



## DEĞİŞTİRİLEBİLİR ALANSAL BİRİM PROBLEMİ VE EKONOMİK FAALİYETLERİN MEKÂNSAL YOĞUNLAŞMASI ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME \*

### AN ASSESSMENT OF THE MODIFIABLE AREAL UNIT PROBLEM AND SPATIAL CONCENTRATION OF ECONOMIC ACTIVITIES

Emrah ÖZEL<sup>1</sup>, Hakan DEMİRGİL<sup>2</sup>

1. Arş. Gör., Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, İktisat Bölümü, eozel@mehmetakif.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-3970-3622>
2. Prof. Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi Ekonometri Bölümü, hakandemirgil@sdu.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-9509-7751>

**Makale Türü**  
Derleme

**Article Type**  
Review Article

**Başvuru Tarihi/Applytion Date**  
19.10.2023

**Yayına Kabul Tarihi/Acceptance Date**  
18.11.2023

**DOI**  
10.20875/makusobed.1378520

\* Bu makale, Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim dalında Prof. Dr. Hakan DEMİRGİL danışmanlığında devam etmekte olan “Yığın Ekonomilerinin Mekânsal Dinamikleri: Türkiye İçin Sektörel ve Bölgesel İncelemeler” başlıklı doktora tezi kapsamında hazırlanmıştır.

#### Öz

Ekonomik birimlerin mekânsal yoğunlaşması, firmaların birbirine yakın konumlanmasıyla elde edilen faydalar, ölçek ekonomilerinden, teknik işgücü havuzundan, düşük nakliye ve iletişim maliyetlerinden ve teknoloji transferlerinden kaynaklanabilir. Ancak, bu yoğunlaşmanın etkili bir şekilde değerlendirilebilmesi ve bölgesel politikaların ekonomik büyüme ve kalkınmaya yönelik etkili bir şekilde geliştirilebilmesi için mekânsal yoğunlaşma ölçümlerinin tutarlı olması gerekmektedir. Bu noktada, mekânsal analizde karşılaşılan bir problem olan değiştirilebilir alansal birim problemine (MAUP) dikkat çekilmektedir. MAUP, toplu verilerin ve idari sınırların kullanılmasından kaynaklanan ve mekânsal analiz sonuçlarını etkileyebilen bir durumu ifade etmektedir. Bu çalışma, literatürde MAUP olarak bilinen bu sorunu ana hatlarıyla ortaya koymakta, önerilen çözüm yollarına vurgu yapmakta ve ekonomik faaliyetlerin yoğunlaşma ölçümlerinde MAUP etkilerini değerlendirmektedir. Genel bir değerlendirme yapıldığında, MAUP etkilerini azaltmak için sınırlandırılmamış bir mekânsal yapı ve bireyselleştirilmiş mekânsal verilerin kullanımının önemli olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca, ekonomik faaliyetlerin mekânsal yoğunlaşması ile ilgili çalışmalarda, kümelenmeye dayalı göstergeleri kullanan yaklaşımların MAUP'u dikkate almadığı, mesafeye dayalı yaklaşımların ise çeşitli açılardan MAUP etkilerini minimize ettiği belirtilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Değiştirilebilir Alansal Birim Problemi, Mekânsal Yoğunlaşma, Yığılma Ekonomileri, Ölçek Etkisi, Bölgeleme Etkisi.

#### Abstract

The benefits derived from the spatial concentration of economic units, resulting from the close positioning of firms, may stem from economies of scale, a technical labor pool, low transportation and communication costs, and technology transfers. However, for this concentration to be effectively evaluated and regional policies to be developed efficiently for economic growth and development, spatial concentration measurements need to be consistent. At this point, attention is drawn to the modifiable areal unit problem (MAUP), a problem encountered in spatial analysis arising from the use of aggregated data and administrative boundaries, which impacts spatial analysis results. This study outlines the MAUP issue in the literature, emphasizes proposed solutions, and evaluates the impact of MAUP on measurements of the spatial concentration of economic activities. In a general assessment, it can be concluded that an unrestricted spatial structure and the use of personalized spatial data are crucial for mitigating MAUP effects. Additionally, in studies related to the spatial concentration of economic activities, approaches utilizing cluster-based indicators tend to neglect MAUP, while distance-based approaches are noted to minimize MAUP effects from various perspectives.

**Keywords:** Modifiable Areal Unit Problem, Spatial Concentration, Agglomeration Economies, Scale Effect, Zoning Effect.

#### Bu makaleye atf yapmak için:

Özel, E ve Demirgil, H. (2023). Değiştirilebilir alansal birim problemi ve ekonomik faaliyetlerin mekânsal yoğunlaşması üzerine bir değerlendirme. *MAKU SOBED*, (38), 130-145. <https://doi.org/10.20875/makusobed.1378520>

## **EXTENDED SUMMARY**

### **Research Problem**

Spatial autocorrelation, spatial heterogeneity, and the modifiable areal unit problem (MAUP) pose recurrent challenges in spatial analysis studies. The MAUP refers to the inconsistency in analytical outcomes arising from variations in spatial configurations or partitioning schemes. The primary objective of this study is to investigate the origins of MAUP and shed light on potential solutions. The secondary aim is to assess the measures taken to mitigate the MAUP effects encountered in methods developed for measuring the concentration of economic activities.

### **Research Questions**

1. How did MAUP originate?
2. What effects does MAUP have, and how does it impact analysis results?
3. What methods have been proposed to alleviate MAUP effects?
4. By what methods is the spatial concentration of economic activities determined in the context of the regional economy?
5. What strategies have been suggested to mitigate MAUP effects in geographic concentration studies?

### **Literature Review**

The literature review serves to offer a comprehensive framework, tracing the historical development of the problem. As MAUP has evolved into an interdisciplinary issue, various related terminological concepts have emerged. The rich literature on the subject reflects the multitude of concepts influencing or influenced by the problem at hand. Researchers have incorporated diverse approaches from different fields in addressing the main effects of the problem. The literature review is structured into three main sections:

1. Contributions to the MAUP,
2. Contributions to the solution of the problem,
3. Contributions to the solution of the problem encountered in the geographic concentration of economic units.

### **Methodology**

The study is grounded in a broad theoretical framework, encompassing a thorough literature review on the nature of the modified areal unit problem, its effects, and potential solutions.

### **Results and Conclusions**

While the MAUP cannot be definitively solved, its effects can be mitigated. Drawing inferences about phenomena observed at a single scale based on data from larger or smaller scales can lead to potential misrepresentation and misinterpretation of results. In spatial data research, adopting an approach that involves geographically informed hypothesis formation, a clear spatial framework, and, when necessary, considering multiple scales of measurement and analysis is crucial. Strategies such as using disaggregated data, addressing spatial nonstationarity, conducting sensitivity analysis to report the magnitude and scope of MAUP, and considering optimal zoning systems can contribute to an integrated solution.

The study specifically evaluates the MAUP effect through approaches measuring the spatial concentration of economic activities. Cluster-based methods neglect the aggregation effect resulting from data collection and the zoning effect arising from considering regions with administrative borders. Therefore, total employment in a region does not convey information about whether all firms are concentrated in a single city or dispersed throughout the region. In recent years, the ability to recode micro-geographic data and addresses using geographical location information has brought a new dimension to the analysis. Distance-based methods have gained prominence in measuring the concentration of economic activities, offering insights into previously unmeasured spatial economic processes.

In conclusion, the study provides noteworthy insights for those engaged in regional economy research, emphasizing the importance of preventing information loss about the studied region and promoting comprehensive information with increased spatial differentiation.

## 1. GİRİŞ

Mekânsal çalışmalarda, özellikle üç temel konunun diğerlerinden ayrılarak önemli etkiler meydana getirmesi göze çarpmaktadır. Bu konular; mekânsal otokorelasyon, mekânsal heterojenlik ve değiştirilebilir alansal birim sorunudur (MAUP). Bu başlıklar arasında özellikle MAUP, araştırmacılara kapsamlı zorluklar çıkaran bir konu olarak öne çıkmaktadır (Li vd., 2018). Mekânsal verileri analiz ederken veya modellerken elde edilen sonuçlar, verilerin toplandığı mekânsal birimlerin tanımına duyarlı olabilir. Bu duyarlılık genellikle MAUP olarak adlandırılmaktadır (Openshaw ve Taylor, 1979; Openshaw, 1983; Fotheringham ve Wong, 1991). Sorun, değiştirilebilir alansal birim olarak adlandırılır çünkü birçok coğrafi birimin sınırları çoğu zaman yapay olarak çizilir ve değiştirilebilir. Örneğin, siyasi bölgeler ve idari sınırlar yeniden çizilebilir, bu nedenle veriler farklı sınır tanımlarına göre toplandığında farklı veri setleri ortaya çıkacaktır. Bu veri setlerini analiz etmek muhtemelen tutarsız sonuçlara yol açacaktır (Wong, 2009). Bu çalışmada, MAUP'un ortaya çıkışı, temel etkileri ve sorunu aşmak için geliştirilen adımlara odaklanılacak, ayrıca ekonomik faaliyetlerin mekânsal yoğunlaşmasını inceleyen çalışmalarda karşılaşılan MAUP etkilerini aşmaya yönelik öneriler hakkında bir değerlendirme yapılacaktır.

