

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### COĞRAFİ BİLGİ SİSTEMLERİNDE SAĞLIK UYGULAMALARI AFYONKARAHİSAR ÖRNEĞİ

Levent ÖZGÜR

**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı**

**Danışman: Yrd. Doç. Dr. Saffet ERDOĞAN**

Bu çalışmada kümelenme analizinde en çok kullanılan yöntemler hakkında genel bilgiler verilmiş olup Coğrafi Bilgi Sistemleri ve kümeleme odaklı istatistiksel analizlerin birlikte kullanımı ile Afyonkarahisar ilinde yapılan sağlık taraması sonucunda Diabetes Mellitus Tip 2 (DM: Şeker Hastalığı), Hipertansiyon (HT), Hiperlipidemi (HLD), Anemi (HB: Hemoglobin düşüklüğü) ve Tiroid hastalıklarının (TRD) dağılımları incelenmiştir.

Uygulamada kullanılan veriler, merkez ilçe dâhil 18 ilçe ve bunlara bağlı 57 belediyelik-köy ile toplam 75 tarama bölgesinde, 2005 Temmuz ile 2006 Temmuz süresi içerisinde yapılan sağlık taramasından elde edilmiştir. Verilerin analizinde, ArcGIS 9.0 (Lisans no: 37157307 27004) ve erişimi her kullanıcıya açık olan GeoDA 0.95-i yazılımlarından yararlanılmıştır. Farklı nüfuslara sahip alanlarda görülen farklı sayıdaki hastalık vakalarından ve küçük sayı hatalarından kaynaklanan gürültülerin (noise), ortadan kaldırılması için Ampirik Bayes metodu kullanılmış ve hastalıkların prevalans oranları yumuşatılmış-düzeltilmiştir. Araştırma konusu olan beş hastalığın, Afyonkarahisar ilinde en fazla görüldüğü yerler tespit edilmiş, aykırı değerlerin tespiti amacıyla kutu çizgileri (box plots) uygulanmış ve bölge üzerinde trendleri hakkında bilgi edinebilmek için ise mekânsal hareketli ortalama (spatial moving average) temeline dayalı mekânsal oran (spatial rate) analizleri yapılmıştır.

Araştırma sahasında hastalıkların genel kümelenmesinin tespiti için, mekânsal kümeleme yöntemlerinden Moran I ve Getis-Ord General G yöntemleri uygulanırken, lokal kümelenme analizi için Lokal Moran I ve Getis-Ord Gi\* yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca GeoDA yazılımında lokal kümeleme yöntemlerinden Moran I'ya dayanan LISA yönteminden de yararlanılmıştır. Uygulamanın en son aşamasında, hastalıkların prevalans oranları ile Türkiye genelinde ve benzer koşullara sahip illerde tespit edilen hastalıkların görülme oranları karşılaştırılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda, Afyonkarahisar ilinde, ilçe bazında hastalıkların en yoğun görüldüğü yerleşimler, DM için Bolvadin, HT için Başmakçı, Şuhut, Emirdağ ve Sultandağ, HLD için Başmakçı, Sandıklı ve Emirdağ, HB için Dazkırı, İncehisar, Çay ve Emirdağ ve TRD için Dinar ve Şuhut ilçeleri tespit edilmiştir. Ayrıca kutu çizgileri analizi ile aykırı yerler tespit edilmiştir. DM vakalarının erkekte ve hem kadın hem erkekte görülme oranları için Bolvadin, HLD vakalarının kadınlarda görülme durumu için Merkez, HB vakalarının erkeklerde görülme durumu için, Dazkırı, Sinanpaşa, 19–40 yaş grubunda görülme durumu için Sinanpaşa, Çobanlar ve 41–64 yaş grubunda görülme durumu için Çay, İncehisar ve Dazkırı, TRD vakalarının kadınlarda, hem kadın hem erkekte, 19–40 yaş grubunda, 41–64 yaş grubu ve 65 ve üstü yaş grubunda Şuhut ve Dinar ilçeleri aykırı yerler olarak belirlenmiştir. HT vakalarında ise herhangi bir aykırılık tespit edilememiştir.

Global kümelenme analizleri sonucunda, sadece HLD vakalarının erkeklerde görülme durumu için bölgede düşük değerlerin kümelendiği istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Lokal kümelenme analizi ile HLD vakalarının görüldüğü 41–64 yaş grubunda Merkez, İhsaniye, İncehisar ve Çobanlar ilçelerinde düşük değerlerin kümelendiği istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Son olarak, erişkinlerde söz konusu hastalıkların görülme oranlarının Türkiye geneli ve benzer coğrafi koşullara sahip bölgelerle kıyaslandığında, HLD için Türkiye değerleri ile yaklaşık aynı değerde, DM için Türkiye ortalamasının üzerinde, 41 yaş ve üstü yaş grubu için HT'nin benzer bölgelerdeki değerlere çok yakın olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Belirli bir alanda istatistiksel olarak anlamlı bir küme tespit edilirse, epidemiyolojik araştırmalarda hedef bölge boyutlarının küçülmesi ile yapılan sağlık harcamaları

azaltılmış ve hastalığın yayılması açısından zaman kazanılmış olunur. Böyle bir kazancın sağlanabilmesi için CBS ve mekânsal istatistik temelli uygulamaların sağlık sektöründe bir bütünlük içerisinde kullanılabilmesi gerekir. Bu kapsamda tamamlanan bu çalışma, araştırma sahasında hastalıklara yönelik uygulanabilir sağlık politikalarının etkin bir biçimde kullanılabilmesi için önem taşımaktadır.

2008, 120

**Anahtar Kelimeler:** Mekânsal Otokorelasyon, CBS, Mekânsal İstatistik, Diyabetes Mellitus, Hipertansiyon, Hiperlipidemi, Anemi, Tiroid hastalıkları

## **ABSTRACT**

M. Sc. Thesis

### **HEALTH APPLICATIONS WITH GIS: AFYONKARAHISAR CASE**

Levent ÖZGÜR

**Afyon Kocatepe University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Supervisor:** Assis. Prof. Saffet ERDOĞAN

In this study, general information about the most common methods for clustering is given and the distribution of the Diabetes Mellitus Type 2 (DM), Hypertension (HT), Hyperlipidemia (HLD), Anemia (HB: low hemoglobin levels) and Thyroid diseases (TRD) in Afyonkarahisar province is analysed by using Geographical Information Systems and clustering focused statistical methods according to the results of health scanning.

