

Sosyo-Demografik Yapıdaki Mekansal Değişimlerin, Mekansal Regresyon Teknikleri ile Analizi: Eskişehir 2002 Genel Seçim Örneği

Serkan KEMEÇ, Şebnem DÜZGÜN

ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri EABD, 06531 Ankara

Özet

Mekansal olguların nedenlerinin araştırılmasında ve olgulara ait mekansal tahminlerin yapılmasında yerel ve genel regresyon teknikleri etkili araçlardır. Genel mekansal regresyonda temel amaç, herhangi bir çalışma alanında, alanı oluşturan alt alanlarda ölçülmüş bağımlı değişken ile bu alt alanlara ilişkin bağımsız değişkenler arasında mekandaki otokorelasyonu gözönüne alarak ilişki kurmaktır. Coğrafi ağırlıklandırılmış regresyon mekansal veri analizinde güçlü bir keşif metodudur. Genel mekansal modeller tarafından göz ardı edilen, olguların mekansal davranışındaki yerel değişimleri bulmaya ve olguların yerel detayda anlaşılabilmesi için kullanılır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ile mekansal regresyon tekniklerinin entegrasyonu özellikle sosyo-demografik yapının mekansal analizinde vazgeçilmez hale gelmiştir.

Bağımsız değişken katsayılarının tüm çalışma alanının geneli için elde edildiği mekansal regresyonun aksine, coğrafi ağırlıklandırılmış regresyonda regresyon katsayıları çalışma alanını oluşturan alt alanların her biri için hesaplanır. Böylelikle regresyon katsayılarının haritalanabilmesi ve klasik regresyon analizindeki durağanlık kabulünün uygunluğunun kontrolü mümkün olabilmektedir.

Bu çalışmanın temel amacı, gelecek seçimlerde çalışma alanında oluşacak mekansal oy deseninin tahmini için 2002 milletvekili seçimlerinde Eskişehir kenti için oyların mekansal değişiminin keşfi ve modellenmesidir. Seçilen partilere ait oy miktarları Türkiye İstatistik Kurumundan ilgili seçime ilişkin sonuç yayınlarından, oy oranlarını açıklamakta kullanılan sosyo-demografik değişkenler ise (gelir, cinsiyet, yaş, ev sahipliği ve eğitim) Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Kent Bilgi Sisteminden sağlanmıştır. Çalışmada, 2002 milletvekili seçimlerinde Eskişehir kentini oluşturan 65 mahallede, geçerli oyların %75'lik bölümünü oluşturan 4 partinin (AKP, CHP, DYP ve MHP) oy miktarlarının açıklanmasında kullanılan sosyo-demografik verilerdeki mekansal heterojenitenin ortaya konulması için coğrafi ağırlıklandırılmış regresyon tekniği kullanılmıştır. Seçim sonuçlarının mekansal olarak analizi için, CBS'ye dayalı veri görselleme ve keşif aşamalarından sonra genel modeller (doğrusal regresyon ve mekansal regresyon) veri setine uygulanmış ve coğrafi ağırlıklandırılmış regresyon sonuçları bu sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Analiz sonuçları, genel modellerin ihmal ettiği sosyo-demografik verilerdeki mekansal değişimlerin yerel ölçekte farklılığının ortaya konulmasına temel teşkil etmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Coğrafi Ağırlıklandırılmış Regresyon, heterojenite, coğrafi seçim analizi..*

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Serkan KEMEÇ. skemec@metu.edu.tr; Tel: (312) 210 54 16.

Analysis of spatial variations in socio-demographical variables for 2002 general elections in Eskisehir by using SR and GWR

Abstract

Spatial regression (SR) is a global spatial modeling technique in which spatial autocorrelation among the regression parameters are taken into account. SR is usually performed for spatial data obtained from spatial zones or areas. The basic aim in SR modeling is to establish relation, between a dependent variable measured over a spatial zone and other attributes of the spatial zone, for a given study area, where the spatial zones are the subset of the study area. Geographically weighted regression (GWR) is a powerful exploratory method in spatial data analysis. It serves for detecting local variations in spatial behavior and understanding local details, which may be masked by global regression models. Unlike SR, where regression coefficients for each independent variable and the intercept are obtained for whole study region, in GWR, regression coefficients are computed for every spatial zone. Therefore, the regression coefficients can be mapped and the appropriateness of stationarity assumption in the conventional regression analyses can be checked. Today, integration of GIS with Spatial Regression methods turn to the indispensable tool especially for the spatial analysis of the socio-demographic structure.