## 2. MAUP'UN DOĞASI

Sosyal verilerin istatistiksel analizi genellikle mekânsal olarak toplanan verileri kullanır; çünkü bu tür veriler kolayca elde edilebilir ve bireysel düzeydeki verilerin (firmalara ait veriler gibi) kullanılabilirliği konusunda sınırlamalar mevcuttur. Birim düzeyindeki veriler genellikle yapay alan birimleri halinde toplanır (Pawitan ve Steel, 2009). Bu toplu verileri kullanan bazı çalışmalar, ekolojik önyargı ve MAUP etkileri nedeniyle analiz sonuçlarında bazı sorunlarla karşılaştıklarını ileri sürmüştür (Robinson, 1950; Holt ve diğerleri, 1996a; Young ve Gotway, 2007). "Değiştirilebilir alansal birim problemi" terimi ilk defa Openshaw ve Taylor (1979) tarafından kullanılmıştır. Ancak, bu terimi kullanmadan önce birçok araştırmacının da alansal birim problemini bazı yönleriyle ele aldığını söylemek mümkündür.

Gehlke ve Biehl (1934) çalışmalarında nüfus sayım alan birimlerini farklı şekilde gruplandığında, korelasyon katsayılarının da farklılaştığını ortaya koyarak bu konuya ilk kez dikkat çekmiştir. Yule ve Kendall (1950) çalışmalarında, herhangi bir istatistiksel ölçüm değerinin genellikle, eğer bu birim değiştirilebilir ise, seçilen birime bağlı olacağını belirterek soruna genel bir yaklaşımda bulunmuşlardır. Robinson (1956) ise alan birimleri arasındaki gözlem sayılarındaki farkları hesaba katmak amacıyla korelasyon katsayısını düzeltmek için bir ağırlıklandırma şemasının gerekliliğini savunmuştur. Moellering ve Tobler (1972), coğrafi ölçekteki problemleri incelemek amacıyla spektrumların zaman içinde nasıl değiştiğini açıkladıkları çalışmalarında, varyansın ölçek seviyeleri üzerindeki değişimlerini ortaya koymuştur. Sawicki (1973), çalışmasında analiz biriminin değişmesinin korelasyon ve regresyon sonuçlarını etkileyebileceğini göstermiştir. Clark ve Avery (1976), verileri mekânsal olarak toplamanın bir sonucu olarak alansal olarak dağıtılmış olayların korelasyon ve regresyon analizinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Perle (1977), ölçek değişikliklerinin ekolojik yapılarındaki etkilerini inceleyerek sorunun varlığına dikkat çekmiştir. Konum tahsis modellemesinde MAUP etkisini ilk fark eden çalışmalardan olan Goodchild (1979) ise, toplu verileri kullanan çözümlerin manipülasyona açık olduğunu ve birçok konum tahsisi modelinin kullanılabilirliği konusunda şüphe uyandırabileceğini ifade etmiştir.

Son olarak, Openshaw ve Taylor (1979) çalışmalarında, daha küçük alan birimleri daha büyük alan birimleri oluşturmak üzere bir araya getirildiğinde, korelasyon katsayısı değerlerinin değiştiğini ortaya koymuştur. Böylesi bir durumda korelasyon katsayısı, farklı mekânsal toplanma seviyelerinde farklı bir dizi değer taşıyabilmektedir. Sorunun kaynağı, alansal birimlerin sınırsal değişimlerinden kaynaklanmaktadır (Wong, 2009). Sınırlar farklı çizildiğinde, farklı sınırlara göre tablolştırılan verilerin analizi de farklı sonuçlar verebilir. Bu nedenle Openshaw ve Taylor (1979), analitik sonuçlardaki bu tutarsızlığı "değiştirilebilir alansal birim problemi" olarak ifade etmişlerdir.

## 3. MAUP'UN TEMEL ETKİLERİ

### 3.1. Mekânsal Yapının Etkileri

Haritalar genellikle mekânsal kalıpları keşfetmek ve görselleştirmek için kullanılır. Ancak, farklı bölümlenme sistemlerinin benimsenmesi, aynı değişkenin kullanılmasına rağmen aynı alan için farklı desenler üretebilir. MAUP'un haritalama üzerindeki etkileri açık olsa da istatistiksel analizlerdeki etkilerinin

anlaşılması ve genelleştirilmesi oldukça zor görünmektedir. Bu nedenle, MAUP ile ilgili literatür, farklı konu alanları (nüfus, kentsel, bitki örtüsü, toprak vb.) ve farklı analitik teknikler (genel istatistikler, mekânsal istatistikler ve matematiksel modeller) üzerindeki etkilerini değerlendirmeye yöneliktir (Wong, 2009).

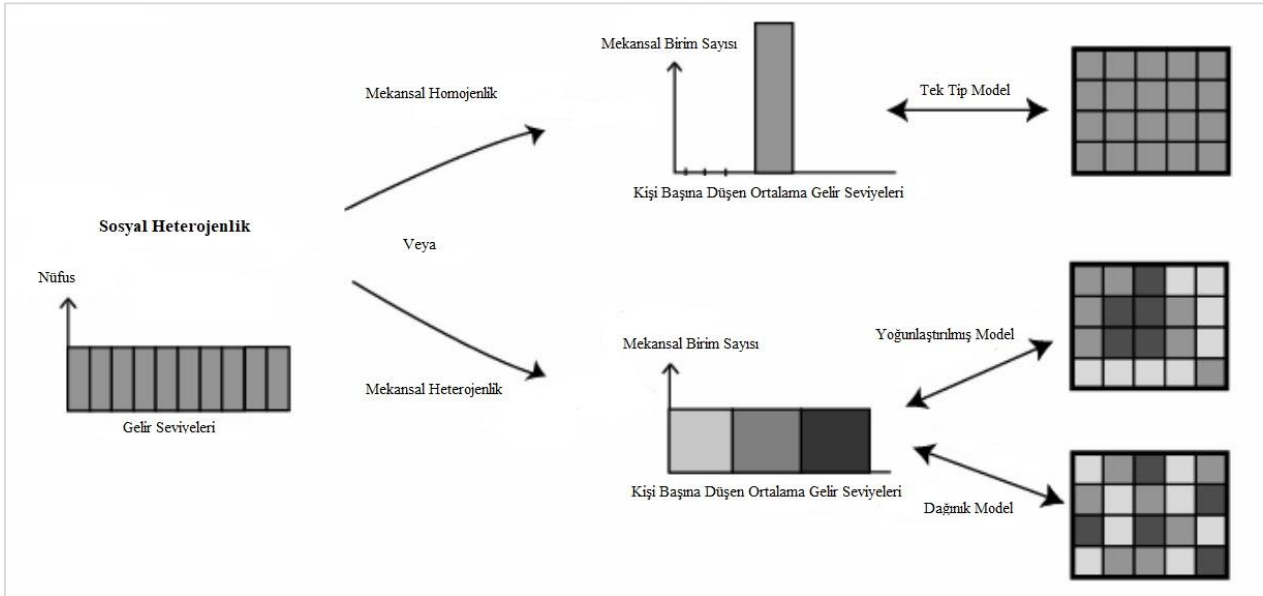
MAUP'un temel olarak iki etkisinden bahsedilebilir:

1. Ölçek etkisi veya toplama etkisi: Bölgelerin boyutuyla ilgilidir.
2. Bölgeleme etkisi: Bölgelerin şekliyle ilgilidir (Lloyd, 2014).

Ölçek etkisi veya toplama etkisi, genellikle aynı alansal verilerin giderek daha büyük analiz birimleri kümeleri halinde birleştirildiğinde ortaya çıkan değişikliklerle ilgilidir (Dusek, 2005). Toplama etkisi, verilerin belirli sayıda bölgeyi oluşturmak için nasıl toplanacağı konusundaki belirsizlik nedeniyle ortaya çıkar (Openshaw, 1983). Bu etki, modeldeki değişkenlerin bireysel düzeydeki varyansından başlayarak, değişkenler arasındaki çapraz korelasyona kadar bir dizi faktörü içerir (Larsen, 2000).

Ölçek etkisi özellikle belirli bir çalışma için gerekli bölge sayısının belirsizliği nedeniyle ortaya çıkar. Çok küçük bir ölçek seçildiğinde, değiştirilebilir birim sistemlerinden gelen veri kaynaklarını karşılaştırmak mümkün olmayabilir. Ancak ölçek değeri çok büyükse yerel düzeydeki ayrıntılar, toplama süreci nedeniyle kaybolabilir (Manley, 2014). Toplama etkisi, birbirine bitişik daha küçük alan birimlerinin daha büyük birimleri oluşturmak üzere birleştirildiğinde tüm birimlere ait niteliksel değerlerin aritmetik ortalama gibi özet ölçümlerle temsil edilmesiyle ilgilidir. Bu durumda hem her alansal biriminin benzersizliği hem de birimler arasındaki farklılıklar göz ardı edilir ve toplama işlemi ile tüm alanın varyansı bastırılır (Wong, 1996).