The data used in application is achieved with the health scanning between July 2005 and July 2006 at 18 townships including central township and 57 towns, totally 75 scanning regions. ArcGIS 9.0 (License no: 37157307 27004) and GeoDA 0.95-i (free) softwares are used for data analysis. The noise due to the different population areas with different disease case quantities and small numeric faults is eliminated with Empirical Bayes Method so prevalence ratio of diseases is smoothed. The places where these diseases in this research are mostly observed in Afyonkarahisar are determined, outlier values are detected with applying box plots, and information about the trends in the region is gained with spatial moving average based spatial rate analyses.

Moran I and Getis-Ord General G methods are applied for determining the spatial general clustering of the diseases in the research area, while Local Moran I ve Getis-Ord  $G_i^*$  methods were used for local clustering analysis. Also Moran I based LISA

which is one of the local clustering methods in GeoDA software is used. In the last stage of the application, prevalence ratios of the diseases are compared with the ratio of Turkey and similar conditioned provinces.

According to the results of the analysis, the places are determined as townships where these diseases are most frequently observed, Bolvadin for DM, Başmakçı, Şuhut, Emirdağ and Sultandağ for HT, Başmakçı, Sandıklı and Emirdağ for HLD, Dazkırı, İscehisar, Çay and Emirdağ for HB, Dinar and Şuhut for TRD.

Outlier places are detected with box plots analysis. In DM cases, Bolvadin for observed at males and observed at both males and females, in HLD cases, Merkez for observed at females, in HB cases, Dazkırı and Sinanpaşa for observed at males, Sinanpaşa and Çobanlar for observed at 19–40 age group, Çay, İscehisar and Dazkırı for observed at 41–64 age group, in TRD cases, Şuhut and Dinar for observed at females, observed at both males and females, observed at 19–40 age group, observed at 41–64 age group and observed at over 65 age group are determined as outlier townships. There is no detected outlier township for HT cases.

According to the global clustering analyses, only HLD observed in men case is determined as statistically meaningful with low values clustered in the region. Local clustering with low values at Merkez, İhsaniye, İscehisar ve Çobanlar for HLD cases at 41–64 age group commented as statistically meaningful. When the prevalence rates of these diseases at the region are compared with general Turkey and regions with similar geographic conditions, for HLD cases the rate is approximately equal to the Turkey average rate, for DM cases the rate is over the Turkey average rate, and for HT cases observed at over 41 age group the rate is very close to the Turkey average rate.

If any meaningful clustering detected, the health expense will decrease and time will be gained in terms of propagation of the disease because of the decrement of target region dimensions with epidemiological researches. For this reason GIS and spatial statistic based applications must be used with an integrity in health sector. With this scope, completed study comes into prominence in terms of using the health policy efficiently in the region for these diseases.

2008, 120

**Keywords:** Spatial Autocorrelation, GIS, Spatial Statistics, Diabetes Mellitus, Hypertension, Hyperlipidemia, Anemia, Thyroid disease

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tez konumun belirlenmesinden tezin her aşamasına kadar verdiği destek, imkan ve sunduğu alternatif çözüm yolları ile birlikte araştırma ruhunu aşıl原因an tez danışman hocam öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Saffet ERDOĞAN'a, tezin biçiminde ve anlatım ifadelerinde gösterdiği katkılardan dolayı bölüm başkanı Yrd. Doç. Dr. Tamer BAYBURA ve Kocaeli Ün. İnş. Müh. Böl. Öğr. Gör. Dr. Mehmet ÖZGÜR'e, çalışmamın değişik aşamalarında tecrübelerinden yararlandığım değerli hocalarıma, sağlık konusu ile ilgili bölümlerde daha önce yapmış oldukları çalışmada elde ettikleri verilerin kullanılmasına olanak sağlayan, çalışma aşamalarında bilgilerinden faydalandığım ve desteğini esirgemeyen AKÜ Tıp Fakültesi Aile Hekimliği AD öğretim üyesi ve AKÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanı Yrd. Doç. Dr. Dilek TOPRAK'a, tez aşamasında verdiği destek ve yardımlardan dolayı arkadaşım Sevil ERTEM'e ve hayatımın her anında olduğu gibi tez aşaması esnasında da sevgisini ve desteğini esirgemeyen anneme teşekkür ederim.

Levent ÖZGÜR

## İÇİNDEKİLER

<b>ÖZET</b>	i
<b>ABSTRACT</b>	iv
<b>TEŞEKKÜR</b>	vii
<b>SİMGELER ve KISALTMALAR</b>	xi
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b>	xiii
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b>	xv
<b>1. GİRİŞ</b>	1
<b>2. CBS ve SAĞLIK ALANINDA KULLANIMI</b>	4
2.1 Dünyada ve Ülkemizde Sağlık Sektöründe Kullanılan Kümeleme Analizi ve CBS Uygulamaları	7
<b>3. KÜMELEME ANALİZİ</b>	19
3.1 Hastalıklar İçin Küme Kavramı	21
3.2 Zamana Göre Kümelenme Yöntemleri	24
3.2.1 Dat 'ın 0–1 Matris Testi	25
3.2.2 Ederer Myers-Mantel Test	26
3.2.3 Boş Hücreler Testi (Empty Cells Test)	26
3.2.4 Grimson Metodu	27
3.2.5 Larsen Metodu	27
3.2.6 Naus Tarama Testi	28
3.2.7 Tango C Kümelenme İndeksi	29
3.2.8 Levin-Kline Cusum Metodu	29
3.2.9 Metotların Karşılaştırılması	30
3.3 Mekâna Göre Kümeleme Yöntemleri	31
3.3.1 Global Testler	32
3.3.1.1 Grimson Yöntemi	32
3.3.1.2 Swartz'ın Entropy Yöntemi	32
3.3.1.3 Cuzick ve Edward Yöntemi	32



