal boyutun hesaplanmasında kutu sayma yöntemi kullanılmış, 1.279 ve 1.598 arasında değişen fraktal boyutlar elde edilmiştir. Fraktal değerlerin 2'ye yaklaşması şekilsel kompleksliğin artması, 1'e yaklaşması şeklin daha basit biçimsel yapıya dönüşmesi anlamına gelmektedir. 1989-2013 periyodundaki değişimler incelendiğinde her üç ilçede de fraktal boyutların arttığı görülmüştür. Fraktal boyutun 1989 ve 2000 yıllarında Canik ilçesinde, 2013 yılında İlkadım ilçesinde diğer ilçelerden daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Fraktal boyuttaki değişimler irdelendiğinde Atakum'un hem 1989-2000 hem de 2000-2013 periyodunda en fazla artış gösteren ilçe olduğu belirlenmiştir. Canik ilçesi düzenli bir değişim gösterirken Atakum ve İlkadım'daki değişimlerde 2000-2013 periyodunun daha etkin olduğu görülmüştür. 1989 yılında Atakum'un fraktal değeri İlkadım ve Canik'in gerisindeyken 2013 yılına gelindiğinde üç ilçedeki fraktal değerler birbirine çok yaklaşmıştır. Fraktal değerlerin giderek artması ilçelerin zaman içerisinde daha kompleks ve parçalı bir yapıya sahip olduğunu, düzensiz kullanımların oluştuğunu ve dolayısıyla şekilsel kompleksliğin arttığını göstermektedir.

3.4. Shannon entropi ve fraktal boyutun karşılaştırılması

Shannon entropi ve fraktal değerlerin ilişkisi irdelendiğinde; İlkadım ve Canik ilçelerinde kentsel yayılma artarken fraktal boyut değerinin de artış gösterdiği, Atakum'da ise Shannon entropi değerinin önemli bir değişim göstermezken fraktal değerinin arttığı ve bu artışın diğer ilçelerden çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, her ne kadar kentsel yayılmanın artmasıyla Shannon entropi ve fraktal değerinin artması beklense de, Shannon entropi değeri ile fraktal boyut arasında mutlak ve monoton bir ilişkinin varlığından söz edilemeyeceğini ortaya koymaktadır. Nitekim Atakum'daki kentsel büyümeyle beraber kent dokusu kompleksleşmiş ve buna bağlı olarak fraktal değer artmış, ancak 2008 yılına kadar toplam altı adet alt kademe belediyesiyle parçalı şekildeki gelişim gösteren kentsel yapı her inceleme yılında yüksek ve yıllar arasında fazla değişim göstermeyen entropi değerlerinin elde edilmesine neden olmuştur.

3.5. Değişimin etkileri

Kentsel büyümeyle birlikte her üç ilçede kent formu giderek yayılma ve karmaşıklaşma gösterirken, kontrolsüz ve plansız büyümenin sonucunda tarım, orman ve mera alanlarında tahribatlar oluşmuştur. 1989 yılı orman alanları, mutlak tarım arazileri ve mera alanları 2013 yılı yerleşim alanlarıyla karşılaştırıldığında 1989-2013 arasında Atakum'da 2.59 km² mutlak tarım arazisi, 0.10 km² orman ve 0.14 km² mera alanının, İlkadım'da 1.36 km² mutlak tarım arazisi, 0.03 km² mera alanının ve Canik'te 0.69 km² mutlak tarım arazisinin kentsel kullanıma dönüştüğü görülmüştür. Kontrollü büyüme sağlanamadığı takdirde doğal kaynak tahribatların artacağı öngörülmektedir.

4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmanın neticesinde iki önemli sonuç çıkartılmıştır:

i. Atakum, İlkadım ve Canik ilçelerinin her üçü de önemli derecede yayılma ve kompleks karakter göstermektedir. Yayılmanın etkileri değerlendirildiğinde tarım, orman ve mera alanlarında tahribatlara neden olduğu belirlenmiştir. Düşük maliyetli konut yeri seçim talebi, her üç ilçede de merkez çevresinde düşük yoğunluklu yerleşim alanlarının oluşmasına neden olmuştur. Bu ilçelerde kentsel yayılmanın kontrol altına alınabilmesi ve sürdürülebilir kentsel gelişim için çok yönlü ve bütüncül planlama politikaları gerekmektedir.

ii. Shannon entropi değeri ile fraktal boyutun paralellik gösteremeyebileceği anlaşılmakta olup, kentsel yayılmanın çok yönlü bir kavram olduğu ve farklı metodlar ile irdelenmesi gerektiği ortaya çıkmaktadır. Bunun neticesinde kentsel yayılmanın incelenmesine yönelik çalışmalarda Shannon entropi değerlerinin kentsel yayılmanın derecesinin ölçülmesi için ve fraktal değerlerin de bu yayılmanın fraktal boyutundaki değişimlerin anlaşılmasında kullanılarak kentsel yayılmanın derinlemesine irdelenebileceği önerilmektedir.