The basic aim in this study is to explain and model the geographical variations in the votes of the 2002 General Election in Eskisehir City so that the model can form the basis of predicting spatial voting patterns for the next elections. The spatial data is in the form of quarter areas of the Eskisehir municipality. The voting rates for each party are obtained from Turkish State Statistical Institute. The socio-demographical data are provided by City Information System of Eski Metropolitan Municipality, which contain variables related to: income, gender, age, home ownership and education. Among the various parties involved in the 2002 general elections, the following parties are considered as they have the highest support rates: White Party (AKP), Republican People's Party (CHP), The Nationalist Movement Party (MHP) and The True Path Party (DYP). Statistical modeling with traditional regression analysis discovers global trends over the analyzed process. Recent developments in local spatial analysis provide more accurate modeling properties. For discovering non-stationarities at the related socio-demographic parameters Geographically Weighted Regression (GWR) analysis applied on 2002 General Election results of four political parties (AKP, CHP, DYP, and MHP) in Eskişehir Turkey.. Results showed that global models' ignorance of spatial variation on socio-demographic data could be illuminated with local spatial models.

Keywords: *Geographically Weighted Regression, non-stationarity, geographical analysis of election.*

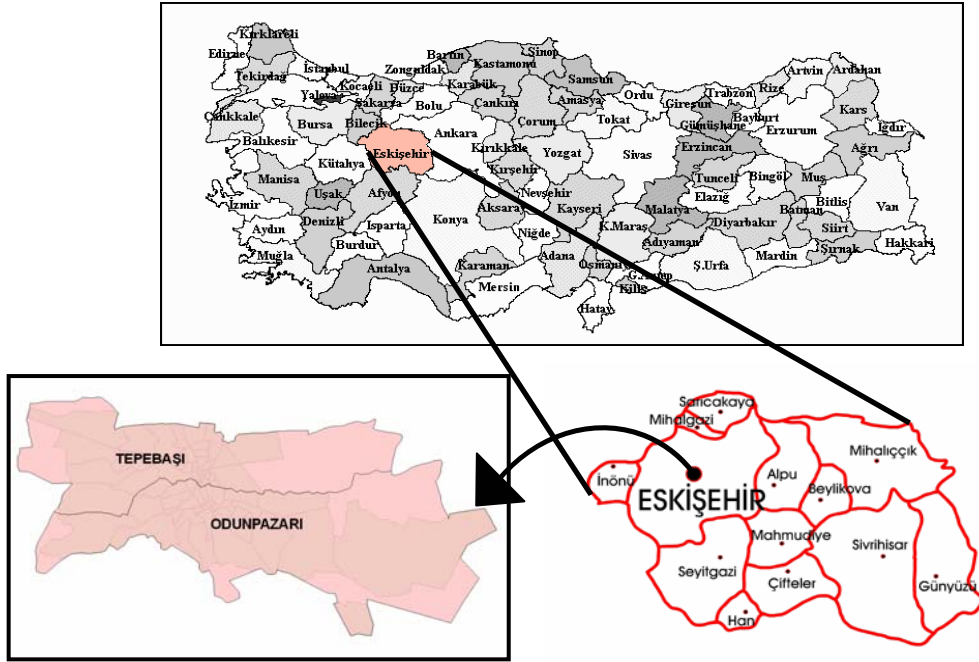
Giriş

Seçim coğrafyası hakkındaki literatür temel olarak iki başlık altında gelişmektedir. İlki seçim metodunun coğrafi analizi ikincisi ise seçim sonuçlarının coğrafi analizidir (J.R.V. Prescott 1969). Birinci başlık altında herhangi bir seçimdeki oy sonuçlarının parlamentoda temsil desenine dönüştürülmesi süreçleriyle ilgili konularla ilgilenir ve seçimle ilgili yasaların belirlenmesi için önemlidir. Diğer başlıkta ise alınan seçim sonuçlarına coğrafyanın etkilerinin de göz önüne tutulmasıyla açıklanması, gelecekte oluşabilecek sonuç desenlerinin tahmini gibi konularla ilgilenilmektedir.