3.3.1.4 Global Moran I Yöntemi	33
3.3.1.5 Oden'in $I_{POP}$ Testi	36
3.3.1.6 Global Geary C Yöntemi	38
3.3.1.7 Genel G(d) İstatistiği	40
3.3.1.8 Besag ve Newell Testi	42
3.3.1.9 Ripley K fonksiyonu	42
3.3.2 Lokal Metotlar	43
3.3.2.1 Lokal Moran I	43
3.3.2.2 Lokal $G_i(d)$ ve $G_i^*(d)$ Testleri	46
3.3.2.3 Turnbull İstatistiği (Lokal Kümeler İçin)	48
3.3.2.4 Openshaw'un GAM Yöntemi	48
3.3.3 Odaklanmış Testler	48
3.3.3.1 Lawson ve Waller Skor Testi	48
3.3.3.2 Stone Yöntemi	49
3.3.3.3 Diggle Metodu	50
3.3.3.4 Bithell'in Lineer Risk Skor Testi	51
3.4 Mekân-Zaman Etkileşimlerine Göre Kümeleme Yöntemleri	51
3.4.1 Mantel Testi	52
3.4.2 Jacquez'in k-En Yakın Komşu Testi	53
3.4.3 Knox Testi	54
3.4.4 Kulldorff'un Mekân-Zaman İstatistiği	56
<b>4. UYGULAMA</b>	<b>58</b>
4.1 Kümeleme Metotlarının Sağlık Taraması Çalışması Kullanımındaki Metodolojisi	58
4.1.1 Yumuşatma (Smoothing) ve Önemi	58
4.1.1.1 Komşu Alanlardaki Verinin Yumuşatmaya Olan Etkisi ve Yumuşatmanın Uygulanması	59
4.1.2 Bayes Metodu	60
4.1.2.1 Ampirik Bayes Metodu	61
4.1.2.2 Ödünç Alma (Shrinkage) Faktörü	62
4.1.3 Kutu çizgileri	63

4.1.4 Mekânsal Oran Yumuşatıcısı (Spatial Rate Smoother)	64
4.1.5 Mekânsal Ağırlık Matrislerinin Oluşturulması İçin Kullanılan Metotlar	66
4.1.5.1 Bitişiklik ağırlıklar	66
4.1.5.2 Mesafe Ağırlıkları	67
4.2 Sağlık Taraması ile İlgili Analizler	67
<b>5. SONUÇ ve ÖNERİLER</b>	105
<b>6. KAYNAKLAR</b>	110
<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	120

## SİMGELER ve KISALTMALAR

### Simgeler

$C$	Global Geary test istatistiği
$d$	Mesafe
$(d)$	Yanılma miktarı
$E[G(d)]$	Genel G(d) test istatistiği beklenen değeri
$E(G_i^*)$	Getis-Ord $G_i^*$ test istatistiği beklenen değeri
$E(I)$	Moran I test istatistiği beklenen değeri
$E(I_i)$	Lokal Moran test istatistiği beklenen değeri
$E(I_{POP})$	Oden test istatistiği beklenen değeri
$G(d)$	Genel G(d) test istatistiği
$G_i^*(d)$	Getis-Ord $G_i^*$ test istatistiği
$H_A$	Alternatif hipotez
$H_0$	Yokluk hipotezi
$I$	Moran I test istatistiği
$I_i$	Lokal Moran test istatistiği
$I_{pop}$	Oden test istatistiği
$J_k$	Jacquez'in k-en yakın komşu testi
$k$	En yakın komşu sayısı
$N$	Bölge sayısı
$n_Z$	Z bölgesindeki gözlemlenen olgu sayısı
$r$	Standartlaştırılmış Mantel istatistiği
$s_{ij}$	Olgu $i$ ve $j$ arasındaki yer uzaklığı
$s_s$	Yer uzaklıklarının standart sapması
$s_t$	Zaman uzaklıklarının standart sapması
$S_w$	Naus tarama test istatistiği
$t_{ij}$	Olgu $i$ ve $j$ arasındaki zaman uzaklığı
$T_{Stone}$	Stone test istatistiği

$U$	Lawson ve Waller skor testi
$Var[G(d)]$	Genel G(d) test istatistiği varyans değeri
$Var(G_i^*)$	Getis-Ord $G_i^*$ test istatistiği varyans değeri
$Var(I)$	Moran I test istatistiği varyans değeri
$Var(I_i)$	Lokal Moran test istatistiği varyans değeri
$Var(I_{POP})$	Oden test istatistiği varyans değeri
$w_{ij}$	$i$ ve $j$ arasındaki bağlantının gúcünü gösteren ağırlık matrisi
$z$	Kritik değer
$X$	Knox test istatistiği
$\mu(Z)$	Z bölge silindiri içindeki beklenen olgu sayısı
$\mu(A)$	Tüm alandaki beklenen olgu sayısı
$\tilde{\xi}_i$	Yeni yumuşatılmış oran
$\tilde{C}$	Ödünç alma faktörü
$\overline{\pi}_i$	$i$ lokasyonu için düzeltilmiş oran

### **Kısaltmalar**

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DM	Diabetes Mellitus
GAM	Geographical Analysis Machine
GeoDA	Geographic Data Analysis
GIS	Geographical Information Systems
HB	Anemi, Hemoglobin düşüklüğü
HT	Hipertansiyon
LISA	Local Indicators of Spatial Association
HLD	Hiperlipidemi
TRD	Tiroid hastalıkları