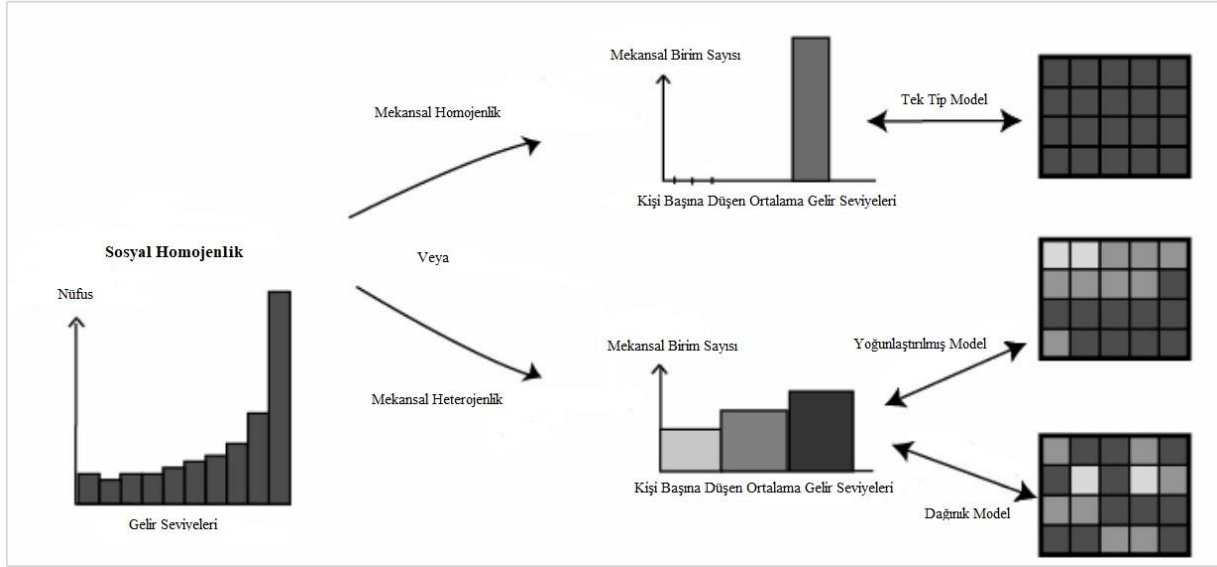
Şekil 1. Mekânsal Yapıda Toplama Etkisi



Kaynak: Espon, 2006.

Şekil 1'de gelir seviyelerine göre tanımlanan bireyler için bir örnek dağılım verilmiştir. Sosyal açıdan heterojen bir durumu tanımlayan bu dağılım, tüm gelir kategorilerini içermektedir. Gelir seviyeleri açısından en yüksek gelire sahip olan bireylerden, orta gelire ve en düşük gelire sahip olan hane halkına kadar geniş bir yelpazeyi kapsamaktadır. Gelir dağılımının mekânsal boyutunu temsil etmek için bireylerin mekânsal birimler halinde toplanması gerekmektedir. Bu amaçla bir toplama fonksiyonu seçilmelidir. Belirsizliğin bir kısmı zaten bu durumdan kaynaklanmaktadır. Bireylerden mekânsal varlıklara doğru bir araya gelme durumunda, gözlemlenen olgu da tamamen dönüşmektedir. Toplamanın bir mekânsal seviyeden bir üst seviyeye geçişi ile ilgili olduğu durumlarda bu daha az belirgin olsa da, tüm toplama seviyeleri düşünüldüğünde daha net ortaya çıkacaktır (Espon, 2006, ss. 4-6).

Şekil 2. Mekânsal Yapıda Toplama Etkisi (Devamı)



Kaynak: Espo, 2006

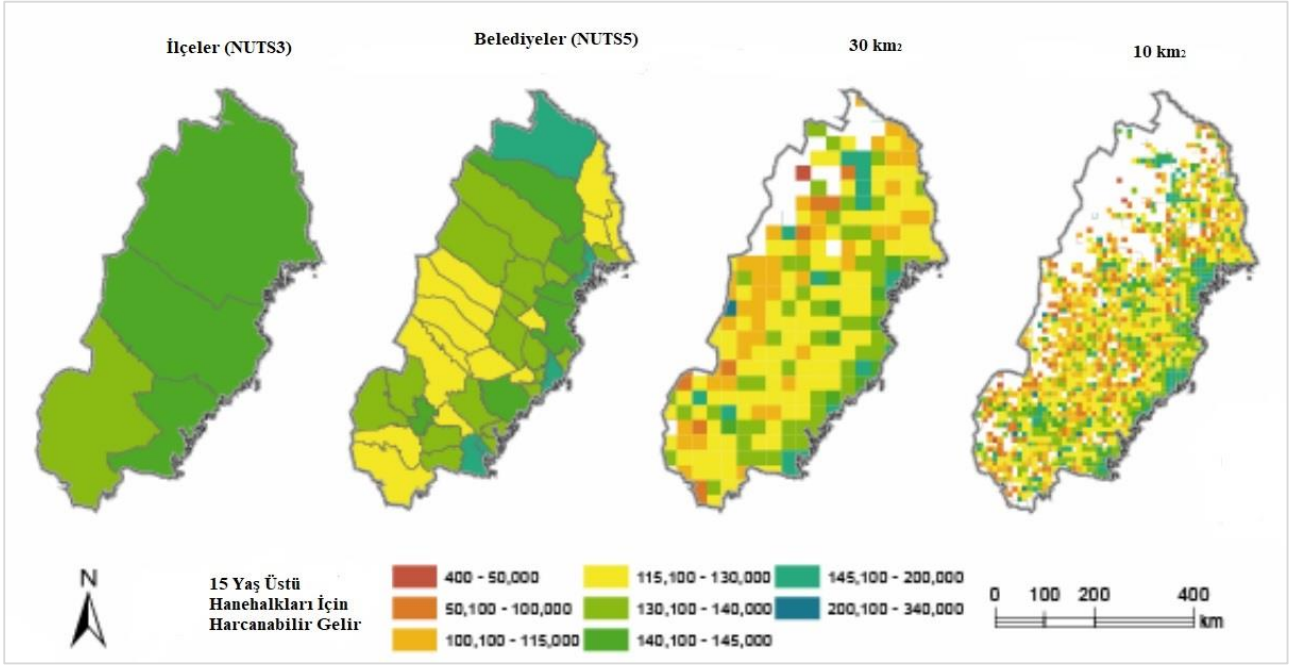
Şekil 2'de, hanelerin daha fazla yoğunlaştığı en yüksek sınıflar etrafında bir dağılım gözlemlenmektedir. Bu durum, teorik olarak daha üst düzeydeki istatistiksel dağılım profillerinde aynı çeşitliliğe ve mekânsal desen çeşitliliğine yol açabilir. MAUP sorunu açısından dikkat çeken bir durum, tek bir istatistiksel dağılımın yerelleştirmenin temelindeki mekânsal süreçlere bağlı olarak farklı mekânsal kalıplara karşılık gelebileceğidir.

Örneğin, Şekil 1'de gözlemlenen mekânsal homojenlik durumu, üst mekânsal seviyelerde meydana gelen bir ayrışma sürecine işaret edebilir. Ancak, Şekil 2'deki mekânsal homojenlik durumu, ayrışma sürecinin çok daha yerel olduğunu gösterir. Bu durumda, herhangi bir üst seviyede gerçekleşen toplama, yerel heterojenliği düzelterek homojen bir model üretebilir. Bu örnek model, tek bir değişkene sahip olsa bile mekânsal boyutun ne kadar karmaşık olabileceğini ve istatistiksel ilişkilerdeki değişimi anlamak için açıklayıcı bir yaklaşımın ne kadar önemli olduğunu göstermektedir (Espo, 2006, ss. 6-9).

Bölgeleme etkisi, alan birimlerinin aynı veya benzer ölçeklerdeki farklı konfigürasyonlarından kaynaklanan sonuçlardaki değişkenliği yansıtmaktadır (Openshaw ve Taylor, 1979). Alan birimleri bitişik olmadığında veya mekânsal olarak rastgele toplandığında, bölgeleme etkisi hissedilmeyecektir veya varsa da etkileri çok daha az olacaktır (Gehlke ve Biehl, 1934; Blalock, 1964). MAUP'un bölgeleme etkisi yalnızca bitişik birimler birleştirildiğinde, birimler arasındaki mekânsal otokorelasyonu değiştirmek suretiyle kendini gösterecektir. Orijinal alan birimleri arasındaki değişim tüm bölge boyunca tekdüze olmadığından, daha küçük birimlerin birleştirilmesi, farklı mekânsal komşu kombinasyonlarının düzleştirilmesine benzetilmektedir. Komşuların benzerliğine bağlı olarak sonuçlarda bazı önemli etkilenmeler meydana gelebilmektedir (Gotway ve Young, 2004).

Şekil 3'ün incelenmesi, bölgeleme etkisinin daha net anlaşılmasına katkı sağlayacaktır. Şekil 3'te, kişi başına düşen gelirle ilgili olarak İsveç'in kuzeyine ait bir bölge ele alınmıştır. Bu görselde, iki idari bölge (İlçeler - NUTS 3 ve belediyeler - NUTS 5) ile iki normal ızgara (30 km<sup>2</sup> ve 10 km<sup>2</sup>) içeren dört durum bulunmaktadır. Mekânsal yapı, üst seviyelerde merkez, güney ve kuzeyi birbirinden ayıran homojen bölgelerin yan yana dizilişini ortaya koyduğunda, 30 km<sup>2</sup>'lik ızgara haritası daha çok kıyıdan iç bölgelere doğru eğimli bir yan yapı göstermektedir. Bu, şekilleri nedeniyle idari olarak planlanmış bölgede çok daha az tipiktir. 10 km<sup>2</sup>'lik ızgara haritası ise daha mozaik bir desen göstermektedir. Şekil 3'teki ilk iki bölge, idari yapının belirlenmesiyle ilişkilidir; son iki bölge ise tamamen keyfi bir şekilde ele alındığından bölgeleme etkisine iyi bir örnek teşkil etmektedir (Espo, 2006, ss. 6-9).