Çalışma, Eskişehir kentinde 2002 Milletvekili seçim sonuçlarındaki coğrafi değişimleri açıklamaya çalışmaktadır bu bağlamda seçim çalışmalarının ikinci temel başlığı ile ilişkilidir. Çalışmada kullanılan veriler Türkiye İstatistik Kurumu ve Eskişehir Büyükşehir Belediyesinden temin edilmiştir. Çalışmanın temel amacı Eskişehir kenti için 2002 Milletvekili seçim sonuçlarındaki coğrafi değişimleri açıklamak ve alanda gelecek seçimler için mekansal oy deseninin belirlenmesinde kaynak teşkil edecek modeli oluşturmaktır. Çalışmada kullanılan mekansal veri Eskişehir Büyükşehir Belediyesi sahasındaki mahalleler şeklindedir. Türkiye İstatistik kurumundan sandık bazında edinilen seçim sonuç verisi mahalle sınırlarına göre gruplanarak düzenlenmiştir. Çalışmada kullanılan, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Kent Bilgi Sistemi kapsamında oluşturulmuş sosyo-demografik veri; gelir, cinsiyet, yaş, ev sahipliği ve eğitim başlıklarıyla ilişkili değişkenleri oluşturmaktadır. Çalışmada kesin seçim sonuçlarına göre alandaki oyların %75'ini alan dört siyasi partinin sonuçlar analiz edilmiştir. Bu partiler oy büyüklüklerine göre sırasıyla Ak Parti (AKP), Cumhuriyet Halk Partisi (CHP), Milliyetçi Hareket Partisi (MHP) ve Doğru Yol Partisi' dir (DYP).

Çalışma Alanı

Orta-Anadolu'nun kuzey batısında (Şekil 1) yer alan Eskişehir çimento, lokomotif, şeker fabrikaları ve Türk Hava Kuvvetleri üssü ile önemli bir endüstri ve ulaşım merkezi durumundadır. 2000 nüfus sayımı sonuçlarına göre nüfusu 706 009'dur. Bu nüfusun yaklaşık %80'i kent alanlarında yaşamaktadır. Eskişehir kent merkezi Büyükşehir Belediyesi statüsünde olup Tepebaşı ve Odunpazarı olmak üzere iki alt belediyeden oluşmaktadır. Merkez kent nüfusu yine 2000 nüfus sayımına göre 482 793'dür. Büyükşehir Belediye sahası 65 adet mahalleden oluşmaktadır.



Şekil 1. Eskişehir ülke içindeki konumu, ilçeleri ve metropolitan belediyeleri

Metod

Çalışmada, 2002 milletvekili seçimlerinde 4 partinin (AKP, CHP, DYP ve MHP) oy miktarlarının açıklanmasında kullanılan sosyo-demografik verilerdeki mekansal heterojenitenin ortaya konulması için coğrafi ağırlıklandırılmış regresyon tekniği kullanılmıştır. Seçim sonuçlarının mekansal olarak analizi için, CBS'ye dayalı veri görselleme ve keşif aşamalarından sonra genel modeller (doğrusal

regresyon ve mekansal regresyon) veri setine uygulanmış ve coğrafi ağırlıklandırılmış regresyon sonuçları bu sonuçlarla karşılaştırılmıştır.

Mekansal Regresyon Modeli

Mekansal regresyon, regresyon eşitliğinin (Eş.1) komşuluk matrisinin (yakınlık matrisi veya coğrafi ağırlıklar matrisi) eşitliğe eklenmesiyle yeniden düzenlenmiş şeklidir. Komşuluk matrisi, alanlar arasındaki komşuluk bilgisini karakterize eder ve alandaki mekansal oto-korelasyonun regresyon hesabına katılmasını sağlar. Mekansal ilişkilerin formülize edilmesine göre üç farklı mekansal regresyon metodundan söz edilebilir; Eşzamanlı Oto-Regresyon (EOR) (Eş.2), Hareketli Ortalama (HO) ve Koşullu Mekansal Regresyon (KMR). Çalışmada kullanılan genel mekansal regresyon metodu EOR'dur.