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Kutu çizgisi genel görünümü	64
Şekil 4.2 Kale yönteminin gösterimi	66
Şekil 4.3 Vezir yönteminin gösterimi	67
Şekil 4.4 Afyonkarahisar iline bağlı ilçelerin idari sınırları	71
Şekil 4.5 ArcGIS ortamında mekânsal verilerle sözel verilerin ilişkilendirilmesi	72
Şekil 4.6 Kadınlarda tespit edilen TRD vaka sayısının ilçeler bazında sayısal dağılımı	72
Şekil 4.7 Kadınlarda tespit edilen TRD vakasının ilçe bazında oranlarla gösterimi	73
Şekil 4.8 ArcGIS 9.0’da yumuşatılmış değerlerin bulunması için Ampirik Bayes uygulaması	74
Şekil 4.9 Kadınlarda tespit edilen TRD vakasının yumuşatılmış oranlarla ilçe bazında gösterimi	75
Şekil 4.10 DM vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlar birlikte gösterimi	76
Şekil 4.11 DM vakalarının dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranla birlikte gösterimi	77
Şekil 4.12 HB vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi	78
Şekil 4.13 HB vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranla gösterilmesi	79
Şekil 4.14 HT vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi	80
Şekil 4.15 HT vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranla gösterilmesi	81
Şekil 4.16 HLD vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi	82
Şekil 4.17 HLD vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranlarla birlikte gösterilmesi	83
Şekil 4.18 TRD vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi	84
Şekil 4.19 TRD vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranlarla birlikte gösterilmesi	85
Şekil 4.20 Erkeklerde tespit edilen DM vakalarının kutu çizgisi yardımıyla gösterimi	86
Şekil 4.21 Erkeklerde tespit edilen DM vakaları dağılımının kutu çizgisi haritası ile gösterimi	86
Şekil 4.22 Kadınlarda tespit edilen TRD vakalarının mekânsal oran haritası	87
Şekil 4.23 ArcGIS’te istatistik hesaplamalar sonucunda bulunan değerlerin ifade ettiği anlamlar	89

Şekil 4.24 ArcGIS’te Getis-Ord General G yöntemi kullanarak yapılan analizlerden elde edilen sonuçların değerlerine göre anlamlılığı	90
Şekil 4.25 DM vakalarının kadınlarda görülme durumunun Lokal Moran I yöntemi kullanılarak elde edilmiş haritası	93
Şekil 4.26 ArcGIS’te Getis-Ord Gi* yöntemi ile sıcak veya soğuk noktaların tespiti	94
Şekil 4.27 Soğuk nokta olarak tespit edilen yerlerin ArcGIS ortamında görselleştirilmesi	95
Şekil 4.28 GeoDA programında LISA yönteminin uygulanması	96
Şekil 4.29 GeoDA programında elde edilen sonuçların anlamlılık haritası	98
Şekil 4.30 HT vakalarının hem kadın hem erkeklerde görülme durumunun (w=5) LISA yöntemi ile incelenmesi	99
Şekil 4.31 HT vakalarının hem kadın hem erkeklerde görülme durumunun (w=10) LISA yöntemi ile incelenmesi	99
Şekil 4.32 HLD vakalarının hem kadın hem erkekte görülme durumunun (w=5) LISA yöntemi ile incelenmesi	100
Şekil 4.33 HLD vakalarının hem kadın hem erkekte görülme durumunun (w=10) LISA yöntemi ile incelenmesi	100
Şekil 4.34 TRD vakalarının hem kadın hem erkekte görülme durumunun (w=5) LISA yöntemi ile incelenmesi	101

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Afyonkarahisar İl Nüfusunun İlçelere Göre Dağılımı ve Örneklemeye Alınacak Kişi Sayıları	70
Çizelge 4.2 DM vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması	76
Çizelge 4.3 HB vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması	78
Çizelge 4.4 HT vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması	80
Çizelge 4.5 HLD vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması	82
Çizelge 4.6 TRD vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması	84
Çizelge 4.7 ArcGIS'te analizler sonucu beş hastalığın tüm değişkenleri için elde edilen Moran I ve Genel G değerleri	91

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda gelişen teknolojiye paralel olarak mekâna ilişkin sorunların artması ve birikmesi teknoloji ve mekâna ait verileri birlikte kullanan ve eldeki mevcut sorunlara çabuk ve alternatif çözüm yolları gösteren sistemlere ihtiyaç duyulmasına yol açmıştır. Dünyada 1970'li yıllarda, ülkemizde ise 1990'lı yıllardan itibaren kullanılmaya başlanan ve sağladığı kolaylıklar ve avantajlar nedeniyle 2000'li yıllardan sonrada yaygınlığını arttıran bu sistemlerin en önemlisi Coğrafi Bilgi Sistem'leridir (CBS). İçinde bulunduğumuz 21. yüzyıl Bilgi Çağı olarak adlandırılmaktadır. Bu çağın sihirli formülü kuşkusuz bilgidir. Bilgiye sahip olmayı ve onu en iyi şekilde kullanmayı başarabilen toplumlar yeniçağın söz sahipleri olacaktır. Veri zengini fakat bilgi fakiri olan toplumlar ise bu çağda kendilerine yer bulmakta zorlanacaktır. Bu çağda yer almanın en önemli yollarından birisi de CBS'den geçmektedir. Coğrafi verinin bilgiye dönüştürülmesinde CBS çok önemli bir araçtır (Yıldırım ve Döker 2005).

CBS birçok sektörde kullanım alanına sahip olduğu için farklı disiplinlerde birçok tanımı olmakla birlikte en genel anlamıyla; yeryüzündeki coğrafi objelere ait mekânsal ve mekânsal olmayan verilerin toplanması, depolanması, analiz edilmesi ve analizler sonucunda kullanıcıya mevcut sorunlarla ilgili alternatif çözüm yolları gösteren veri, yazılım, donanım ve personel bileşenlerinden oluşan bir bilgi sistemidir. CBS, kullanıcılarına sunduğu imkân ve verdiği avantajlardan dolayı mekânsal sorun yaşayan, düzensiz ayrıca karmaşık verilere sahip olan ve CBS'yi çözüm yolu olarak gören birçok kurum, kuruluş ve özel sektör firmalarınca tercih edilmektedir. Reklamcılık, uzay, sanayi, tarım, mimari, haritacılık, bankacılık, kadastro, şehir planlaması, inşaat, kriminoloji, eğitim, acil servisler, mühendislik uygulamaları, çevre yönetimi, finans servisleri, sağlık uygulamaları, otellerin yönetimi, sigorta, istihbarat, toprak yönetimi, yerel yönetim, askeri ve savunma amaçlı uygulamalar, doğal kaynakların yönetimi, petrol, doğal gaz dağıtımı, yol planlama, vergi değerlendirme, telekomünikasyon, turizm, ulaşım, su ve atık suyun toplanmasının planlaması gibi uygulamalar CBS'nin kullanım alanlarına örnek gösterilebilir. Son yıllarda özellikle tıbbi konularda yapılan CBS uygulamalarında önemli bir artış gözlemlenmektedir. Çünkü epidemiyolojik amaçlı uygulamalarda sorgulama ve analizlere uygun bir sistem olan CBS, yalnız verilerin saklanıp analiz edilmesinde değil aynı zamanda etkin bir biçimde



sunulmasında da vazgeçilmez bir araçtır. CBS, büyük ve küçük ölçekli halk sağlığı programlarının günlük işlemlerini ve yönetsel çalışmalarını, planlama kapsamında verdiği katkılarla ve epidemiyolojik haritalar aracılığıyla sağladığı bütüncül algılama yeteneği ile desteklemektedir (Uluğtekin vd. 2007).

