

# Ankilozan Spondilitli Hastaların Yersel Kümelenmelerinin İncelenmesi

## Investigation of Spatial Clusters of Patients with Ankylosing Spondylitis

Özge PASİN,<sup>a</sup>  
Handan ANKARALI,<sup>a</sup>  
Şengül CANGÜR<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Biyostatistik ve Tıbbi Bilişim AD,  
Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Düzce

Geliş Tarihi/Received: 14.01.2014  
Kabul Tarihi/Accepted: 09.05.2014

*Bu çalışma Uluslararası VIII. İstatistik Kongresi (27-30 Ekim 2013, Antalya'da)'nde sunulmuştur.*

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Şengül CANGÜR  
Düzce Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Biyostatistik ve Tıbbi Bilişim AD, Düzce,  
TÜRKİYE/TURKEY  
sengulcangur@duzce.edu.tr

**ÖZET Amaç:** Coğrafi bilgi sistemi (CBS), sağlık alanı araştırmalarında özellikle hastalık dağılımı, kümelenmesi, haritalandırılması, sağlık servislerinin coğrafi konumu ve sağlık hizmetlerinin dağılımının belirlenmesi gibi konularda sıklıkla kullanılmaktadır. Ülkemizde ise bu konularda sınırlı bölgesel çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmanın amacı, CBS tabanlı genel yersel kümeleme yöntemleri ile Düzce ilinde ankilozan spondilit hastalık dağılımını ve kümelenme durumunu araştırmaktır. **Gereç ve Yöntemler:** Düzce Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon polikliniğine tanı veya tedavi amacıyla çeşitli tarihlerde başvuran 52 ankilozan spondilitli hasta çalışmaya alınmıştır. Hastaların 2013 yılında kayıtlardan elde edilen verileri yardımıyla hastalığın yersel kümelenmeleri En yakın komşu, Moran I, Getis ORD ve Ripley'in K fonksiyonu yöntemleri ile incelenmiştir. Çalışma ArcGIS programında yapılmıştır. **Bulgular:** İncelediğimiz genel yersel kümeleme yöntemleri ile Düzce il merkezinde ankilozan spondilit hastalarının dağılımı elde edilmiş ve bu hastalığa dair anlamlı düzeyde bir yersel kümelenmenin olduğu belirlenmiştir. Ancak gerçekleşen kümelenme, ankilozan spondilit hastalığının nadir görülmesi sebebiyle toplanan veri sayısının az olmasından ve sadece bir sağlık merkezine ait verilerin kullanılmasından dolayı gerçeği tam olarak yansıtmayabilir. Buna karşın verilerin toplandığı sağlık Merkezinin, Düzce ilinde en büyük ve en kapsamlı sağlık merkezi olması nedeniyle sonuçların, bir ön çalışma niteliğinde önem taşıdığı da göz ardı edilmemelidir. **Sonuç:** Toplum sağlık seviyesini yükseltmek ve iyileştirici politikalar geliştirmek için planlama, korunma ve tanı-tedavi işlemlerinde oldukça önemli rol oynayan hastalık, personel, sağlık merkezi dağılımı ve konumlanması ile ilgili konularda kümelenme yapılarının incelenmesi önerilmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Coğrafi Bilgi Sistemleri; kümeleme analizi; ankilozan spondilit

**ABSTRACT Objective:** The Geographic Information System (GIS), in health area studies especially topics such as the distribution, clustering and mapping of disease, the geographic location of health services and the determination of healthcare distribution, are frequently used. Limited regional studies on these subjects are available in our country. The aim of this work is to investigate the distribution and clustering status of ankylosing spondylitis disease in Duzce by the GIS based global spatial clustering methods. **Materials and Methods:** 52 patients with ankylosing spondylitis who admitted to Physical Therapy and Rehabilitation polyclinic in Duzce University Researching and Training Hospital on various dates for diagnosis or treatment were included in study. With the help of the patient data collected from reports in 2013 year, spatial clusters of the disease were examined by Nearest neighbor, Moran I, Getis ORD, and Ripley's K function methods. The study was conducted in ArcGIS program. **Results:** With the examined global spatial clustering methods, in the center of Duzce the distribution of ankylosing spondylitis patients was obtained and it was determined a significant spatial cluster for this disease. However, thence a few collected data set and the used only the data of a health center, due to the rarity of ankylosing spondylitis disease, clustering may not reflect the truth. Because the health center where data is collected is the largest and most comprehensive in Duzce, it should not be ignored that results are important like a preliminary study. **Conclusion:** To raise the level of public health and to improve remedial policies it is recommended to examine the clustering structures in the issues such as the distribution and location of disease, staff, health center which have important role in the planning, protection, and the diagnosis-treatment process.

**Key Words:** Geographic Information Systems; cluster analysis; ankylosing spondylitis

Günümüzde karşılaşılan sağlık sorunlarını azaltmak, hızlı ve etkili çözümler aramak toplumların izlediği en önemli ve değişmez sağlık politikasıdır. Gelişmiş ülkelerde toplumun sağlık sorunlarına karşı tutumu, teknolojinin gelişmesi ve multidisipliner yaklaşımın benimsenmesi ile birlikte pozitif yönde değişmiştir. Toplum sağlığını tehdit eden hastalıkların yayılımını engellemek ve önlemek amacıyla sağlık-konum nedensel ilişki ilkesine dayanan tıbbi coğrafya gibi alanlarda çalışmaların süratle arttığı görülmektedir.