Şekil 3. Bölgeleme Etkisi



Kaynak: Espon, 2006

Analiz sonuçlarındaki farklılıklar literatürde genellikle iki başlık altında değerlendirilir.

#### 1. Çıkarımsal Yanılgı (Inferential Fallacy):

- **Ekolojik Yanılgı (Ecological Fallacy):** Toplu düzeydeki gözlemlerden bireysel düzeydeki özellikleri çıkarırken elde edilen sonuçlardaki tutarsızlığa dikkat çeker (Openshaw, 1984; Arbia, 1989; Green, 1993; Larsen, 2000; Longley vd., 2011).
- **Bireyci Yanılgı (Individualistic Fallacy):** Bireysel düzeydeki gözlemlerden toplu düzeydeki özellikleri çıkarırken elde edilen sonuçların tutarsızlığını vurgular (Hannan, 1972).
- **Çapraz Düzey Yanılgısı (Cross-level Bias):** Bir düzeyin özelliklerini başka bir düzeydeki gözlemlerden çıkarırken karşılaşılan sonuçların tutarsızlığını ifade eder (Alker, 1969; Clark ve Avery, 1976).

#### 2. Destek Değişimi Problemi (Support Problem):

- Bu problem jeostatistikten kaynaklanan bir durumdur (Isaaks ve Srivastava, 1989; Cressie, 1996). Destek değişimi problemi, bir destek üzerindeki istatistiklerin başka bir destek üzerindeki örneklenmiş gözlemlerden çıkarılmasıyla meydana gelir (Ye, 2020).

Bu iki başlık altındaki sorunlar, sosyal veri analizi sırasında karşılaşılabilecek önemli metodolojik zorlukları temsil eder. Bu nedenle, doğru bir çıkarıma ve yorumlamaya ulaşmak için bu yanılgıların farkında olunması önemlidir.

### 3.2. Mekânsal Verinin Etkileri

Mekânsal verilerin analizi, analiz edilecek nesnelere tanımlanmasını ve ardından bu nesnelere uygun yöntemlerin uygulanmasını gerektirir. Mekânsal çalışmalarda genellikle üç ana mekânsal nesne türü ele alınır: noktalar, çizgiler ve çokgenler (Larsen, 2000). MAUP ile ilgili araştırmaların çoğu, coğrafi bilgi sistemlerinde vektör formatındaki verilerin işlenmesinde popüler olan ve sıklıkla sosyoekonomik olayların ele alınmasında kullanılan çokgen tipindeki verilerin toplanmasına odaklanmıştır (Wong, 2009). Ancak bu tür veriler çalışma alanındaki mekânsal heterojenliği her zaman gerçek bir şekilde temsil edemeyebilir. Bu durumun nedenleri arasında, içsel ölçeklerin yanı sıra olgunun gerçek sınırlarının kesin olarak bilinmemesi ve bu nedenle gösterilen sınırların altta yatan mekânsal modeli tam olarak yansıtamaması yer almaktadır (Dark ve Bram, 2007).

Mekânsal heterojenlik, sürekli ve trend şeklinde olduğundan MAUP, her ölçek tipinde kendini gösterebilir (Ye, 2020). Ayrıca, çok değişkenli analizlerde her değişkenin kendi mekânsal heterojenliğini sergilemesi nedeniyle herhangi bir tek mekânsal konfigürasyon, mekânsal verilerin doğasını uygun şekilde temsil edemeyebilir (Sémécurbe vd., 2016).

Mekânsal verilerin özgünlüğü analizler üzerinde dolaylı etkilere neden olabilir. Bir değişkenin sahip olduğu mekânsal otokorelasyon, onun MAUP'a olan etkisini şekillendirir. Örneğin Taylor (1977), iki değişkenli bir istatistik oluşturmak için iki değişken seçildiğinde mekânsal konfigürasyon sisteminin, seçilen bu iki değişkenin mekânsal otokorelasyon dağılımları ve büyüklükleri arasındaki farklardan dolayı bir değişkenin diğerine göre daha fazla varyansı koruma eğiliminde olduğunu savunmuştur. Bu durum, özellikle mekânsal analizlerde iki değişken arasındaki ilişkinin mekânsal bağlamda nasıl değişebileceğini ve bu değişikliğin sonuçları nasıl etkileyebileceğini gösterir. Mekânsal otokorelasyonun dikkate alınması, analizin güvenilirliğini ve doğruluğunu artırmak için önemli bir adımdır.

Ayrıca mekânsal otokorelasyon, toplama sürecinde, belirli bir bölgeleme sisteminin seçimine bağlı olarak bölgesel verilerin bir özelliği olduğundan, gruplama sistemine göre bölgeleme sistemi tarafından daha iyi korunma eğilimindedir. Dolayısıyla bölgeleme sisteminin değiştirilmesi ile de mekânsal otokorelasyon değiştirilebilir (Openshaw, 1983). Toplu düzeyde analiz yaparken ilgilenilen değişkenlerin mekânsal otokorelasyonunu veya alan içi homojenliğini ön görememek, toplu düzeydeki gözlemlerden bireysel düzeyde özelliklerin taraflı tahminlerine, yani ekolojik yanılgıya yol açabilir (Holt vd., 1996a).

Buna karşılık mekânsal heterojenliğin olması, toplama düzeyi arttıkça zayıflayan toplama etkileri üretir. Veri seti ortalama heterojenlik gibi daha güçlü birinci dereceden etkiler sunduğunda, MAUP tüm toplama düzeylerinde daha güçlü sonuçlar ortaya koymaktadır. Ancak belirli bir eğim parametresi için varyans oranı, tüm toplama düzeylerinde oldukça sabit kalmaktadır (Larsen, 2000, ss. 191-192).

Verilerin mekânsal dağılımının yanı sıra, MAUP'un etkilerini belirlemede bir diğer önemli faktör, mekânsal toplama mekanizması veya toplanan birimler için temsili bir değer elde etmek için kullanılan süreçle ilgilidir. Çalışma alanı incelenirken birleştirilmiş birim için orijinal verilerin ortalama değeri kullanılabilir gibi temsili olarak medyan, minimum değer, maksimum değer ve diğer istatistiksel birimler de kullanılabilir. Bu nedenle alt birimlerin değerlerinin daha büyük birimler halinde nasıl toplandığı, MAUP'un büyüklüğünü de etkiler (Wong, 2009).

Şimdiye kadarki açıklamalarda MAUP'un varlığına, türlerine ve analizlerde karşılaşılan yanılgı biçimlerine kısaca değinilmiştir. Sonraki başlıklarda genel olarak sorunu aşmaya yönelik geliştirilen yöntemler ile özel olarak ekonomik faaliyetlerin mekânsal yoğunlaşmasında karşılaşılan MAUP etkilerinin çözümüne yönelik yaklaşımlara yer verilecektir.

#### 4. SORUNU AŞMAYA YÖNELİK ADIMLAR

Wong (1996), MAUP'u çözmek için önerilen çeşitli çözümleri üç genel yaklaşım halinde gruplandırır:

1. **Veri İşleme Yaklaşımı:** Bu yaklaşım, mevcut bir bölgesel sistemi kullanarak veya daha küçük bölgelerden en uygun olanı oluşturarak en iyi bölgesel sistemi seçmeyi içerir (Larsen, 2000). İdeal bölgesel konfigürasyon, modelleme sonuçlarını en iyi sağlayandır. Kullanılan kriterler ne olursa olsun, temel alan birimlerinin en üst düzeye çıkarılması veya en aza indirilmesi için toplanması gerektiğini vurgular (Wong, 1996). Ancak, bu yaklaşımda, bir değişken için en uygun bölgeleme sistemi genellikle diğer değişkenler için uygun olmayabilir (Larsen, 2000).
2. **Teknik Odaklı Yaklaşım:** Bu yaklaşımlar, birleştirme etkisi göstermeyen modelleri arar veya etki varsa bunu sistemli bir şekilde ele almaya çalışır. Alan birimlerinin popülasyon büyüklüğüne veya gözlem sayısına göre ağırlıklandırılmasının, toplu verilerdeki ölçek etkisini azaltabileceğini öne sürer. Ancak, bu basit mekânsal ağırlıklandırma yöntemi, toplamının yaydığı hataları düzeltmede başarısız kabul edilir (Wong, 1996).
3. **Hata Modelleme Yaklaşımı:** Bu yaklaşım, değişkenlerin varyans-kovaryans matrisindeki değişikliklere odaklanır. Bu yaklaşımı kullanan araştırmacılar, analizi bir mekânsal ölçekten farklı bir ölçeğe taşıdıklarında, değişkenler arasındaki ve mekânsal birimler arasındaki ilişkilerin de değiştiğini ileri sürer (Arbia, 1989; Green, 1993; Holt vd., 1996a). Böylece, bireysel süreçlerin tahmin edilebilmesi için toplama sürecinden kaynaklanan hatayı modellemeye çalışırlar (Larsen, 2000).