CBS'nin sağlık sektöründeki başlıca uygulamaları; hastalıkların coğrafi dağılımının haritalanması, hastalıkların görüldüğü yerlerin tespiti, hastalık görülme sıklığı, hastaların takibi ve sağlık hizmetlerine olan ihtiyacın coğrafi dağılıma göre açıklanması, risk altındaki popülasyonların haritalanması, risk faktörlerinin belirlenmesi, kaynak tahsis ve erişimi, zaman içindeki hastalık ve müdahalelerin gözlemlenmesi gibi çalışmalardır ( Durduran vd. 2007).

Sağlık uygulamalarında elde edilen sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıklarının irdelenmesi gerekir. Sağlık hizmetlerinde istatistiğin kullanım alanı üçe ayrılır. Bunlar; hizmet planlamasında kullanımı, araştırma çalışmalarında kullanımı ve hizmet göstergesi olarak kullanımıdır (Sümbüloğlu 1990). Bir araştırma yapıldığında etken ile hastalık arasında bir ilişki saptanırsa;

- Bu ilişki şans eseri bulunmuş olabilir.
- Sistematik bir hata (bias) yapılmış olabilir.
- Karıştırıcı faktörler kontrol edilememiş olabilir.
- İlişki vardır ama bu bir neden-sonuç ilişkisi olmayabilir (İnt. Kyn.1).

Bu maddelerden ikincisi hariç diğerleri doğrudan ya da dolaylı olarak CBS ve istatistikle ilgilidir. Uygulamada bu maddeleri saf dışı bırakabilmek için CBS'nin bünyesinde barındırdığı istatistiksel özelliklerden yararlanılacaktır. Sağlık alanında özellikle epidemiyolojik çalışmalarda kullanılan istatistiksel yöntemlerin başında kümeleme analizleri gelir. Genel anlamda küme, birbirine benzer gözlemlerin oluşturduğu topluluktur. Sağlık olaylarında kümeler mekân, zaman ya da hem mekân hem zaman içinde olgu sayılarında aşırılıklar olduğunda meydana gelir. Çalışmalarda genellikle kümelerdeki olguların ortak bir nedene sahip olduğu düşünülmektedir (Karabulut 2003). Eğer araştırılan bölgede kümelenme bulunursa, sağlık ekiplerinin bu bölgeye yönelmesi sağlanır. Bu çalışmada CBS'nin özelliklerinden yararlanarak 2005–

2006 yılları arasında taraması yapılan beş hastalığın (Şeker Hastalığı, Hipertansiyon, Tiroid, Hiperlipidemi ve Anemi) Afyonkarahisar ilinde, ilçeler bazında dağılımı istatistiksel analizler yardımıyla irdelenecektir. Hastalıkların dağılımı ve yoğunlaştıkları yerlerin belirlenmesi açısından bu çalışma önem taşımaktadır.

## 2. CBS ve SAĞLIK ALANINDA KULLANIMI

Günümüzde teknolojinin hızla gelişmesi insanların günlük hayatını olumlu yönde etkilemektedir. Teknolojinin bilgi sektöründe atmış olduğu en büyük adımlardan biri ise CBS'dir. CBS, Bilgi Sisteminin en önemli parçalarından biridir. Günlük yaşantımızın %80'inin coğrafi mekânla ilişkili oluştuğu düşünülürse, CBS'nin bizim için ne kadar önemli olduğunu anlayabiliriz (Yomralıoğlu 2002).

Teknolojik alandaki gelişmeler; endüstri toplumu yerine bilgi toplumu olma eğilimini hızla arttırırken, aynı zamanda coğrafya ve arazi bilgisi kavramının önemini de belirginleştirmiştir. Bilgisayar teknolojisi ve haritacılık biliminin alt dallarındaki gelişmeler (GPS, CBS, Uzaktan Algılama vd.) arazi hakkında sınırsız bilgi toplamayı olanaklı kılmıştır. Bilgisayar teknolojisi ve teknolojinin beraberinde getirdiği yeniliklerden yararlanılarak arazi ölçmesi ve harita üretimi yapan kurumlar ve sektörler ile diğer coğrafi bilgileri kaynak olarak kullanan kurum ve kuruluşların bir bilgi sistemi içerisinde birleştirilmesi ve bütünleştirilmesi gerekmektedir. Buna paralel olarak kullanıcının ihtiyaçlarını karşılamak üzere coğrafi bilginin toplanması, depolanması, işlenmesi ve sunulması işlevlerini yerine getiren bir sisteme ihtiyaç vardır. Bu sistemde CBS'dir.

Topografik bilgilerin coğrafi bilgiler içerisindeki payı dikkate alındığında, coğrafi bilgilerin dinamik bir yapıda olduğu söylenebilir. Bu nedenle yerleşim birimlerindeki sürekli değişen dinamik yapıyı kontrol altına alabilmek için dinamik bir planlama gereklidir. CBS, planlamada kullanılacak bilgiyi kısa sürede elde etme ve güncelleme yeteneğine sahiptir (Toker ve Demir 2003). CBS teknolojisi, sorgulama, istatistiksel analizler gibi klasik veritabanı işlemlerini görselleştirmekte ve haritalar tarafından sağlanan coğrafi analizlerle birleştirmektedir (Erdoğan vd. 2005). Bu özelliği ile CBS, diğer bilgi sistemlerinden ayrılmakta hatta bir adım öne çıkmaktadır.