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (1)$$

$$Y = X\beta + U \quad (2)$$

$$U = \rho W_y + \varepsilon \quad (3)$$

Sonra

$$Y = X\beta + \rho W_y + \varepsilon \quad (4)$$

- ε : Sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı (σ^2) hata vektörü
 W : Yakınlık veya Coğrafi Ağırlıklar Matrisi
 ρ : Mekansal oto-regresyon sabiti veya etkileşim parametresi
 β : Değişkenler arasındaki ilişki dolayısıyla tahmin edilen parametre

EOR modeli (Eş.4) ek bir ρ , komşuluk etkisinin yönü ve büyüklüğünü gösteren, parametresini içermesi nedeniyle normal regresyon modeline (Eş.1) göre daha yoğun hesaplama içerir. (T.C. Bailey, A.C. Gatrell 1995).

Belirlenen dört siyasi partinin oy miktarları her bir partinin oylarının açıklanması için kurulacak regresyon modelinde bağımlı değişkeni (Y) oluşturmaktadır. Modellerde kullanılacak bağımsız değişkenler; genç ve orta-yaş nüfusu temsil için 19-35 yaş (X_1) arasındaki seçmen sayısının tüm seçmenler içindeki oranı, kendi işine sahip seçmen sayısını temsilen esnaf sayısının (X_2) çalışan nüfusa oranı, düşük gelir grubundaki seçmenleri temsil için 0-500 YTL aylık gelire (X_3) sahip seçmen sayısının oranı ve son olarak yüksek eğitim (X_4) almış seçmen sayısının tüm seçmen sayısına oranıdır. EOR modelinin oluşturulması için Matlab kullanılmıştır ve denklemdaki W (Ağırlıklar matrisi) Delaunay Üçgenleme metoduna göre oluşturulmuştur. Model oluşturulan dört siyasi parti için regresyon katsayı tahminleri t anlam değerleriyle birlikte Tablo1'de verilmiştir.

Table 1. Dört siyasi partinin EOR modeline göre regresyon katsayı tahminleri ve anlamlılık değerleri

Parti	β_0	t	β_1	t	β_2	t	β_3	t	β_4	t
AKP	6.41	1.00	0.14	2.36	-0.46	-0.75	0.27	3.75	-0.10	-0.84
CHP	64.12	7.02	-0.13	-1.58	-0.83	-0.97	-0.47	-4.63	0.23	1.53
MHP	6,58	3,00	0,04	2,01	0,19	0,91	-0,00	-0,05	-0,04	-1,08
DYP	2,92	0,85	0,01	0,31	1,24	3,84	0,07	1,90	-0,06	-1,10

Coğrafi Ağırlıklandırılmış Regresyon Modeli

Coğrafi Ağırlıklandırılmış Regresyon Modeli de (CAR) daha önceki EOR modeli gibi normal regresyon eğitliğinden türetilmiştir. EOR'dan farklı olarak CAR'la, veri setindeki her bir alan nesnesi için regresyon eşitliğinin elde edilmesiyle, genel parametrelerin tahminleri yerine yerel parametrelerin tahmini mümkün olabilmektedir. Merkezinde regresyon eşitliğinin kurulacağı alan objesinin bulunduğu ve bu obje çevresindeki komşu alan objelerinin merkez objeye mesafesine göre ters orantılı olarak ağırlıklandırıldığı CAR eşitliği Eş. 5'deki gibi ifade edilebilir (Brunsdon et al. 1996; Fotheringham et al. 1997a,b, 1998; Leung et al. 2000).

$$Y = (\beta \otimes X)1 + \varepsilon \quad (5)$$

n tane alan objesinin bulunduğu veri setinde ve k tane bağımsız değişkenin bulunduğu denklemde β ve X matrisleri n ve $(k+1)$ boyutludur ve bu yüzden $1 \times (k+1) \times n$ boyutuna sahiptir. En küçük kareler yöntemine göre β_i ($\hat{\beta}_i$) tahminleri (Eş.6).