Robinson (1956), korelasyon analizindeki bazı MAUP etkilerini aşmak için yoğunluk değişkenlerinin kullanılmasını önererek, değerlerin ilişkili oldukları alanın büyüklüğüne göre ağırlıklandırılması durumunda istikrarlı sonuçların elde edilebileceğini vurgular. Ancak Arbia (1989), bunun yalnızca grup düzeyindeki varyansın durağan olduğu ve bu varyansın sabit olduğu varsayılırsa etkili olduğunu gösterir. Openshaw ve Taylor (1979), MAUP'un coğrafi bir sorun olduğunu belirterek, istatistiksel metodolojiye ek olarak en etkin ölçeğin seçimi konusuna vurgu yapar. Openshaw (1983), ekolojik korelasyon değerlerinden genel bir model elde etmenin zorluğunu ortaya koyarak bireysel ve ekolojik korelasyonların gerileme olasılığını araştırır.

Arbia (1989) yalnızca alanın büyüklüğünü değil, aynı zamanda alan birimlerinin birbirine bağlılığını ve bağımlılığını da dikkate alan bir çerçeve önerir. Bu çerçevede değişkenlerin durağan stokastik mekânsal süreçlerden türetildiği, yani bir rastgele değişkenin olasılık dağılımının uzay boyunca sabit olduğu da varsayılmaktadır.

MAUP'a yönelik diğer bir yaklaşım (Fotheringham, 1989), aynı çalışma alanına ait farklı veri setleri kullanıldığında birden fazla sonucun olabileceğini düşünmektir. Bu yaklaşım, tek bir veri setine dayalı bir sonucun birçok olası sonuçtan sadece biri olduğunu ve bu nedenle mümkün olan her durumda olası sonuçlara ait aralıkların raporlanması gerektiğini savunur. Tobler (1989) MAUP'un mekânsal bir sorun olduğunu dolayısıyla MAUP ile başa çıkmak için ölçekten duyarsız veya çerçeveden bağımsız mekânsal analitik tekniklerin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Dudley (1991), MAUP'un getirdiği sorunlara dört yaklaşım önerir: araştırmayla ilgili alansal birimlerin mümkün olduğunca kullanılması, farklı uygulama tekniklerinin etkilerinin değerlendirilmesi, duyarlılık analizi veya güven aralıklarını içeren alternatif toplu sistemlerin incelenmesi ve farklı tekniklerin geliştirilmesi.

Fotheringham ve Wong (1991), çok değişkenli analizdeki MAUP etkilerinin öngörülemez olmasına rağmen esasen tek değişkenli ve iki değişkenli yöntemlerde bulunan etkilerle benzer olduğunu belirtir. Çalışmada, varyans ve kovaryanstaki değişiklikleri hesaplamadan önce, ölçek ve bölgeleme değişikliklerinin duyarlılığını tahmin etme önerisi yapılmıştır. Ölçek ve bölgeleme sorunlarının ayrı ayrı ele alınması gerektiği vurgulanmış, aynı zamanda bu sorunların birbirleriyle ilişkili olduğunun da kabul edilmesi gerektiği öne sürülmüştür.

Steel ve Holt (1996) çeşitli istatistiksel değişkenleri tahmin etmek için denklemler türeterek ölçek ve bölgeleme değişikliklerinin etkilerini incelemiş, MAUP sorununu anlamak ve yorumlamak için alan etkilerinin ve değişkenler arasındaki ilişkilerin modelde yer alması gerektiğini savunmuştur. Amrhein ve Reynolds (1996) Geary Oranı ve Moran Katsayısı gibi on altı mekânsal istatistiği test ederek, araştırmacıların belirli bir veri setinin toplama etkilerini hızlı ve kolay bir şekilde değerlendirebilmeleri için bir yöntem önermiştir. Böyle bir bilgiye sahip araştırmacıların analize devam etme, değişiklik yapma veya başka bir karar alma konusunda rehberlik edebileceğini düşünmüşlerdir. Holt vd. (1996b), MAUP sorununa genel bir yaklaşımın olamayacağını, toplama etkilerini anlamak ve yorumlamak için modelde alan etkilerinin ve değişkenler arasındaki ilişkilerin alanlar arasında nasıl değiştiğinin yer alması gerektiğini savunmuştur.

Flowerdew (2011), MAUP'un ölçek ve bölgeleme etkisini en aza indirebilmek için şu önerilerde bulunmuştur:

1. İki veya daha fazla ölçekte veriler mevcutsa, sonuçların iki ölçek arasında uyumlu olup olmadığını kontrol etmek önemlidir.
2. İki değişken arasındaki görünürdeki ilişki, aslında üçüncü bir değişkenin ilk ikisini kontrol etmesinden kaynaklanan bir yapay durumdan kaynaklanabilir.
3. Verilerin farklı bir yorumunu elde etmek için belirli durumları dahil ederek veya çıkararak çalışılabilir.
4. Sonuçların çalışma alanı sınırlamasından etkilenip etkilenmediğini kontrol etmek gerekir.
5. İncelenen coğrafi süreçlerle en çok örtüşen veri ölçeğini tespit etmek önemlidir.
6. MAUP'un çalışmanın etkinliği için ne kadar ciddi bir problem teşkil ettiğini belirlemek gerekmektedir.

Hennerdal ve Nielsen (2017), çalışmalarında, MAUP'un alansal birimlerle ilgili kısmıyla baş etmek için çok ölçekli bir yaklaşım kullanmanın yararlı bir yöntem olduğunu öne sürmüşlerdir. Önerdikleri ayrıştırma yaklaşımını kullanarak, incelenen alandaki her lokasyondaki bir nüfus grubuna ait payın, daha geniş referans alanı genelindeki payından ne ölçüde sapabildiğini değerlendirmişlerdir.



Fotheringham ve Sachdeva (2022) ise çalışmalarında ölçek etkisini hem küresel hem de yerel modellerin kalibrasyonu yoluyla süreç özelliklerine vurgu yaparak ele almışlardır. MAUP'un, verilerin özelliklerinden ziyade süreçlerin özelliklerinden kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Küresel ve yerel modelleri kalibre ederken ortaya çıkabilecek aşırı farklılıkları vurgulayarak süreçlerin alan üzerinde sabit olmadığı ve yerel olarak değişiklik gösterdiği durumlarda farklı bölgeleme sistemlerinin farklı süreçler tarafından üretilen veri karışımlarını oluşturabileceğini belirtmişlerdir. Bu nedenle farklı mekânsal ölçeklerde farklı sorular sormayı önermişlerdir.

## 5. EKONOMİK FAALİYETLERDE MEKÂNSAL YOĞUNLAŞMANIN ÖLÇÜMÜ VE MAUP ETKİSİ

Marshall'dan (1920) bu yana geçen bir asırdan fazla bir süre boyunca ekonomistler endüstrilerin ve sektörlerin mekânsal dinamikleri üzerine çeşitli teoriler ortaya koymuştur. Her teori farklı bir perspektif sunsa da genel olarak kabul gören görüş, mekânsal yoğunlaşma gösteren ekonomik birimlerin yerelleştirilmiş ölçek ekonomilerinin bir sonucu olarak artan getiri ve büyümeyi de beraberinde getirdiğidir. Bu bağlamda ayrıştırılmış mekânsal dinamiklerin analizi, ekonomilerin makro davranışlarıyla ilgilenen analistler için de önemli bilgiler sunmaktadır (Arbia, 2001).

*Yoğunlaşma* (concentration), *yığılma* (agglomeration) ve *uzmanlaşma* (specialization) terimleri, temel olarak bir ekonomik faaliyetin belirli lokasyonlarda (şehir, bölge, ülke) gerçekleşip gerçekleşmediği ile ilgilidir. Brulhart'a (1998) göre yoğunlaşma, endüstriyel faaliyetlerin uzaydaki konumu ile ilgiliyken, yığılma, bir bölge içindeki bir firmanın mekânsal yoğunluğuyla ilgilidir. Aslında yığılmanın varlığı kanıtlandığında, yoğunlaşmadan da söz edilebilir (Ceapraz, 2008). Uzmanlaşma terimi ise bir malın üretiminde bir bölgenin ağırlığının, aynı üretimi gerçekleştiren diğer bölgelerin ağırlıklarına göre göreceli olarak önemli olup olmadığını karşılaştırır (Hallet, 2000). Bu bağlamda uzmanlaşma daha çok uluslararası ticaret teorisiyle ilgiliyken, endüstriyel yoğunlaşma ve yığılma yerleşme teorileriyle ilişkilidir (Aiginger ve Rossi-Hansberg, 2006).