Yeni teknolojiler, CBS'nin gelişmesine yol açarken diğer yandan da farklı disiplinlerde kullanılmasına yol açmıştır. Bunlara; coğrafya, jeodezi, kartoğrafya, fotogrametri, uzaktan algılama, matematik, istatistik, yönetim, inşaat mühendisliği, meteoroloji, kıyı coğrafyası, şehir bölge ve planlama, ormancılık, ölçme ve yer bilimleri örnek

gösterilebilir. Son zamanlarda salgın hastalık bilimi, arkeoloji, hukuk ve eğitim konuları ise yeni CBS kullanım alanları olarak ortaya çıkmıştır.

CBS'nin sağlık sektöründeki önemini kavrayabilmemiz için sağlık coğrafyasının tanımının ve sağlık-coğrafya arasındaki ilişkinin bilinmesi gerekir. Sağlık coğrafyası günümüzde giderek dikkat çeken ve gelişmekte olan bir çalışma alanıdır. Sağlık coğrafyası; insan ve doğal ortam etkileşimi sonucunda ortaya çıkan hastalıkların yeryüzündeki mekânsal dağılımlarını, ortaya çıkış nedenlerini ve etkiledikleri nüfus miktarı ile sağlık hizmetlerini ele alan sosyal coğrafya dalıdır.

Timör'e (1996) göre sağlık coğrafyası diğer adı ile tıbbi coğrafya, kendisine iki prensibi temel almıştır. Bunlardan birincisi ve daha önce gelişeni coğrafi epidemiyoloji (coğrafi patoloji ya da hastalık ekolojisi) olarak adlandırılır. İkincisi ise sağlık planlaması ve sağlık hizmetlerinin ayrılmasına mekânsal bir bakış açısıyla bakmaktır. Coğrafi epidemiyoloji, hastalığın coğrafi dağılımını, yayılma hızını ve görülme sıklığını inceler. Bir kısım hastalıklar doğal ortam koşullarından kaynaklanıp insanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Sudaki iyot eksikliğinden ve fazlalığından kaynaklanan guatr hastalığı, kanserojen ve radyoaktif madde yayan fabrika etraflarındaki bölgelerde sık görülen kanser hastalıkları, bataklıkların olduğu bölgede daha çok görülen sıtma hastalığı bunlara örnek olarak gösterilebilir.

Birçok hastalık ise toplumsal faktörlere bağlı olarak tamamen insan etkisiyle ortaya çıkmakta ya da gelişmektedir. İnsanların çeşitli faaliyetler sonucunda hava kirliliği, kötü ve dengesiz beslenme, normal bir insanın çalışmasına uygun olmayan yerlerde çalışılması veya bulunulması, hastalıkların ortaya çıkışında sebep olan beşeri faktörlerdendir. Buradan da anlaşılıyor ki sağlık coğrafyası hem beşeri coğrafya hem de fiziki coğrafya ile yakından ilişkilidir.

Özçağlar 2003 yılındaki eserinde sağlık coğrafyasını, sadece hastalıkları oluşturan fiziki ve beşeri faktörler ile bunların coğrafi dağılışı olarak görmemek gerektiğini sağlık hizmetlerinin coğrafi dağılışının ve sağlık planlamasının da sağlık coğrafyasının konusu olduğunu belirtmiştir. Bu planlama sayesinde sağlık malzemeleri ilgili kurumlar tarafından ihtiyacı olan bölgelere öncelik tanınarak dağıtılabilecek, sağlık ekiplerinin ülkedeki dağılımı daha adaletli ve düzenli bir şekilde gerçekleşmiş olacak, sağlık ocağı,

dispanser, hastane gibi sağlık amaçlı yapılmış veya yapılacak olan yapıların yerlerinin planlanması da daha doğru bir şekilde gerçektecektir. Böylelikle topluma daha yüksek bir yaşam kalitesi verilmiş olacaktır.

Mc Lafferty'a (2003) göre sağlık coğrafyası adı altında CBS teknolojisi kullanılarak;

- Sağlık hizmetlerine olan ihtiyaçlar belirlenebilir,
- Sağlık hizmetlerinin ulaşabilirliği ve yürütülmesindeki eşitsizlikler irdelenebilir,
- Sağlık hizmetlerinin planlanması ve değerlendirilmesi etkili bir şekilde gerçekteşebilir,
- Hastalıkların grldği yerler ve görülme sıklığı izlenip hastaların takibi hızlı ve güvenilir bir şekilde gerçekteşebilir,
- Tüm bu gerçekteştirilen hizmetlerin ve sonuçların, haritalar ve grafikler kullanarak grselleştirilmesiyle elde edilen bilginin, etkin bir şekilde sunumu ve paylaşımı gerçekteşebilir (Ergün ve Saraç 2006).

Sağlık alanındaki epidemiyolojik çalışmalarda CBS kadar küme kavramı da araştırmaların önemli bir parçasını oluşturur. Küme, birbirine benzer olayların oluşturduğu topluluktur. Kümeleme ise gruplandırılmamış verileri benzerliklerine göre sınıflandırarak araştırıcıya zet bilgi sunmak olarak tanımlanabilir. Bir başka ifade ile  $n$  sayıdaki değişkenin kendi içinde aynı fakat kendi aralarında birbirlerinden farklı olacak şekilde gruplandırılmasıdır (Kknder vd. 2004). Literatürde kümeleme analizini açıklayan birçok tanım bulunmaktadır. Bu tanımlarda ortak nokta olarak, her kümenin temsil ettiği nesnelere en iyi şekilde ifade etmesi esası gösterilebilir.

Kümeleme analizi, ölçülen objelerin birbirlerine benzerliklerine göre sınıflamayı sağlayan bir tekniktir (Yaylalı vd. 2005). Kümeleme analizinin kullanıldığı sayısız uygulama alanı bulunmaktadır. Bunlardan başlıcaları; veri analizi, resim tanıma, pazarlama, veri madenciliği, doküman toplama, istatistik araştırmaları, makine öğrenimi, şehir planlama, coğrafı analizler, mekânsal veri tabanı uygulamaları, internet uygulamaları, müşteri ilişkileri yönetimi, sağlık ve biyoloji alanında yapılan çalışmalardır (Demiralay ve amurcu 2005).