Teknolojinin gelişmesiyle hastalığın coğrafik dağılımı, kümelenmesi ve haritalandırılması gibi çalışmalarda Coğrafi bilgi sistemi (CBS) teknolojisinden sıklıkla yararlanılmaktadır.<sup>1</sup> Genel bir tanımlamayla CBS, konuma ve/veya zamana dayalı gözlemlerle elde edilen grafik ve grafik-olmayan bilgilerin toplanması, saklanması, işlenmesi ve kullanıcıya sunulması işlevlerini bütünlük içerisinde gerçekleştiren bir sistemdir. Sürekli gelişmeye açık olan bu sistem temel olarak donanım, yazılım, insanlar, veriler (grafik yapıda, tanımlayıcı nitelikte veya tablo veriler) ve yöntemler olmak üzere beş ana bileşenden oluşur.<sup>2</sup> Bu sistem bünyesinde kümeleme yöntemlerinin entegre bir şekilde çalışmasıyla, karşılaşılan sağlık problemlerine daha hızlı çözümler bulunabilmektedir. “Yer ve/veya zamanda birlikte gruplanan ve sağlık örgütüne bildirilmiş sağlık olaylarının, gerçek ya da gözle görülür şekilde sıra dışı yığılması” şeklinde tanımlanan hastalık kümelenmesi ile ilgili çalışmalar yersel, zamansal veya yersel-zamansal olarak yapılabilir. Yersel kümeleme yöntemlerinde, hastalığın belirli bir alanda daha yaygın olup olmadığı araştırılırken, zamansal kümeleme yöntemlerinde zaman içinde sıra dışı bir yapı olup olmadığı ile ilgilenilir. Yersel ve zamansal kümeleme yöntemlerinde ise birbirine yakın yerlerde oluşan olguların yaklaşık olarak aynı zamanlarda oluşup oluşmadığı test edilir.<sup>3,4</sup> Böylece elde edilen bilgi, görselleştirilmiş ve daha kullanışlı hale getirilmiş olur. CBS ile ilgili en sık kullanılan yazılımlar Arc/Info, Intergraph, MapInfo, SmallWorld, Genesis, Idrisi ve Grass’dır.<sup>2</sup>

Bu çalışmada, hastalık başta olmak üzere sağlık alanı ile ilgili birçok olayın kümelenmesinde kullanılan genel yersel kümeleme yöntemlerinden

en sık kullanılan dört yöntemin temel özellikleri açıklanacak ve hesaplama adımları gösterilecektir. Ayrıca Düzce Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon polikliniğine tanı veya tedavi amacıyla 2013 yılını da kapsayacak şekilde çeşitli tarihlerde başvuran ankilozan spondilitli hastaların geldikleri yere göre anlamlı bir yersel kümelenme gösterip göstermedikleri bu yöntemler yardımıyla araştırılacaktır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

### YERSEL KÜMELEME YÖNTEMLERİ

Yersel kümeleme yöntemleri, belirli bir coğrafik bölgede çeşitli olayların yaygın gözlenip gözlenmediğini araştırır ancak kümelenme var ise yeri hakkında bilgi vermez. Sağlık çalışmalarında bu olaylar genellikle hastalıklardır. Genel yersel kümeleme yöntemleri, bireysel veya grup düzeyinde verilere uygulanabilir. Bu gruba giren çok sayıda yöntem bulunmasına karşın pratikte en sık adı geçen yöntemler Tablo 1’de sınıflandırılmıştır.<sup>1,5</sup>

Bu çalışmada, CBS yazılımlarından birisi olan ArcGIS (ver. 10) programı kullanılarak Düzce Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi’nde tedavi gören 52 ankilozan spondilitli hastanın 2013 yılında toplanan verileri (adres bilgileri) kullanılarak yaşadıkları yerlere göre dağılımı incelenmiş ve kümelenme olup olmadığı araştırılmıştır. ArcGIS programında genel yersel kümeleme yöntemlerinden sadece 4 tanesi yer aldığı için aşağıdaki bölümde bu yöntemlere ait temel açıklamalara yer verilmiştir.

#### En Yakın Komşu Yöntemi

En Yakın Komşu (EYK) yönteminde kümelerin oluşturulmasında gözlemler arası uzaklıklardan yararlanır. Bu uzaklıklar çeşitli yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Örneğin, eşitlik (1)’de  $i$  ve  $j$  gözlemleri arasındaki Öklid uzaklığı verilmiştir.<sup>5,6</sup>

$$d(i, j) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2} \quad (1)$$

Bu eşitlikten yararlanarak bütün gözlem çiftleri arasındaki mesafeler belirlendikten sonra en yakın uzaklıkta olan gözlemler birbirleriyle birleş-

**TABLO 1:** Yersel kümeleme yöntemlerinin sınıflandırılması..

Genel	Yersel Kümeleme Yöntemleri	
	Lokal	Odaklanmış
<ul style="list-style-type: none"> <li>En Yakın Komşu Yöntemi</li> <li>Quadrad Analiz Yöntemi</li> <li>Cuzick &amp; Edwards Yöntemi</li> <li>Ripley'in K Fonksiyonu Yöntemi</li> <li>Grimson Yöntemi</li> <li>Besag ve Newell Yöntemi</li> <li>Swartz'ın Entropy Yöntemi</li> <li>Global Moran I Yöntemi</li> <li>Global Geary C Yöntemi</li> <li>Oden <math>I_{pop}</math> Yöntemi</li> <li>Genel G(d) Yöntemi</li> <li>Whittemore'un Yöntemi</li> <li>Tongo'nun Genel Yöntemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lokal <math>G_i(d)</math> ve <math>G_i^+(d)</math> Yöntemi</li> <li>Tumbull'un Yöntemi</li> <li>Anselin'in Local Moran I Yöntemi</li> <li>Openshaw'ın GAM Yöntemi</li> <li>Besag ve Newell Yöntemi</li> <li>Kulldorf Yerel Scan Yöntemi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Besag ve Newell Yöntemini Odaklama</li> <li>Diggle'in Yöntemi</li> <li>Score Yöntemi</li> <li>Lawson Waller Yöntemi</li> <li>Stone Yöntemi</li> </ul>