Kaynaklar

- Bhatta B., (2010), *Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing Data*, Springer-Verlag, Heidelberg, Germany.
- Bhatta B., (2012), *Urban Growth Analysis and Remote Sensing: A case study of Kolkata, India 1980–2010*, Springer Briefs in Geography, Springer, Dordrecht, Netherlands.
- de Oliveira M.A.B., Brandi A.C., dos Santos C.A., Botelho P.H.H., Cortez J.L.L., de Godoy M.F., Braile D.M., (2014), *Comparison of fractal dimension and Shannon entropy in myocytes from rats treated with histidine-tryptophan-glutamate and histidine-tryptophan cetoglutamate*, Revista Brasileira de Cirurgia Cardiovascular, 29(2), 156–62.
- Duran Z., Musaoglu N., Şeker D.Z., (2006), *Evaluating urban land use change in historical peninsula, Istanbul, by using GIS and remote sensing*, Fresenius Environmental Bulletin, 15, 806–810.
- Jat M.K., Garg P.K., Khare D., (2008), *Monitoring and modelling of urban sprawl using remote sensing and GIS techniques*, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 10(1), 26–43, doi:10.1016/j.jag.2007.04.002.
- Karakayacı Ö., Karakayacı Z., (2012), *Kentsel saçaklanma alanlarında arsa/arazi değerini belirlemeye yönelik yöntem önerisi*, International Journal of Social Science, 5(4), 107–120.
- Kaya H.S., Bölen F., (2011), *Kentsel dokudaki değişimin fraktal geometri yöntemiyle incelenmesi*, İTÜ Dergisi/A Mimarlık, 10(1), 39–50.
- Li F., (2012), *Investigation of Urban Sprawl on the Basis of Remote Sensing Data: A Case Study in Jiangning, Nanjing City, China*, Ph.D. Dissertation, University of Stuttgart, Germany.
- Mcadams M.A., (2007), *Fractal analysis and the urban morphology of a city in a developing country: A case study of Istanbul*, Marmara Coğrafya Dergisi, 15, 149–172.
- Mesev T.V., Longley P.A., Batty M., Xie Y., (1995), *Morphology from Imagery: Detecting and Measuring the Density of Urban Land Use*, Environment and Planning A, 27(5), 759–780.
- Mohammady, S.; Delavar, M. R. 2014. Urban sprawl modelling. The case of Sanandaj City, Iran, *Journal of Settlements and Spatial Planning* 5(2): 83–90.
- Munafo M., Congedo L., (2013), *Assessing Urban Sprawl in Dar Es Salaam*, International Workshop: Towards Scenarios for Urban Adaptation Planning-Assessing seawater Agutter A.J., (1995), *Analysis of sigma factors in S. aureus*, Doktora Tezi, Edinburgh University, Edinburgh, UK. r intrusion under climate and land cover changes in Dar es Salaam, Tanzania, Rome, 20-22 April, 2013.
- Musaoglu N., Gürel M., Uluğtekin N., Tanik A., Şeker D.Z., (2006), *Use of remotely sensed data for analysis of land-use change in a highly urbanized district of mega city, Istanbul*, Journal of Environmental Science and Health, 41, 2057–2069.

- Öztürk D., (2015), *Urban growth simulation of Atakum (Samsun, Turkey) using cellular automata-Markov chain and multi-layer perceptron-Markov chain models*, *Remote Sensing*, 7(5), 5918–5950, doi:10.3390/rs70505918.
- Sarvestani M.S., Ibrahim L.Ab., Kanaroglou P., (2011), *Three decades of urban growth in the city of Shiraz, Iran: A remote sensing and geographic information systems application*, *Cities*, 28(4), 320–329, doi:10.1016/j.cities.2011.03.002.
- Sudhira H.S., Ramachandra T.V., Jagadish K.S., (2004), *Urban sprawl: metrics, dynamics and modelling using GIS*, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 5(1), 29–39, doi:10.1016/j.jag.2003.08.002.
- Sun H., Forsythe W., Waters N., (2007), *Modeling urban land use change and urban sprawl: Calgary, Alberta, Canada*, *Networks and Spatial Economics*, 7, 353–376, doi:10.1007/s11067-007-9030-y.
- Terzi F., Kaya H.S., (2008), *Analyzing urban sprawl patterns through fractal geometry: the case of Istanbul metropolitan area*, (CASA Working Papers 144), Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL): London, UK.
- Torrens P.M., Alberti M., (2000), *Measuring sprawl*, (CASA Working Papers 27), Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL): London, UK.
- Tewelde M.G., Cabral P., (2011). *Urban sprawl analysis and modeling in Asmara, Eritrea*, *Remote Sensing* 3(10), 2148–2165, doi:10.3390/rs3102148.
- Verzosa L.C.O., Gonzalez R.M., (2010), *Remote Sensing, Geographic Information Systems and Shannon's Entropy: Measuring Urban Sprawl in a Mountainous Environment*, ISPRS TC VII Symposium – 100 Years ISPRS, (Wagner W., Szekely B., Eds.), Vienna, Austria, July 5–7, 2010, IAPRS, Vol. XXXVIII, Part 7A.
- Zeng C., He S., Cui J., (2014), *A Multi-level and multi-dimensional measuring on urban sprawl: A case study in Wuhan metropolitan area, Central China*, *Sustainability*, 6(6), 3571–3598, doi:10.3390/su6063571.