Sağlık konusunda kümelerin mekân, zaman ya da hem mekân hem de zamanla birlikte olgu sayılarında aşırılık görülür (Karabulut 2003). Bu yüzden kümeleme çalışmalarındaki veriler hastalığın görüldüğü coğrafi mekâna göre, hastalığın görüldüğü zaman periyoduna göre, ya da hem coğrafi mekân hem de zaman periyodu ile birlikte ele alınarak incelenir. Hangi yöntemin kullanılacağı araştırmacının isteğinden ziyade hastalığın çeşidine göre değişmektedir. Bir bölgede hastalıkla ilgili kümelenme olduğu tespit edilirse, sağlık bütçeleri de yerinde kullanılmış olur. Ayrıca hastalıkla ilgili yeni hipotezler üretilebilir ve hastalığın önüne geçebilmek için yeni arayışlara gidilebilir.

Hastalıklarda, sağlık personellerinin ya da ilgili kurumların doğru, hızlı ve önleyici tedbirleri zamanında alabilmesi insan sağlığı açısından büyük önem taşır. Bu durumlarda CBS aranılan bir çözümdür.

## **2.1 Dünyada ve Ülkemizde Sağlık Sektöründe Kullanılan Kümeleme Analizi ve CBS Uygulamaları**

CBS ile yürütülen sağlık çalışmalarını iki bölümde incelemek mümkündür. Bunlardan ilki epidemiyoloji diğeri ise sağlık planlaması ile ilgili olan çalışmalardır. CBS ile epidemiyoloji alanda yapılan çalışmalar hastalıkların kümelenmesinde kullanılan yöntemlere dayanır. Günümüzde kümeleme analizi yapan birçok ticari yazılım mevcuttur (SatScan, GeoDa, CrimeStat vb.). Bu yazılımların hepsinin ortak amacı kümelenmeyi tespit etmek ve yerini bulmaktır. Kümelenme ve yerini tespit etmek için kullanılan yöntemler tüm yazılımlarda aynı olmamakla beraber, bu yöntemlerin birbirlerine göre avantaj veya dezavantajları vardır. CBS, epidemiyolojik çalışmalarda kümeleme amaçlı kendi bünyesinde bulunan yöntemleri kullanır ve eğer karar verici tarafından gerekli görülürse yukarıda bahsedilen diğeri yazılımlarla elde edilmiş sonuçlar da CBS ile ilişkilendirilebilir. CBS'nin diğeri yazılımlara göre tercih edilmesinin esas sebeplerinden biri de budur. Bir başka sebep ise sonuçları zengin gösterimlerle ifade edebilme yeteneğidir. Bu bölümde dünya çapında sağlık alanında kümeleme analizi kullanılarak yapılan epidemiyolojik amaçlı çalışmalardan bir kısmına yer verilecektir.

Turnbull ve arkadaşları 1990 yılında New York şehri dışındaki yerlerde kanser olgularının dağılımını gösteren bir çalışma yapmışlar ve bu çalışmayı küme tespit değişim metodu olarak adlandırmışlardır. Çalışmalarında R'nin (daha önceden tanımlanmış popülasyon büyüklüğü) boyutu değiştirilerek bunun analize olan etkisine bakılmış ve daha sonra sonuçlar çok yönlü ilişki için ayarlanmıştır. Sonuç olarak çalışma yapılan bölgede anlamlı bir küme tespit edilememiştir.

Diggle 1990 yılında İngiltere'nin Lancashire sanayi şehrinde bulunan endüstriyel çöp fırınının yakınında gırtlak kanserinin mekânsal dağılımını incelemiş ve akciğer kanserinin alan içerisindeki dağılımı ile karşılaştırmıştır. Diggle ve Rowlingson 1994 yılında Lancashire çalışmasına ilaveten İngiltere'nin Derbyshire şehrinde üç sanayi tesisi içeren bir bölgede çocukluk dönemi görülen astım hastalığını incelemişlerdir. Sonuç olarak bu üç bölgenin ikisinde kansere sebep olan bir etken bulunamamış, diğerinde kanserle ilişkili tutarlı bir belirti bulunmuştur.

L.A. Waller ve B.W. Turnbull 1993 yılında Upstate New York'ta tehlikeli atık bölgesini şüphelenilen kaynak noktası olarak düşünerek, 1978–1982 yılları arasında bölgedeki lösemi insidansının (belirli bir nüfusta, belirli bir zamandaki yeni olguların sayısı), bu kaynak etrafında kümelenmesini Lawson-Waller yöntemiyle incelemişlerdir. Lawson-Waller yönteminde, blok grup ve sayım bölgeleri kullanıldığında birbirine yakın p değerleri elde edildiği belirtilmiştir. Sonuç olarak çalışma bölgesinin bölünmesiyle ilgili seçimin, mekânsal yapıyı inceleyerek elde edilen sonuçlar üzerine önemli etkisi olduğu belirtilmiştir.

L.A. Waller ve arkadaşları 1995 yılında, 1980–1990 yıllarına ait verilerle İsveç'te 0–15 yaş grubundaki çocuklarda görülen akut lenfoblastik lösemi olgularının dört nükleer tesis etrafındaki kümelenmesini, Lawson-Waller skor testi ile incelemişler ve nükleer tesisler etrafında kümelenmeyi kayda değer bulmamışlardır.

Gilman ve arkadaşları 1999 yılında İngiltere'de Knox metodunu kullanarak akut lenfoma hastalığının dağılımını belirlemişlerdir. Gilman ve arkadaşları, özellikle 1984–1988 yıllarına ait verilerde sadece 0–14 yaşları arasındaki çocuklarda mekân-zaman kümelenmesinin olduğunu tespit etmişlerdir.

Machado-Coelho ve arkadaşları, 1999 yılında Knox testini kullanarak Brezilya'da Amerikan kutanöz leishmaniasis (tatarcık sineklerinin ısırmasından bulaşan parazit hastalıklarından biri) üzerinde bir çalışma yapmışlar ve sonuç olarak bu çalışmada olgular içerisinde mekân-zaman bakımından anlamlı bir yapı bulmuşlardır.