tirilerek yeni kümeler oluşturulur. Yani her gözlemin en yakın uzaklığı tespit edilir ve bu uzaklıklar toplanarak toplam  $\sum d(i,j)$  elde edilir. EYK uzaklığının ortalaması, en yakın uzaklıkların toplamının tüm nokta sayısına bölünmesi ile elde edilir. Bu ifadeler özetle aşağıdaki gibi sembolize edilir.<sup>6</sup>

$$EYK = \sum \text{Min } d(i,j) \quad \text{ve} \quad \overline{EYK} = \frac{\sum EYK}{n} \quad (2)$$

Birim alan başına düşen noktaların oranı yoğunluk ( $\lambda$ ) olarak tanımlanır.  $\overline{EYK}_R = \frac{1}{2\sqrt{\lambda}}$  ile ortalama en yakın komşu uzaklığının yoğunlukla ağırlıklandırılması sağlanır. Kümeleme durumunu gösteren  $R$  istatistiği eşitlik (3)'ten hesaplanır.<sup>6</sup>

$$R = \frac{\overline{EYK}}{\overline{EYK}_R} \quad (3)$$

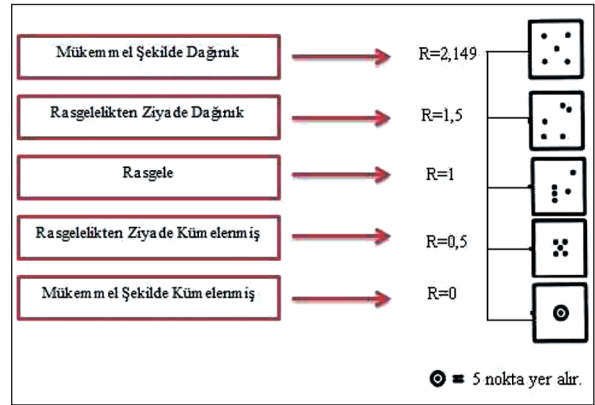
Standart en yakın komşu indeksinin ( $R$ ) anlamı ise  $Z$  dağılımından yararlanılarak test edilir.<sup>5,6</sup>

$$Z = \frac{\overline{EYK} - \overline{EYK}_R}{SE_d}, \quad SE_d \sim \sqrt{\frac{(4 - \Pi)}{4\pi n \lambda}} \quad (4)$$

$R$  değerine göre kümeleme durumu Şekil 1'de gösterilmiştir.<sup>6</sup>

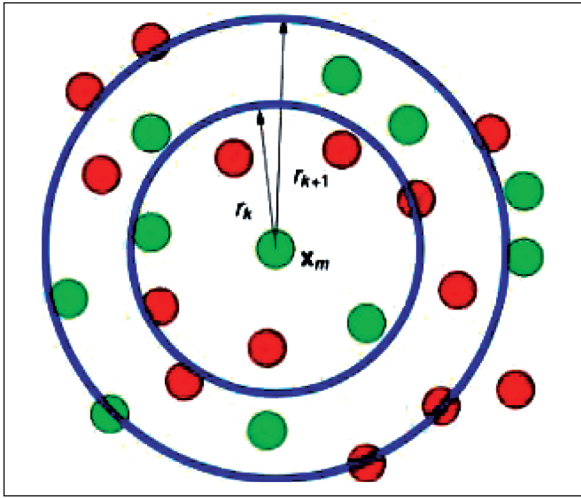
#### Ripley'in K Fonksiyonu Yöntemi

Ripley'in  $K$  fonksiyonu, yersel homojenlikten sapmaları belirlemek için kullanılan bir istatistiktir.

**ŞEKİL 1:** R'nin değerlerine göre kümeleme durumu.

Bu yöntem, mekânsal yapıyı analiz etmek için nokta verileri kullanılmaktadır. Yöntem, Moran  $I$  fonksiyonuna benzerdir fakat bu metod çok kullanıcılı tanımlanmış ölçekte nokta desenleri tanımlayabilir.<sup>4</sup>

Akciğer kanseri hastalarının nokta dağılımının Şekil 2'deki gibi görüldüğünü varsayalım. Bu örnekte, yeşil noktalar akciğer kanseri olan hastaları, kırmızı noktalar ise diğer bireyleri gösterebilir. Ripley'in  $K$  fonksiyonu, her bir bireysel akciğer kanserinin ( $X_m$ ) verilen uzaklığı içinde bulunan komşu akciğer kanseri hastaların sayısını sayar. Tamamen rasgele dağılım yapısı altında beklenen akciğer kanseri hastalarının sayısı ile fonksiyon yardımıyla tes-



ŞEKİL 2: Çoklu uzaklıklar (mavi daireler) kullanılarak Ripley'in K fonksiyonu yardımıyla nokta yapısının analiz edilmesi.

pit edilen gözlenen akciğer kanseri hastalarının sayısı karşılaştırılır. Gözlenen sayı daha büyük ise kümeden bahsedilir. Ripley'in  $K$  fonksiyonu hesaplanırken genellikle birden fazla uzaklık dikate alındığı için nokta yapısının ölçeğe bağlı olarak nasıl değiştiği görülmüş olur. Mesela, Şekil 2'deki küçük uzaklık değerine göre noktalar kümeden oluşurken büyük uzaklık değerinde noktalar yayılım göstermektedir.