$$\hat{\beta}_i = (X^T W_i X)^{-1} X^T W_i Y \quad (6)$$

Eşitlikteki W_i , $n \times n$ boyutlarındadır ve köşegeni dışındaki elemanları "0", köşegendeki elemanlarıysa Coğrafi Ağırlıklar olan bir matristir (Eş.7).

$$W_i = \begin{bmatrix} w_{i1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \dots & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \dots & w_{i3} \end{bmatrix} \quad (7)$$

Regresyonda eşitliğindeki W_i kullanılacak olan kernel fonksiyonuna göre değişebilir. Ağırlık matrisi oluşturulurken sabit bant genişlikli veya değişken bant genişlikli kernel fonksiyonları kullanılabilir.

Çalışmada EOR ve CAR modellerinde W_i matrisleri alan objelerinin mekansal komşuluğu dikkate alınarak oluşturulmuştur. EOR modelinde kullanılan aynı bağımlı ve bağımsız değişkenler CAR modeli kullanılarak analiz edilmiştir. CAR modeliyle çalışma alanındaki mekansal heterojenite ve EOR modelinin performansının testi mümkündür. EOR ve CAR modellerinin sonucunda elde edilen R^2 değerlerinin verildiği Tablo 2'de de görülebileceği gibi CAR modeli ile daha büyük açıklama seviyeleri elde edilmiştir. CAR modeliyle elde edilen R^2 değerindeki artış en az AKP için geçerlidir. Bu durum AKP oylarının mekansal olarak düşük miktarda heterojenite içermesi ve nispeten homojen bir yapıya sahip olması şeklinde açıklanabilir. Diğer taraftan MHP oyları EOR modeliyle neredeyse "0" R^2 seviyesinde açıklanırken CAR modeliyle 0.55 R kare açıklama düzeyi elde edilebilmiştir.

Table 2. EOR ve CAR model sonuçlarına ait R kare değerleri

	EOR R kare	CAR R kare
AKP	0,50	0,66
CHP	0,58	0,89
DYP	0,27	0,70
MHP	0,01	0,55

CAR modeli sonucu her bir alan objesi için hesaplanan R^2 değerleri, MHP için örnek olarak haritalanmıştır (Şekil 2). Haritada merkez dışındaki alanlarda R^2 değerinin daha büyük değerler aldığı görülmektedir. Bu durum oy davranışının seçilen parametreler ile arasındaki ilişki düzeyinin çeper bölgelerde daha yüksek iken merkezde bu ilişki düzeyi düşük olması ile açıklanabilir ve bu analize göre merkezdeki oy davranışını açıklayabilmek için daha fazla açıklayıcı parametreye ihtiyaç olduğu söylenebilir.