Firmaların mekânsal dağılımı tek bir yerde yoğunlaşmaktan, alan boyunca rastgele veya homojen bir dağılıma kadar farklı biçimlerde olabilir. İncelenen bölgenin diğer endüstrilere veya diğer bölgelere göre belirli bir sektöre yoğunluğu, bölgedeki ilgili endüstrilerde faaliyet gösteren firmaların tek bir noktada toplanmasından veya bölge üzerinde eşit bir şekilde dağılmış olmalarından bağımsızdır. Bu nedenle yoğunlaşmanın boyutu iki yönlü olabilir: belirli bir bölgede bir sektörün diğerlerine hâkim olması olarak yorumlanan sektörel yoğunlaşma ve bir bölgenin belirli bir sektördeki istihdamın çoğunu içermesi olarak yorumlanan coğrafi yoğunlaşma. Bu anlamda yoğunlaşma (sektörel ve coğrafi), bölgesel ve sektörel olarak bir araya getirilmiş verileri kullanarak kümelenmeye dayalı bir ölçüm sağlar. Ancak bir firmanın bölge içindeki konumunun mekânsal yoğunluğunu ifade eden yığılma, konumlar arasındaki mesafeyi kullanan (mesafeye dayalı) orijinal veri noktalarına dayalı ölçümleri gerektirir (Kopczewska vd., 2017, ss. 70-71).

Ekonomik birimlerin mekânsal yoğunlaşma analizi, kümelenme bazlı endekslerle ve bu endekslerin uzantıları olan mekânsal ağırlıklar matrisi veya mesafe bazlı endekslerle gerçekleştirilmektedir (Kopczewska vd., 2019). Kümelenmeye dayalı yoğunlaşma ölçümleri, firmaların bölgesel dağılımına bakılmaksızın toplu bölgesel ve sektörel faaliyetleri karşılaştırmaktadır. Ancak aynı iki boyutlu veri matrisine ve aynı temel dağılımlara dayandığından, birçok mevcut ölçüm benzer bilgiler sunmaktadır (Kopczewska vd., 2017). Gini ve Ellison - Glaeser (EG) endeksleri gibi yöntemlerle elde edilen ölçümlerin seçilen mekândan kaynaklanan istatistiksel bir önyargıya yol açtığı yaygın olarak kabul edilmektedir. Kümelenme bazlı yöntemler söz konusu alanı bölgelere ayırmakta bu durum ise MAUP'a yol açmaktadır (Marcon ve Puech, 2010, ss. 745-746). Bu sorunun çözümü, uzayda sürekli bir yaklaşım kullanmak, böylece küme bazlı yöntemlerden mesafe bazlı yöntemlere geçiş yapmaktır. Mekânsal referanslı idari kayıtların giderek yaygınlaşması nedeniyle bireysel aktörler düzeyinde istatistiksel verilerin mevcudiyeti son yıllarda önemli ölçüde artmıştır (Arbia, 1993). Gizlilik veya başka sebeplerden dolayı bu tarz mikro verilere erişim sınırlı olsa da özellikle MAUP'un etkilerini aşabilmek için analizlerde tercih edilmiştir. Mikro coğrafi veriler ile ölçüm için ekonomik birimlerin coğrafi koordinat sistemindeki konumuna dayalı olarak, ekonomik faaliyetlerin yoğunluğunun tipik bir sürekli endeks ölçüsü olarak bilinen mesafe temelli yöntemler kullanılmaktadır (Tian, 2013). Bunlar genellikle, K yoğunluk fonksiyonunu (Duranton ve Overman, 2005) ve Ripley'in K fonksiyonunu (Marcon ve Puech, 2003, 2009; Arbia vd., 2010) içerir. Mesafe bazlı endekslerin bir sınırlılığı, genellikle yığılmayı herhangi bir idari kuruluşa atıfta bulunmadan ölçmesidir. Bu nedenle bu yöntemlerin yerel ekonomik politika yapımcıları için sonuçlarının kolayca uygulanabilir olamayabileceği eleştirisi bulunmaktadır (Tian, 2013). Bir diğer eleştiri ise

Ripley'in K fonksiyonunun örneklem boyutuna duyarlı olması ve belirli bir bölge üzerindeki noktaların mekânsal olarak düzenli ve sınırlara dağılmış dağılımları arasındaki ayrımı zayıf bir şekilde yapmasıdır. Ayrıca bu yöntemlerin ekonomik faaliyet yoğunluğuna ait zincirleme değerlerin analizine izin vermemesi veya fonksiyonel olarak sonuç vermesi diğer eleştiriler arasındadır (Kopczewska vd., 2019). Kopczewska vd. (2017) mesafe bazlı bir yaklaşım olmasına rağmen, Ripley K fonksiyonu veya K, M yoğunluk fonksiyonlarına alternatif olarak MAUP etkilerini minimize ederek bölgeler arası karşılaştırmada yalnızca ekonomik faaliyetin yoğunluğunu değil, bölge içindeki ekonomik faaliyetin yoğunluğunu da değerlendirebilen bir mekânsal yığılma endeksi (SPAG) önermişlerdir.

**Tablo 1.** Ekonomik Faaliyetlerin Mekânsal Yoğunlaşmasında MAUP ve Çözüm Önerileri

| ÇALIŞMA                    | MAUP'A YAKLAŞIM  | YOĞUNLAŞMA ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEM                   |
|----------------------------|--|--|
| Arbia (2001)               | Mekânsal yakınlığın tahmin aracı olarak sürekli bir uzayda kullanılması ile ölçek ve bölgeleme etkilerinin giderilmesi   | Krugman Mekânsal Süreklilik Fonksiyonu                   |
| Quah ve Simpson (2003)     | Kümülatif mesafeye dayalı yöntemler ile ölçek ve bölgeleme etkisinin giderilmesi   | Homojen Olmayan Poisson Süreci ve Ripley'in K fonksiyonu |
| Marcon ve Puech (2003)     | Kümülatif mesafeye dayalı yöntemler ile ölçek ve bölgeleme etkisinin giderilmesi   | Ripley'in K fonksiyonu ve Besag L fonksiyonu             |
| Duranton ve Overman (2005) | Sürekli bir uzayda mikro-coğrafik verilerin ve nokta çifti mesafelerinin olasılık yoğunluk fonksiyonunu içeren mesafeye dayalı yöntemlerin kullanılması ile toplama etkisinin ve ölçek etkisinin giderilmesi | K-yoğunluk fonksiyonu ve D&O endeksi                     |
| Maoh ve Kanaroglou (2007)  | Tek değişkenli K fonksiyonu ile ölçek ve bölgeleme etkisinin giderilmesi   | SAR Modeli   |
| Marcon ve Puech (2009)     | Nokta çifti mesafelerinin olasılık yoğunluk fonksiyonunu içeren mesafeye dayalı yöntemlerin kullanılması ile ölçek ve bölgeleme etkisinin giderilmesi  | M fonksiyonu   |
| Arbia vd. (2010)           | Mesafeye dayalı yöntemler ile ölçek ve bölgeleme etkilerinin giderilmesi   | Uzay zaman K-fonksiyonu-Nokta desen analizi              |
| Scholl ve Brenner (2011)   | Mikro-coğrafik verilerin ve mesafeye dayalı kümülatif yoğunluk fonksiyonu kullanılarak ölçek, toplama ve bölgeleme etkilerinin giderilmesi   | Geliştirilmiş K yoğunluk fonksiyonu ve M fonksiyonu      |

| <i>(Tablo 1'in devamı)</i> |  |   |
|----------------------------|--|---|
| ÇALIŞMA                    | MAUP'A YAKLAŞIM  | YOĞUNLAŞMA ÖLÇÜMÜNDE KULLANILAN YÖNTEM                        |
| Mori ve Smith (2014)       | Sürekli bir uzayda mikro-coğrafik verilerin ve nokta çifti mesafelerinin olasılık yoğunluk fonksiyonunu içeren mesafeye dayalı yöntemlerin kullanılması ile toplama etkisinin ve ölçek etkisinin giderilmesi | Küresel kapsam endeksi ve yerel yoğunluk endeksi              |
| Arbia vd. (2014)           | Mikro-coğrafik verilerin kullanılması ile toplama etkisinin çözülmesi  | Uzay-zaman homojen olmayan K-fonksiyonu                       |
| Kopczewska vd. (2019)      | Mikro-coğrafik veriler ve mesafeye dayalı yöntem kullanılarak ölçek, toplama ve bölgeleme etkilerinin çözülmesi  | Mekânsal yığılma endeksi (SPAG)                               |
| Pablo ve Arauzo (2020)     | Mikro-coğrafik verilerin kullanılması ile toplama etkisinin çözülmesi  | Ortak konum modelleri (ortak yerelleştirme ve ortak yerleşme) |
| Cainelli vd. (2020)        | Mesafeye dayalı yöntemler ile ölçek ve bölgeleme etkisinin çözülmesi   | Uzay zaman K-fonksiyonu                                       |

**Kaynak:** Yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

MAUP sorununu göz önünde bulundurarak yapılan ekonomik faaliyetlerin yoğunlaşması üzerine çalışmalarla ilgili bir literatür özeti Tablo 1'de sunulmuştur. Mikro-coğrafik veriler kullanan araştırmalar, özellikle toplama etkisinden kaynaklanan sorunları ele alarak bu tür sorunları ortadan kaldırmış görünmektedir. Mesafeye dayalı yöntemleri analize dâhil eden araştırmacıların, ölçek ve bölgeleme etkilerini de minimize ettiği belirtilmiştir.