$K$  fonksiyonunun herhangi bir  $d$  uzaklığına göre değeri,

$$K(d) = \lambda^{-1} E(\text{Rasgele seçilen bir noktadan en fazla } d \text{ uzaklığı bir mesafede bulunan noktaların sayısı}) \quad (5)$$

eşitliğinden hesaplanır.  $n$ , nokta sayısı ve  $A$ , çalışma bölgesinin alanı olmak üzere  $\lambda = n / A$  inceleme alanı içerisindeki noktaların birim alan başına düşen yoğunluğunu gösterir. Bu tanıma göre,  $K$  fonksiyonu her bir nokta merkez olacak şekilde  $d$  yarıçaplı çemberler içerisinde kalan diğer noktaların ortalama sayılarını hesaplamaya dayanmaktadır.<sup>4,7</sup>

$K$  fonksiyonunun tahmin değeri ise

$$\hat{K}(d) = \hat{\lambda}^{-1} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1; j \neq i}^n w_{ij} \delta(d(i,j) < d) \quad (6)$$

eşitliğinden elde edilir. Burada  $d(i,j)$ ,  $i$  ve  $j$  noktaları arasındaki Öklid uzaklığıdır.  $\delta(\cdot)$  ise indikatör fonksiyonudur. Eğer  $d(i,j) < d$  şartı sağlanıyorsa

$\delta(d(i,j) < d)$  değeri 1'e; aksi halde 0'a eşittir.  $w_{ij}$  değeri ise, çalışma alanı sınırlarına yakın noktaların yanıltıcı sonuçlarını bertaraf etmek için kullanılan bir katsayıdır. Buna göre eğer,  $d(i,j)$  yarıçaplı  $i$  nokta merkezli bir çember tamamıyla çalışma alanı içerisinde kalıyorsa  $w_{ij}, 1$  değerini alır; aksi halde çemberin çalışma alanı içerisindeki kalan kısmı oranında değer alır.<sup>4,7</sup>

Eğer hastaların dağılımı, *Tam Konumsal Rasgelelik* (TKR) özelliğini sağlıyorsa herhangi bir alan içindeki noktaların sayısı poisson dağılımı gösterir ve  $d$  yarıçaplı bir çember içindeki olayların beklenen sayısı  $E(\cdot) = n \left( \frac{\pi d^2}{A} \right)$ 'dir ve homojenlik

koşulunda  $K(d)$ 'nin beklenen değeri  $\pi d^2$  olur. Buna göre tahmin edilen  $\hat{K}(d)$  değerinin, beklenen değerinden daha küçük olması, noktaların TKR durumuna göre saçılarak yayıldığını aksi durumda ise daha sık yayıldığını ifade etmektedir. TKR varsayımı altında  $K$  fonksiyonunun anlamlılığı, Monte Carlo tekniğiyle sınanabilir.<sup>4</sup>

#### Moran I Yöntemi

Moran  $I$ , olgular arasındaki mekânsal otokorelasyon ölçen bir sistemdir. Moran  $I$  test istatistiği eşitlik (7) yardımıyla hesaplanır.<sup>5</sup>

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})^2} \quad (7)$$

Bu eşitlikte  $n$ , bölge sayısını  $x_i$  ve  $x_j$  ise sırasıyla  $i$ . ve  $j$ . bölgelerdeki olgu sayılarını göstermektedir ve  $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ 'dir.  $w_{ij}$ , bölge  $i$  ve bölge  $j$  arasındaki bağlantının gücünü gösteren ağırlık matrisidir. Ağırlıklara 0 ya da 1'den farklı değerler atanabilir.,  $d_{i,j}$ ,  $i$ . ve  $j$ . bölgeler arası coğrafik uzaklık olmak üzere ağırlık, ters uzaklık fonksiyonu olarak hesaplanır ve  $w_{ij} = \frac{1}{(1+d_{i,j})^2}$  şeklinde gösterilir.

Bu testin uygulanabilmesi için hastalık oranlarının ve ağırlık matrisinin bilinmesi gerekir. Genellikle, bulaşıcı olmayan hastalıklar için ikili matris, bulaşıcı olan hastalıklar için de uzaklık matrisi kullanılmaktadır.



Moran  $I$  değeri  $-1$  ile  $+1$  arasında değer alabilir. Komşu bölgelerdeki değerler benzer olduğunda Moran  $I$  pozitif ve büyük değer alırken komşu bölgelerdeki değerler benzer olmadığında negatif değer alır. Eşitlik (8) ile Moran  $I$ 'nın beklenen değeri belirlenebilir.<sup>4,5</sup>

$$E(I) = \frac{-1}{(n-1)} \tag{8}$$

Beklenen değeri aşan değerler, mekânsal pozitif otokorelasyon olduğunu belirtir. Aynı şekilde çok büyük ve çok küçük Moran  $I$  değerleri mekânsal olarak kümelenme olduğunu gösterir. Beklenen değerden daha küçük değerler mekânsal negatif otokorelasyonu ve komşu değerlerin benzer olmayan olgulardan olduğuna işaret eder.<sup>4,5</sup>

Moran  $I$ 'nın  $H_0$  hipotezi doğru iken (kümelenme gözlenmediğinde) varyansı,

$$\text{Var}(I) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0^2}{(n-1)(n+1) S_0^2} - \frac{1}{(n-1)^2} \tag{9}$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada  $S_0, S_1$  ve  $S_2$  notasyonlarına ait denklemler eşitlik (10)'da verilmiştir.