Şekil 2. MHP CAR R kare değerleri

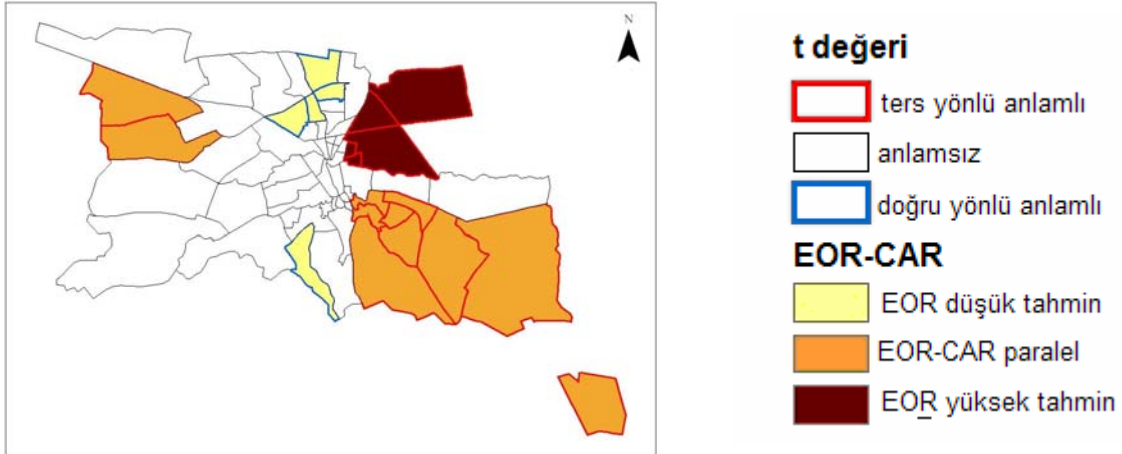
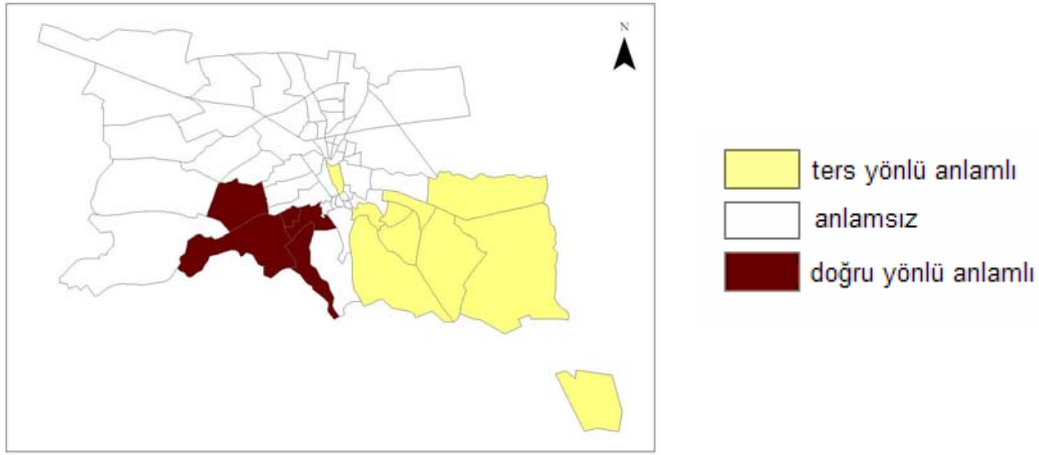
EOR ve CAR Model Sonuçlarının Karşılaştırılması

CAR modelindeki regresyon parametrelerine ait mekansal değişkenliklerin anlamlılığının testi için Monte Carlo Testi uygulanmıştır. Analizler sonucunda, 19-35 seçmen yaşı parametresi dört siyasi parti içinde, 0-500 YTL gelir parametresi ise AKP ve MHP için, %95 anlamlık düzeyinde anlamlı şekilde durağan olmadığını sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuçlar ilgili parametrelerdeki mekansal değişimin homojen modeldeki değişimden anlamlı şekilde farklılaştığı şeklinde de ifade edilebilir.

CAR modeli sonucunda mekansal değişimi anlamlı bulunan parametrelere ait β değerleri haritalanabileceği gibi her bir parametreye ait t değerleride haritalanabilir, böylelikle ilgili regresyon parametresinin istatistiksel anlamlılığının incelenmesi mümkün olabilmektedir. Model sonucunda elde edilen t istatistiğine göre oluşturulmuş bir harita gösteriminde, ters yönlü anlamlı bir ilişkinin gözlemlendiği alanlarda, ilgili parametrenin modele etkisinin azaltan yönde anlamlı etkisinin olduğunu, doğru yönlü anlamlı bir ilişkinin gözlemlendiği alanlarda ise modele etkinin artırıcı yönde anlamlı olduğunu göstermektedir. CHP'ye ait 19-35 seçmen yaşı parametresine ait t değeri Şekil3'de haritalanmıştır. Haritada doğru yönlü anlamlı, ters yönlü anlamlı ve %95 anlamlılık düzeyine göre anlamsız alanlar gözlenebilmektedir.