## 6. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Bu çalışmanın ilk bölümünde, MAUP etkileriyle hangi durumlarda karşılaşılacağı ile çözüme yönelik geliştirilen görüşlere odaklanılmıştır. İkinci bölümde ise, ekonomik faaliyetlerin mekânsal yoğunlaşmasını ölçen yaklaşımlar özelinde karşılaşılan MAUP etkilerine yönelik bir değerlendirme yapılmıştır. Mekânsal verilerle yapılan araştırmalarda, coğrafi olarak bilgilendirilmiş bir hipotez oluşturma sürecini kabul etmek, net bir mekânsal çerçeve oluşturmayı ve gerektiğinde birden fazla ölçüm ve analiz ölçeğini düşünmeyi gerektirir. Xu vd.'ninde (2014) ileri sürdüğü gibi sorunu kapsamlı bir perspektifle ele almak için, mümkün olan en ayrıntılı verileri kullanmak, istatistiksel özelliklerin farklı konumlar veya mekânsal ölçekler arasındaki değişimini yansıtan mekânsal durağan olmama durumunu yakalamak, en uygun bölgeleme sistemlerini düşünmek ve MAUP'un kapsamını ve etkisini raporlamak için duyarlılık analizi yapmak potansiyel stratejiler arasında değerlendirilebilir.

İkinci bölümde ele alınan ekonomik faaliyetlerin konum bilgileri üzerinden yoğunlaştığı alanların belirlendiği çalışmalarda, MAUP sorunu ya göz ardı edilmiş ya da hatalı analiz sonuçlarına düşülmemesi için öncelikli olarak ele alınmıştır. Özellikle kümelenmeye dayalı göstergeleri kullanan yaklaşımların, verilerin toplanmasından kaynaklanan toplama etkisi ve bölgenin idari sınırlarla ele alınmasından kaynaklanan bölgeleme etkisi olmak üzere iki temel dezavantajı öne çıkmaktadır. Ayrıca bir bölgedeki toplam istihdam, tüm firmaların sadece yerel bir bölgede mi yoksa bölgenin tamamına mı yayıldığı konusunda bilgi sağlamamaktadır. Dolayısıyla bu tür verilerle meydana gelen yoğunlaşmanın yalnızca bölgesel düzeyde

belirlenebileceği ve bu belirlemede kullanılan idari sınırlarla sınırlı kaldığı anlamına gelmektedir. Bu durum, içsel farklılıkların ortadan kalkmasıyla birlikte bölgesel desenlerin gizli kalmasına yol açmaktadır.

Son yıllarda noktasal veri kullanımında yaşanan artış, adreslerin konum bilgileri aracılığıyla tekrar kodlanabilir olmasına ve ekonomik faaliyet yoğunluğunu ölçmede mesafe temelli tekniklere olan ilgiyle doğrudan ilgilidir. Bu tekniklerle, önceki ölçümlerle elde edilemeyen mekânsal ekonomik süreçlere dair yeni bilgiler ve anlayışlar elde edilebilmektedir. MAUP ile ilgili olarak, imar sınırlamasına dayalı olan ve tüm coğrafi ölçeklerin aynı anda kullanılmasıyla ilgili sorunlar ile yığılmayı ölçerken referans alanına ilişkin sorunların çoğu, bireysel mikro-coğrafi konum verileri kullanıldığında otomatik olarak ortadan kalkmaktadır.

Çalışmanın MAUP'a yaptığı vurgu ile mekânsal verileri kullanarak bölge ekonomisi üzerine çalışma yapanlar için dikkat çekici değerlendirmelere sahip olduğu söylenebilir. Son olarak MAUP etkisinin mekânsal yoğunlaşmaya ait son yıllardaki çalışmalarda minimize edildiği görölmektedir. Ancak, çalışılan bölgeyle ilgili bilgi kaybını önlemek ve daha detaylı ayrıştırmalarla kapsamlı bilgiler sunmak adına yapılacak analizlere ihtiyaç vardır.



Bu çalışma etik kurul izni gerektirmemektedir.

#### **Makale ile ilgili notlar**

Makale araştırma ve yayın etiğine uygun olarak hazırlanmıştır. Yazarlar arasında herhangi bir çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırmanın birinci yazarı, araştırmanın tüm sürecini gerçekleştirmiş; araştırmanın ikinci yazarı, birinci yazarın danışmanı olması dolayısı ile makalede kendine yer bulmuştur.

## KAYNAKÇA

- Aiginger, K. ve Rossi-Hansberg, E. (2006). Specialization and concentration: A note on theory and evidence. *Empirica*, 33, 255–266. <https://doi.org/10.1007/s10663-006-9023-y>
- Alker, R. J. (1969). A typology of ecological fallacies. M. Doğan ve S. Rokkan (Eds.) içinde, *Quantitative ecological analysis in the social sciences* (1. baskı, ss. 69-86). MIT Press.
- Amrhein, C. G. ve Reynolds, H. D. (1996). Using spatial statistics to assess aggregation effects. *Geographical Systems*, 3(2/3), 143-158.
- Arbia, G. (1989). *Spatial Data Configuration in Statistical Analysis of Regional Economic and Related Problems*. Kluwer Academic.
- Arbia, G. (1993). Aggregation over time, space and individuals in economic modelling: a generating mechanism approach. G. Gandolfo (Eds.) içinde, *Continuous-time econometrics. International studies in economic modelling* (1. baskı, ss. 117-132). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-011-1542-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-94-011-1542-1_6)
- Arbia, G. (2001). Modelling the geography of economic activities on a continuous space. *Papers in Regional Science*, 80, 411-424. <https://doi.org/10.1007/PL00013646>
- Arbia, G., Espa, G., Giuliani, D. ve Dickson, M. M. (2014). Spatio-temporal clustering in the pharmaceutical and medical device manufacturing industry: A geographical micro-level analysis. *Regional Science and Urban Economics*, 49, 298-304. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2014.10.001>
- Arbia, G., Espa, G., Giuliani, D. ve Mazzitelli, A. (2010). Detecting the existence of space–time clustering of firms. *Regional Science and Urban Economics*, 40(5), 311-323. <https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2009.10.004>
- Arbia, G., Espa, G. ve Quah, D. (2008). A class of spatial econometric methods in the empirical analysis of clusters of firms in the space. *Empirical Economics*, 34, 81-103. <https://doi.org/10.1007/s00181-007-0154-1>
- Blalock, H. M. (1964). *Causal Inferences in Nonexperimental Research* (1. baskı). University of North Carolina Press.
- Butkiewicz, T., Meentemeyer, R. K., Shoemaker, D. A., Chang, R., Wartell, Z. ve Ribarsky, W. (2010). G. Melançon, T. Munzner ve D. Weiskopf (Eds.) içinde, *Alleviating the modifiable areal unit problem within probe-based geospatial analyses* (29/3, ss. 923-932). Blackwell. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2009.01707.x>
- Cainelli, G., Ganau, R. ve Jiang, Y. (2020). Detecting space–time agglomeration processes over the Great Recession using firm-level micro-geographic data. *Journal of Geographical Systems*, 22, 419-445. <https://doi.org/10.1007/s10109-020-00332-4>
- Ceapraz, I. L. (2008). The concepts of specialisation and spatial concentration and the process of economic integration: theoretical relevance and statistical measures. The case of Romania’s regions. *Romanian Journal of Regional Science*, 2(1), 68-93.
- Clark, W. A. V. ve Avery, K. L. (1976). The effects of data aggregation in statistical analysis. *Geographical Analysis*, 8(4), 428-438. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1976.tb00549.x>
- Cressie, N. A. C. (1996). Change of support and the modifiable areal unit problem. *Geographical Systems*, 3(2-3), 159-180.
- Dark, S. J. ve Bram, D. (2007). The modifiable areal unit problem (MAUP) in physical geography. *Progress in Physical Geography*, 31(5), 471-479. <https://doi.org/10.1177/0309133307083>
- Dudley, G. (1991). Scale, aggregation, and the modifiable areal unit problem. *The Operational Geographer*, 9(3), 28-32.