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}, \quad S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n (w_{ij} + w_{ji})^2, \quad S_2 = \sum_{i=1}^n \left( \sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2 \tag{10}$$

Moran  $I$ 'nın istatistiksel anlamlılığı, standartlaştırılmış normal dağılım istatistiği ( $Z$ ) ile değerlendirilir ve ilgili eşitlik aşağıdaki gibidir.

$$Z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{\text{Var}(I)}} \tag{11}$$

Burada,  $Z$  değeri pozitif ise olgular ilişkili olmaya eğilimli (kümelenme olabilir)  $Z$  değeri negatif ise olgular ilişkisiz olmaya eğilimli (kümelenme olmayabilir) ve  $Z$  değeri yaklaşık 0 ise olgular mekân üzerine rasgele dizilmişlerdir, şeklinde yorumlanır.<sup>4</sup>

**Genel G(d) Yöntemi (Getis ORD)**

$G(d)$  istatistiği, kritik uzaklıklar içine düşen genel mekânsal birliktelik değerlerinin çarpımsal ölçüsünü veren bir istatistiktir.  $G(d)$  istatistiği, High/Low Kümeleme analizi olarak da adlandırılmaktadır. Yüksek değerlilerin kümelenmesi, pozitif

hastalık hızlarını işaret ederken düşük değerlilerin kümelenmesi negatif hastalık hızlarını tanımlamaktadır.<sup>5,8</sup>

Seçilen kritik  $d$  uzaklığı için, test istatistiği

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n x_i x_j} \tag{12}$$

eşitliğinden hesaplanır. Burada  $x_i$  ve  $x_j$  sırasıyla  $i$ . ve  $j$ . noktaların değerlerini gösterir.  $w_{ij}(d)$  ise  $d$  uzaklığı için  $i$  ve  $j$  noktalarının ağırlık matrisidir.<sup>5,8</sup>

$G(d)$ 'nin beklenen değeri, eşitlik (13) kullanılarak hesaplanır.

$$E[G(d)] = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}(d)}{n(n-1)}, \tag{13}$$

$$\bar{d}(= d) = \frac{2}{n(n-1)} \sum_{i=1}^n \sum_{j>1}^n d_{ij}$$

$G(d)$ 'nin varyans değeri,

$$\text{Var}[G(d)] = \frac{B_0[\sum_{i=1}^n x_i^2]^2 + B_1 \sum_{i=1}^n x_i^4 + B_2 (\sum_{i=1}^n x_i)^2 \sum_{i=1}^n x_i^2 + B_3 \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i^2 + B_4 (\sum_{i=1}^n x_i)^4}{[(\sum_{i=1}^n x_i)^2 - \sum_{i=1}^n x_i^2]n(n-1)(n-2)(n-3)} - E[G(d)]^2 \tag{14}$$

eşitliğiyle belirlenir. Burada  $S_1, S_2, B_0, B_1, B_2, B_3$  ve  $B_4$  notasyonlarına ait denklemler eşitlik (15)'te verilmiştir.<sup>5,8</sup>

$$\begin{aligned} S_1 &= 1/2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n [w(i,j) + w(j,i)]^2, & S_2 &= \sum_{i=1}^n [\sum_{j=1, j \neq i}^n w(i,j) + \sum_{j=1}^n w(j,i)]^2 \\ B_0 &= (n^2 - 3n + 3)S_1 - nS_2 + 3(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}(d))^2 \\ B_1 &= -[(n^2 - n)S_1 - 2nS_2 + 6(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}(d)^2)] \\ B_2 &= -[2nS_1 - (n+3)S_2 + 6(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}(d)^2)] \\ B_3 &= 4(n-1)S_1 - 2(n+1)S_2 + 8(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}(d)^2) \\ B_4 &= S_1 - S_2 + (\sum_{i=1}^n \sum_{j=1, j \neq i}^n w_{ij}(d))^2 \end{aligned} \tag{15}$$

Bu istatistiğin hipotez kontrolünde standart normal dağılımdan yararlanır.

$$Z(G) = \frac{G(d) - E[G(d)]}{\sqrt{\text{Var}[G(d)]}} \tag{16}$$

$Z(G)$  değeri, çalışma bölgesindeki olguların birbirleri arasındaki ilişkinin önemini gösterir. Bu değer pozitif ise yüksek değerlerin beraber kümelendiğini, aksi durumda ise düşük değerlerin beraber kümelendiğini ifade eder.  $Z(G)$  değeri, çok

büyük veya çok düşük ise, mekânsal bölgede olgular arasında güçlü bir ilişkinin olduğu düşünülür. Bu değer "0" değerine yakın olması ise mekânsal bölgede olgular arasında anlamlı bir küme olmadığını belirtmektedir.<sup>5,8</sup>

## BULGULAR



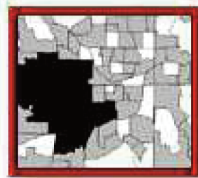
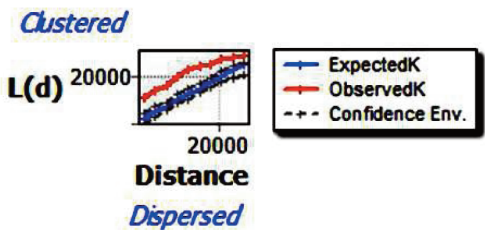
Düzce Üniversitesi Araştırma ve Uygulama hastanesinde tedavi gören ankilozan spondilitli hastaların geldikleri yerlere göre bir kümelenme gösterip göstermediği araştırılmış ve dört farklı yersel kü-

meleme yönteminden elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

En yakın komşu yöntemine ait  $R$  test istatistik değeri ve bu istatistiğe karşılık gelen  $Z$  değeri elde edilmiştir. Hipotez testi sonucunda, hastaların geldikleri yerlere göre bir kümelenme gösterdiği sonucuna varılmıştır. Kümelenme durumunu gösteren grafik ise Tablo 2'de verilmiştir.