Buna ek olarak t değer haritası EOR modeli sonucunda elde edilen genel t değerinin CAR modelinden farkının alınmasıyla EOR modelinin performansının test edilmesinde de kullanılabilir,

EOR ve CAR modellerini karşılaştırabilmek ve bu karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı sonuç vermiş alanları değerlendirmek için izlenen metod; EOR modelinde herbir parametre için tüm alan geneli için bulunan β tahmin değeri CAR modeli sonunda herbir alan objesi için bulunan β değerinden çıkarılmış ve bu çıkarma sonucu üç sınıfa ayrılmıştır buna göre negatif değer EOR modeli ile düşük tahmini, pozitif değer ise yüksek tahmini ifade etmektedir, “0” yakını değerlerse genel ve yerel modelin yaklaşık benzer sonuçlar verdiği alanları göstermektedir. EOR ve CAR farkı sadece CAR modelinde ilgili parametrenin tahminin istatistiksel olarak anlamlı olduğu alanlar için yapılmıştır, anlamlı t değeri olmayan alanlar haritada beyaz renkle ifade edilmiştir. EOR ve CAR modeli karşılaştırması dört partide anlamlı sonuç veren 19-35 yaş parametresi ve AKP ve MHP de anlamlı sonuç veren 0-500 YTL gelir parametresi için yapılmıştır. Şekil 4’te MHP 0-500 YTL parametresinin EOR-CAR modelleri karşılaştırması görülmektedir.



EOR-CAR karşılaştırması sonuçları yerel modelde (çalışmada CAR) doğru yönlü anlamlı t değerine sahip alanlarda genel regresyon modelinin (çalışmada EOR) düşük parametre tahmin değerleri ürettiği, ters yönlü anlamlı t değerine sahip alanlarda ise yüksek parametre değerleri ürettiğini göstermiştir.

Sonuçlar

Uygulama çalışmasının temel bulguları;

- Sağ partilerin oy karakteristiği, görece daha fazla mekansal heterojenite içermektedir, seçmenlerinin yapısının mekansal özellikleri daha fazla heterojendir.
- Yine sağ kanat partiler için kurulan modellerin açıklama seviyelerinin artırılması için daha fazla açıklayıcı parametreye ihtiyaç vardır.
- Gerek genel gerekse yerel modellerde elde edilen yüksek R^2 değerleri, çalışmada kullanılan bağımsız değişkenlerin sol partilerin oy karakterini açıklamaya daha uygun parametreler olduğunu göstermektedir.

Uygulanan analiz sonuçları aynı zamanda, yerel mekansal analiz metodlarının veya tekniklerinin bildiride olduğu gibi seçim coğrafyası çalışmaları dışında aynı tipte veri modelleriyle çalışan suç veya kırılma gibi diğer sosyal araştırma konuları içinde uygulanabileceğini göstermiştir. Çalışmada uygulanan analizler bu alana özgü olmasına rağmen, farklı amaçlı çalışmalara da adapte edilebilir.

Kaynaklar

- Brunsdon C, Fotheringham AS, Charlton M (1996), “*Geographically Weighted Regression: A Method for Exploring Spatial Nonstationarity.*”, *Geographical Analysis* 28(4):281–298
- Fotheringham AS, Charlton M, Brunsdon C (1997a), “*Two Techniques for Exploring Nonstationarity in Geographical Data.*”, *Geographical Systems* 4:59–82
- Fotheringham AS, Charlton M, Brunsdon C (1997b), “*Measuring Spatial Variations in Relationships with Geographically Weighted Regression.*”, In: Fischer MM, Getis A (eds) “*Recent Developments in Spatial Analysis*”, Springer, Berlin, Heidelberg, New York, pp 60–85
- Fotheringham AS, Charlton ME, Brunsdon C (1998), “*Geographically Weighted Regression: A Natural Evolution of the Expansion Method for Spatial Data Analysis.*”, *Environment and Planning A* 30:1905–1927
- J.R.V.Prescott (1969), “*Electoral Studies in Political Geography*”, in R.E.Kasperson and J.V. Minghi (eds), “*The Structure of Political Geography*” (Chicago).
- Leung Y, Mei CL, Zhang WX (2000), “*Statistical Tests for Spatial Nonstationarity Based on the Geographically Weighted Regression Model.*”, *Environment and Planning A* 32:9–32
- T.C. Bailey, A.C. Gatrell (1995), “*Interactive Spatial Data Analysis*”, Pearson Education