- Durantón, G. ve Overman, H. G. (2005). Testing for localization using micro-geographic data. *The Review of Economic Studies*, 72(4), 1077-1106. <https://doi.org/10.1111/0034-6527.00362>
- Dusek, T. (2005 August 23-27). *The modifiable areal unit problem in regional economics*. [Conference presentation abstract]. 45th Congress of the European Regional Science Association, Amsterdam, Holland. <https://core.ac.uk/download/pdf/7035964.pdf>
- Espon. (2006). *The Modifiable Areas Unit Problem Final Report*. [https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/espon343\\_maup\\_final\\_version2\\_nov\\_2006.pdf](https://www.espon.eu/sites/default/files/attachments/espon343_maup_final_version2_nov_2006.pdf)
- Flowerdew, R. (2011). How serious is the Modifiable Areal Unit Problem for analysis of English census data?. *Population trends*, 145, 102-114. <https://doi.org/10.1057/pt.2011.20>. PMID: 21987016.
- Fotheringham, A. S. (1989). Scale-independent spatial analysis. M. Goodchild ve S. Gopal (Eds.) içinde, *The accuracy of spatial databases* (1. baskı, ss. 221-228). Taylor & Francis.
- Fotheringham, A. S. ve Sachdeva, M. (2022). Scale and local modeling: new perspectives on the modifiable areal unit problem and Simpson's paradox. *Journal of Geographical Systems*, 24(3), 475-499. <https://doi.org/10.1007/s10109-021-00371-5>
- Fotheringham, A. S. ve Wong, D. W. S. (1991). The modifiable areal unit problem in multivariate statistical analysis. *Environment and Planning A*, 23(7), 1025-1044. <https://doi.org/10.1068/a231025>
- Gehlke, C. E. ve Biehl, K. (1934). Certain effects of grouping upon the size of the correlation coefficient in census tract material. *Journal of the American Statistical Association*, 29(185A), 169-170. <https://doi.org/10.1080/01621459.1934.10506247>
- Goodchild, M. F. (1979). The aggregation problem in location-allocation. *Geographical Analysis*, 11(3), 240-255. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1979.tb00692.x>
- Gotway, C. C. A. ve Young L. J. (2004). A spatial view of the ecological inference problem. G. King, O. Rosen ve M. Tanner (Eds.) içinde, *Ecological inference: New methodological strategies*, (1. baskı, ss. 233-234). Oxford.
- Green, M. (1993). *Ecological fallacies and the modifiable areal unit problem*. Lancaster University Research Report (Vol. 27).
- Hallet, M. (2002). Regional specialisation and concentration in the EU. J.R. Cuadrado-Roura ve M. Parellada (Eds.) içinde, *Regional convergence in the European Union*. (1. baskı, ss. 53-76). Springer.
- Hannan, M. T. (1972). *Approaches to the aggregation problem Laboratory for Social Research*. <https://stacks.stanford.edu/file/druid:nj069fk8338/TR46%20Approaches%20to%20the%20Aggregation%20Problem.pdf>
- Hennerdal, P. ve Nielsen, M. M. (2017). A multiscale approach for identifying clusters and segregation patterns that avoids the modifiable areal unit problem. *Annals of the American Association of Geographers*, 107(3), 555-574. <https://doi.org/10.1080/24694452.2016.1261685>
- Holt, D. T., Steel, D. G. ve Tranmer, M. (1996a). Area homogeneity and the modifiable areal unit problem. *Geographical Systems*, 3(2/3), 181-200.
- Holt, D. T., Steel, D. G., Tranmer, M. ve Wrigley, N. (1996b). Aggregation and ecological effects in geographically based data. *Geographical Analysis*, 28(3), 244-261. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00933.x>
- Isaaks, E. H. ve Srivastava, R. M. (1989). *Applied Geostatistics* (1. baskı). Oxford University Press.
- Kopczewska, K., Churski, P., Ochojski, A. ve Polko, A. (2017). *Measuring regional specialization: A new approach*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-51505-2>

- Kopczewska, K., Churski, P., Ochojski, A. ve Polko, A. (2019). SPAG: Index of spatial agglomeration. *Papers in Regional Science*, 98(6), 2391-2424. <https://doi.org/10.1111/pirs.12470>
- Larsen, J. L. (2000). *The modifiable areal unit problem: A problem or a source of spatial information?*. (Yayın no. 9962420)[Doktora tezi, Ohio State Üniversitesi]. <https://www.proquest.com/docview/304635509?>
- Li, L., Ban, H., Wechsler, S.P. ve Xu, B., (2018). Spatial data uncertainty. B. Huang (Eds.) içinde, *Comprehensive geographic information systems*. (5. baskı, ss. 313-340). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409548-9.09610-x>
- Lloyd, C. D. (2014). *Exploring spatial scale in geography* (1. baskı). John Wiley ve Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118526729>
- Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J. ve Rhind, D. W. (2011). *Geographic information systems and science* (3. baskı). John Wiley & Sons.
- Manley, D. (2014). Scale, aggregation, and the modifiable areal unit problem. M. Fischer ve P. Nijkamp (Eds.) içinde, *Handbook of regional science*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-23430-9\\_69](https://doi.org/10.1007/978-3-642-23430-9_69)
- Maoh, H. ve Kanaroglou, P. (2007). Geographic clustering of firms and urban form: A multivariate analysis. *Journal of Geographical Systems*, 9, 29-52. <https://doi.org/10.1007/s10109-006-0029-6>
- Marcon, E. ve Puech, F. (2003). Evaluating the geo-graphic concentration of industries using distance-based methods. *Journal of Economic Geography*, 3(4), 409-428.
- Marcon, E. ve Puech, F. (2009). Measures of the geographic concentration of industries: Improving distance-based methods. *Journal of Economic Geography*, 10(5), 745-762. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbp056>
- Marshall, A. (1920). *Principles of economics*. Macmillan.
- Moellering, H. ve Tobler, W. (1972), Geographical variances. *Geographical Analysis*, 4, 34-50. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1972.tb00455.x>
- Mori, T. ve Smith, T. (2014). A probabilistic modeling approach to the detection of industrial agglomeration. *Journal of Economic Geography*, 14(3), 547-588. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbs062>
- Openshaw, S. ve Taylor, P. J., (1979). A million or so correlation coefficients: Three experiments on the modifiable areal unit problem. N. Wrigley (Eds.) içinde, *Statistical applications in the spatial sciences*, (1. baskı, ss. 127-144). Pion.
- Openshaw, S. (1983). *The modifiable areal unit problem*. (Concepts and Techniques in Modern Geography Vol. 38). Geo Books. <https://www.uio.no/studier/emner/sv/iss/SGO9010/openshaw1983.pdf>
- Openshaw, S. (1984). Ecological fallacies and the analysis of areal census data. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 16(1), 17-31. <https://doi.org/10.1068/a160017>
- Pablo, M. F. ve Arauzo, C. J. M. (2020). Spatial distribution of economic activities: A network approach. *Journal of Economic Interaction and Coordination*, 15, 441-470. <https://doi.org/10.1007/s11403-018-0225-8>
- Pawitan, G. ve Steel, D. G. (2009). *Exploring the MAUP from a spatial perspective*, Centre for Statistical and Survey Methodology, University of Wollongong Working Paper. <https://ro.uow.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1039&context=cssmwp>
- Perle, E. D. (1977). Scale changes and impacts on factorial ecology structures. *Environment and Planning A*, 9(5), 549-558. <https://doi.org/10.1068/a090549>
- Robinson, A. H. (1956). The necessity of weighting values in correlation analysis of areal data. *Annals of the Association of American Geographers*, 46(2), 233-236.

- Robinson, W. S. (1950). Ecological correlations and the behavior of individuals. *American Sociological Review*, 15(3), 351–357. <https://doi.org/10.2307/2087176>
- Quah, D. ve Simpson, H. (2003). *Spatial cluster empirics*. London School of Economics Working Paper Series. <https://eprints.lse.ac.uk/2041/>
- Sawicki, D. S. (1973). Studies of aggregated areal data: Problems of statistical inference. *Land Economics*, 49(1), 109–114. <https://doi.org/10.2307/3145339>
- Scholl, T. ve Brenner, T. (2011). *Testing for clustering of industries-evidence from micro geographic data*. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/111871/1/wp2011-02.pdf>
- Sémécurbe, F., Tannier, C. ve Roux, S. G. (2016). Spatial distribution of human population in France: Exploring the modifiable areal unit problem using multifractal analysis. *Geographical Analysis*, 48(3), 292-313. <https://doi.org/10.1111/gean.12099>
- Steel, D. G. ve Holt, D. T. (1996). Analysing and adjusting aggregation effects: The ecological fallacy revisited. *International Statistical Review/Revue Internationale de Statistique*, 64(1), 39-60. <https://doi.org/10.2307/1403423>
- Taylor, P. J. (1977). *Quantitative methods in geography*. Houghton Mifflin.
- Tian, Z. (2013). Measuring agglomeration using the standardized location quotient with a bootstrap method. *Journal of Regional Analysis and Policy*, 43(2), 186-197. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.243958>
- Tobler, W. (1989). Frame independent spatial analysis. M. Goodchild ve S. Gopal (Eds.) içinde, *Accuracy of spatial databases* (ss. 115–122). CRC Press.
- Wong, D. W. S. (1996). Aggregation effects in geo-referenced data. S. L. Arlinghaus (Eds.) içinde, *Practical handbook of spatial statistics* (ss. 83-106). CRC Press.
- Wong, D. W. S. (2004). The modifiable areal unit problem (MAUP). D.G. Janelle, B. Warf ve K. Hansen (Eds.) içinde, *WorldMinds: Geographical perspectives on 100 problems* (ss. 571–575). Springer.
- Wong, D. W. S. (2009). Modifiable areal unit problem. R. Kitchin ve N. Thrift (Eds.) içinde, *International encyclopedia of human geography* (ss. 169–174). Elsevier.
- Xu, P. P., Huang, H. L., Cheng, Y. M. ve Ma, M. (2014). Addressing the modifiable areal unit problem in traffic safety: Definition, potential solutions, and future research. J. Ma, Y. Yin, H. Huang ve D. Pan (Eds.) içinde, *CICTP 2014: Safe, smart, and sustainable multimodal transportation systems* (ss. 2279-2290). ASCE Book Series.
- Ye, X. (2020). *The impacts of the modifiable areal unit problem (MAUP) on linear regression*. (Yayın nu. 27735342)[Doktora tezi, New York State Üniversitesi]. <https://www.proquest.com/docview/2384582032?>
- Young, L. J. ve Gotway, C. A. (2007). Linking spatial data from different sources: the effects of change of support. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 21, 589-600. <https://doi.org/10.1007/s00477-007-0136-z>
- Yule, G. U. ve Kendall, M. G. (1950). *An introduction to the theory of statistics* (14. baskı). Charles Griffin & Co. Ltd.