Moran  $I$  yöntemi sonucunda elde edilen  $I$  indeksi değerinin +1'e yakın olduğu gözlenmiştir. Bu durum, kümelenme yapısından şüphelenebileceği

**TABLO 2:** ArcGIS programında yersel kümelenme yöntemleri ile elde edilen sonuçlar.

Yersel Kümelenme Yöntemleri	Ölçütler	Kümelenme Durumu
<b>En Yakın Komşu</b>		
<i>En Yakın Komşu Oranı (R)</i>	0,8168	 Clustered
<i>Z</i>	-2,5270	
<i>P</i>	0,0115	
<b>Moran I</b>		
<i>Moran I İndeksi</i>	0,6966	 Clustered
<i>Z</i>	5,8843	
<i>P</i>	<0,001	
<b>Getis ORD</b>		
<i>Gözlenen Genel G</i>	0,0419	 High-Clusters
<i>Z</i>	4,3035	
<i>P</i>	<0,001	
<b>Ripley'in K Fonksiyonu</b>		
	<i>Clustered</i>	

şeklinde yorumlanabilir. Hipotez kontrolü için test istatistik değerinin standart normal dağılım değişkenine dönüşümü yapılır ve %5 anlamlılık düzeyinde kümelenme yoktur, şeklinde kurulan sıfır hipotezi reddedilir. Sonuç olarak Moran *I* yöntemi ile hastaların geldikleri yerlere göre bir kümelenme gösterdiği söylenirken, hangi bölgede kümelenme olduğu konusunda ayrıntılı bilgi verilemez (Tablo 2).

Getis Ord yöntemi ile hastaların geldikleri yerlere göre kümelenme durumu incelenmiş ve test istatistik değeri hesaplanmıştır. Bu istatistiğin, *Z* değerine dönüşümü yapıldıktan sonra %5 anlamlılık düzeyinde anlamlı olduğu gözlenmiştir. Bu sonuca göre *Z(G)* pozitif değer aldığı için frekans değeri yüksek olan yerlerde bir kümelenme oluştuğu söylenebilir (Tablo 2).

Ripley'in *K* fonksiyonu yardımıyla hastaların geldikleri yerlere göre kümelenmeleri araştırılmış ve Tablo 2'deki grafik elde edilmiştir. Buna göre, gözlenen *K* değerlerine ait eğri (kırmızı eğri), beklenen *K* değerlerine ait eğrinin (mavi eğri) yukarısında yer aldığı için belirlenen uzaklık değerinde anlamlı bir kümelenme olduğu söylenir. Gözlenen *K* değerine ait eğri, beklenen eğrinin altında yer aldığı zaman homojen bir dağılım olduğundan bahsedilir.

Bu çalışmada anlatılan dört yöntemin sonucu genel olarak değerlendirildiğinde hastaların geldikleri yerlere göre kümelenme oluşturduğu söylenebilir. Ancak bu kümelenmenin hangi bölgede olduğu konusunda daha fazla bilgi verilemez. Bu bilgiyi elde edebilmek için lokal kümeleme yöntemleri kullanılmalıdır.

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Ülkemizde ve dünyada, çeşitli hastalıkların ortaya çıkış nedenlerini ve bunlarla mücadele yollarını ele alan, tıp ve coğrafya arasındaki geleneksel bağlantıyı örneklerle ortaya koyan, sağlık kaynaklarının geliştirilmesi ve bölgesel modeller oluşturulmasına öneriler sunan çalışmalardan bazıları sırasıyla şöyledir. İlk çalışmalar, salgın hastalıklarla (kolera, çiçek, vs) mücadele etmek amacıyla 1800'lü yıllarda yapılmış ve hastalıkların yoğun olduğu böl-

geler haritada saptanmıştır.<sup>9</sup> Türkiye'de ise Milli Mücadele ve Cumhuriyetin ilk yıllarında (1922-1938) hastalık dağılımlarının oluşturulması ve haritalarda gösterilmesi şeklinde ilk tıbbi coğrafya çalışmaları yapılmıştır.<sup>10</sup> Hayati değer taşıyan projelerin gerçekleştirildiği bu sahada, güvenilir ve doğru bilgiye ulaşmak ve edinilecek bilginin kalitesini arttırmak için kullanılan yöntemler geliştirilmektedir. Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemi-CBS teknolojisi, sağlık alanı araştırmalarında özellikle de hastalık dağılım haritalandırılması, hastaların takibi, sağlık servislerinin coğrafi konumlandırılması vb. konularda kullanılmaktadır.

Literatürde yer alan en son çalışmalar incelendiğinde; kanser, tüberküloz, influenza, şarbon ve diyabet vb. hastalıkların dağılımı ve haritalandırılması, sağlık servislerine ulaşım sorunları, trafik/bisiklet kazaları, hava/su kirliliği gibi sağlığı tehdit eden çevre sorunları ve obezite ile mücadele gibi konularda çalışmalar yapıldığı görülmektedir.<sup>11-18</sup>

Ülkemizde CBS'den yararlanılarak yapılan çalışmalar sınırlı sayıda olsa da araştırmaların zamanla artma eğiliminde olduğu açıktır. Sağlık alanında yapılan araştırmalar incelendiğinde kanser, fenilketonüri, tüberküloz, talasemi, menenjit, romatoid artrit, kalp ve solunum yolu gibi hastalıkların dağılımı ve haritalandırılmasının yanı sıra sağlığı tehdit eden çevre sorunlarında, sağlık merkezlerinin konumlandırılması ve tedavi gereksinimlerinin dağılımının belirlenmesi gibi konularda çalışmalar yapıldığı görülmektedir.<sup>19-26</sup>

Ankilozan spondilit, etiyojisi tam olarak bilinmeyen ve sağlık coğrafyası çalışmalarına konu olmuş romatizmal bir hastalıktır. Shapira ve ark., romatizmal hastalıkların coğrafi epidemiyolojisi üzerine yapılan tüm araştırmaları derledikleri çalışmalarında etnik köken ve coğrafi koşullara göre ankilozan spondilit hastalığının coğrafi dağılımı hakkında bilgi vermişlerdir.<sup>27</sup> Genel olarak HL-B27 genin görülme oranının yüksek olduğu bölgelerde bu hastalık oranının da yüksek olduğu sonucuna varmışlardır. En yüksek ankilozan spondilit hastalık prevalansına sahip bölgelerin sırasıyla Batı Avrupa, Ortadoğu, Kuzey Avrupa, Asya ve Kuzey

olduğunu, Sahra-altı Afrika bölgesinde ise seyrek görülen bir hastalık olduğunu ifade etmişlerdir. Ülkemizde 200.000 kadar ankilozan spondilitli hasta bulunmaktadır. 2008 yılında İzmir'in Balçova ve Narlıdere bölgelerinde yapılan epidemiyolojik çalışmada ankilozan spondilit hastalık prevalansı, %0,49 olarak bulunmuştur.<sup>28</sup> Karkuçak ve ark. ise 2011 yılında Türkiye'de Doğu Karadeniz Bölgesinde ankilozan spondilit hastalık prevalansını %0,25 olarak saptamışlardır.<sup>29</sup> Toplum taramalarına dayanan çalışmalara göre Avrupa'da ankilozan spondilit hastalık prevalansı en yüksek Norveç'te (%1,8) ve en düşük ise Fransa'da (%0,08) gözlenmiştir. ABD'de ise ankilozan spondilit hastalık prevalansı %0,4'tür.

Literatür taraması sonucunda Ankilozan Spondilit hastalığının CBS ile incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Ancak romatizmal bir hastalık türü olan romatoid artrit hastalığının CBS kullanılarak araştırıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Viera ve ark., ABD'nin Kuzey Paralel bölgesinde yaşayan bireylerde romatoid artrit risk varlığını inceledikleri araştırmada CBS teknolojisi ile hastalık haritaları oluşturmuşlardır. ABD'nin Kuzey Paralel bölgesinde hastalık riskinin oldukça yüksek olduğunu gözlemişlerdir.<sup>30</sup> İnanır ve ark., 2013 yılında Türkiye'de romatoid artritli hastaların 2011 yılı ve-

rilerine dayanarak yersel dağılımını elde etmişlerdir. CBS ile hastalık insidansını hesaplamışlar ve hastalık haritasını oluşturmuşlardır. Türkiye'de romatoid artritli hastaları etkileyen çevresel faktörleri de araştırmışlardır. Türkiye'de romatoid artrit hastalık insidansı en yüksek ve en düşük olan illerin sırasıyla Isparta ve Hakkâri olduğunu saptamışlardır.<sup>19</sup>

Çalışmamızda En yakın komşu, Ripley'in *K* fonksiyonu, Moran *I* ve Getis Ord genel yersel kümeleme yöntemleri kullanılarak ankilozan spondilit hastalığının Düzce ilinde kümeleme gösterdiği saptanmıştır. Bulgularımız, Düzce ilinde en büyük ve kapsamlı sağlık merkezinden toplanan verilere dayandığından araştırmamızın, ön çalışma niteliğinde önemli bilgiler içerdiği söylenebilir. Buna karşın, mevcut kümeleme, ankilozan spondilit hastalığının nadir görülmesi sebebiyle toplanan veri sayısının az olmasından ve sadece bir sağlık merkezine ait verilerin kullanılmasından dolayı gerçeği tam olarak yansıtmayabilir. Sonuç olarak, toplum sağlık seviyesini yükseltmek ve iyileştirici politikalar geliştirmek için planlama, korunma ve tanı-tedavi işlemlerinde oldukça önemli rol oynayan hastalık, personel, sağlık merkezi dağılımı ve konumlanması ile ilgili konularda kümeleme yapılarının incelenmesi önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

1. Auchincloss AH, Gebreab SY, Mair C, Diez Roux AV. A review of spatial methods in epidemiology, 2000-2010. *Annu Rev Public Health* 2012;33:107-22.
2. Yomraloğlu T. [A General Overview of The Information Systems and Geographic Information Systems]. *Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. 5. Baskı. İstanbul: Akademi Kitapevi; 2009. p.31-60.
3. Erdoğan S. [GIS applications in epidemiology: A comparison of spatial clustering methods example of meningococcal]. *Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi* 2010;2(2):23-31.
4. Waller LA, Gotway CA. *Analysis of spatial point patterns*. Applied Spatial Statistics for Public Health Data. 1<sup>st</sup> ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Inc; 2004. p.118-54.
5. Rogerson P, Yamada I. *Global statistics. Statistical Detection and Surveillance of Geographic Clusters*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Taylor & Francis Group; 2009. p.43-82.
6. McGrew JC, Monroe CB. *Point pattern analysis. An Introduction to Statistical Problem Solving in Geography*. 2<sup>nd</sup> ed. Long Grove, IL: Waveland Press; 2009. p.172-81.
7. Dixon PM. Ripley's *K* function. In: El-Shaarawi AH, Piegorisch WW, eds. *Encyclopedia of Environmentrics*. Vol. 3. Chichester: John Wiley&Sons; 2002. p.1796-803.
8. Getis A, Ord JK. The analysis of spatial association by use of distance statistics. *Geographical Analysis* 1992;24(3):189-206.
9. Kantürk Yiğit G. [An evaluation of the studies on health geography in Turkey]. *e-Journal of New World Sciences Academy Nature Sciences* 4A0035 2011;6(1):30-41.
10. Gökçe N, Yaprak M. [Based on the book "Health and Social Geography of Turkey: The City of Kırklareli", folkloric medicine during the foundation of Turkish Republic]. *Lokman Hekim Journal* 2012;2(1):39-42.
11. Kheifets L, Crespi CM, Hooper C, Oksuzyan S, Cockburn M, Ly T, et al. Epidemiologic study of residential proximity to transmission lines and childhood cancer in California: description of design, epidemiologic methods and study population. *J Expo Sci Environ Epidemiol* 2013 Sep 18. doi: 10.1038/jes.2013.48.
12. Broniatowski DA, Paul MJ, Dredze M. National and local influenza surveillance through Twitter: an analysis of the 2012-2013 influenza epidemic. *PLoS One* 2013;8(12): e83672.
13. Lai PC, Low CT, Tse WS, Tsui CK, Lee H, Hui PK. Risk of tuberculosis in high-rise and high density dwellings: an exploratory spatial analysis. *Environ Pollut* 2013;183:40-5.

14. Villanueva K, Knuiam M, Koohsari MJ, Hickey S, Foster S, Badland H, et al. People living in hilly residential areas in metropolitan Perth have less diabetes: spurious association or important environmental determinant? *Int J Health Geogr* 2013; 12(1):59.
15. Silverman JD, Hutchison MG, Cusimano MD. Association between neighbourhood marginalization and pedestrian and cyclist collisions in Toronto intersections. *Can J Public Health* 2013;104(5):e405-9.
16. Gatto NM, Henderson VW, Hodis HN, St John JA, Lurmann F, Chen JC, et al. Components of air pollution and cognitive function in middle-aged and older adults in Los Angeles. *Neurotoxicology* 2014;40:1-7. doi: 10.1016/j.neuro.2013.09.004.
17. Simões PP, Almeida RM. Maternal mortality and accessibility to health services by means of transit-network estimated traveled distances. *Matern Child Health J* 2014;18(6): 1506-11.
18. Dalton AM, Jones A, Ogilvie D, Petticrew M, White M, Cummins S. Using spatial equity analysis in the process evaluation of environmental interventions to tackle obesity: the healthy towns programme in England. *Int J Equity Health* 2013;12:43. doi: 10.1186/1475-9276-12-43.
19. İnanır A, Dogan HM, Çeçen O, Dogan CN. Spatial modelling of rheumatoid arthritis in Turkey by geographic information systems (GIS). *Rheumatol Int* 2013;33(11):2803-10.
20. Yomralioğlu T, Colak EH, Aydinoglu AC. Geographical relationship between cancer cases and the environment by GIS: a case study of Trabzon in Turkey. *Int J Environ Res Public Health* 2009;6(12):3190-204.
21. Durduran SS, Durduran Y. [Geographical information system with the help of the spatial distribution of cardiac and respiratory tract of patients with determination: Konya sample]. *SÜ Müh Mim Fak Derg* 2009;24(3):19-28.
22. Taşıl Ş. [Geostatistic techniques for understanding the effects of air pollution on spatial distribution of respiratory diseases in the city of Balıkesir]. *Coğrafi Bilimler Dergisi* 2007;5(1):37-56.
23. Çolak E, Yomralioğlu T. [Examining cancer cases with GIS: A case study of Trabzon]. *Hkm-Jeodezi, Jeoinformasyon ve Arazi Yönetimi Dergisi* 2007;96(1):39-47.
24. Karabulut E, Alpar R, Özayar E. [Methods used for clustering of disease due to geographical distribution]. *İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi* 2006;13(1):37-43.
25. Colak E, Yomralioğlu T. Using GIS to Produce Cancer Incidence Maps: A Case Study of Trabzon, Turkey. *GIS Development, Weekly Publication* Nov 2005. p.1-6.
26. Durduran SS, Kara F, Erdi A, Durduran Y. In Konya, Turkey, hereditary blood disease is tracked with GIS. *ESRI, ArcNews* 2005;6(4): 38-9.
27. Shapira Y, Agmon-Levin N, Shoenfeld Y. Geoeidemiology of autoimmune rheumatic diseases. *Nat Rev Rheumatol* 2010;6(8):468-76.
28. Önen F, Akar S, Birlik M, Sari I, Khan MA, Gürler O, et al. Prevalence of ankylosing spondylitis and related spondyloarthritides in an urban area of Izmir, Turkey. *J Rheumatol* 2008; 35(2):305-9.
29. Karkucak M, Cakirbay H, Capkin E, Topbas M, Guler M, Tosun M, et al. The prevalence of ankylosing spondylitis in the Eastern Black Sea Region of Turkey. *Eur J Gen Med* 2011; 8(1):40-5.
30. Vieira VM, Hart JE, Webster TF, Weinberg J, Puett R, Laden F, et al. Association between residences in U.S. northern latitudes and rheumatoid arthritis: A spatial analysis of the Nurses' Health Study. *Environ Health Perspect* 2010;118(7):957-61.