Doher ve arkadaşları 2002 yılında deli dana hastalığıyla ilgili olguların mekânsal kümelenmesini analiz etmek için, mekânsal tarama istatistiğini kullanmışlar ve deli dana hastalığı olguları içerisinde anlamlı bir kümelenme bulamamışlardır.

Fostage ve arkadaşları, 2002 yılında Kaliforniya'da insanda görülen bruselloz hastalığının,  $I_{POP}$  istatistiğini kullanarak, mekânsal kümelenmesini araştırmış ve bruselloz olgularının çeşitli zaman periyotları ve çeşitli popülasyonlar içerisinde mekânsal kümelenmesini anlamlı bulmuşlardır.

Sağlık uygulamalarında son zamanlarda küme kavramının, CBS ile birlikte epidemiyolojik çalışmalarda kullanılması ile ilgili dünyada birçok çalışma vardır. Bu çalışmaların bir kısmı aşağıda özetlenmiştir.

Zenilman ve arkadaşları, 2002 yılında North Carolina'da bulunan bir askeri üstte, bel soğukluğu ve klamidya hastalığının coğrafi epidemiyolojisi ile ilgili bir çalışma yapmışlar ve bölgede bel soğukluğu oranını %7.4, klamidya oranını ise %15.6 tespit etmişlerdir.

Samuelsson ve Löfman, 2004 yılında İsveç'in güneydoğusunda çocuklarda ve gençlerde görülen tip 1 diyabet hastalığının haritalanması için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada İsveç'in güneydoğu bölgesinde tip 1 diyabet hastalığını için mekân-zaman kümelenmesi olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışma, İsveç'in güneydoğu bölgesinde bulunan 5 ilçe, 49 belediye ve 525 mahalleyi kapsamış ve toplam 7 klinikte 1144 veri ile çalışılmıştır. Kişiyeye ait doğum tarihi, cinsiyet, ikamet adresi (tanı konulduğu an), tanı günü gibi bilgiler, kliniklerde diyabet ekibinde bulunan hemşire ya da doktorlar yardımıyla tutulan kayıtlarından özetlenmiştir. Mekânsal verilerin analizi için ArcGIS 8.1 yazılımı kullanılmıştır. Geoistatistik analizlerinde insidans oranının mekânsal dağılımını oluşturabilmek için "basit kriging" yöntemi kullanılmış ve farklı insidans oranları  $\chi^2$  formülü kullanılarak test edilmiştir. Sonuç olarak ilçelerde insidans oranı



içerisinde anlamlı coğrafi dağılım bulunamamış bununla beraber belediyeler arasında anlamlı sonuçlar bulunmuştur.

Zhong ve arkadaşları 2005 yılında Çin’de CBS’den yararlanarak Hepatit B hastalığının mekânsal epidemiyolojisi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada kullanılan veri, 1994–1998 yılları arasında Hepatit B hastalığının ilçe düzeyinde ve 1999–2001 yılları arasında taşra düzeyindeki dağılımı için kullanılmıştır. Mekânsal epidemiyolojiyi uygulamak için elde edilmiş veri, ilçe düzeyinde Hepatit B olayına ilişkin yeni vakalar, ilçe düzeyindeki yaş gruplarının sayımı ve tüm ülkeyi kapsayan Hepatit B taraması şeklinde üç gruba ayrılmıştır. İlk önce Hepatit B’nin standartlaştırılmış ölüm oranı hesaplanmış daha sonra geoistatistiksel teknikler içeren ESDA, Kriging ve izleme analizleri teknikleri ile standartlaştırılmış ölüm oranı haritası yapılmıştır. Hastalığa ait verilerin görselleştirilmesi ve ön sıcak nokta tekniği için 1994 yılında Çin’de Hepatit B’nin hasta verilerinin TIN ile (düzensiz üçgen ağı) görselleştirmesi gerçekleştirilmiştir. Verilerin görselleştirilmesinden sonra Kriging methodu kullanılarak, Hepatit B sonuçlarının, standartlaştırılmış ölüm oranı haritalanması ve son olarak izleme analizleri kullanarak, hastalık verilerinin mekân-zaman analizi gerçekleştirilmiştir.

Hagdoost ve arkadaşları, 2006 yılında İran içinde yerel bir bölgede CBS’den yararlanarak Brusella hastalığının mekânsal dağılımı ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın amacı, insan ve hayvan arasındaki Brusella hastalığı bağlantısını, CBS ve istatistiksel metotlar kullanarak araştırmak ve İran’ın merkezinde yer alan Kerman ilinin yerel Bardsir beldesindeki köylerde, hastalık ile temel ekolojik çalışmalar arasında bağlantı kurmak olduğu belirtilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda insanda görülen Brusella hastalığının yıllık insidansının 0.0001416 olduğu ve en riskli köylerin Bardsir beldesinin kuzey ve güneyinde bulunan köyler olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca Brusella hastalığının sıklığı ile sığırların yoğunluğu arasında pozitif bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Brooker ve arkadaşları 2006 yılında Afganistan’da büyük sorun teşkil eden Plasmodium vivax’ın (sıtmaya neden olan parazit) epidemiyolojisini incelemişlerdir. Afganistan ve Doğu Akdeniz bölgesinde tahminen 64 milyon insanın Plasmodium vivax’tan dolayı risk altında olduğu ve bu insanların %25’inin Afganistan’da bulunduğu belirtilmiştir.

Çalışmada köy sayısı 333 olarak ve köylerin dağılımı, her bir bölgedeki popülasyonla orantılı olacak şekilde seçilmiştir. Eldeki mevcut veriler daha önce mevcut olan sıtma hastalığına ait (2000–2003) verilerle bir araya getirilmiştir. Çalışmada çevresel değişkenler ile hastalığın taşınması olasılığı arasındaki ilişkiyi inceleyebilmek için lojistik regresyon analizi kullanılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada, *P.vivax* prevalansın (belirli bir nüfusta, belirli bir zaman dilimi içerisinde, çalışma kapsamında yer alan, belirli bir hastalık veya hastalıklara sahip kişilerin oranı) en yüksek olduğu yerler ülkenin kuzeyinde yer alan Foryab vilayeti ve güneydoğusunda yer alan Nangarhar ve Kunar vilayetleri olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yüksekliğin 2000 m’den fazla olduğu zaman, olası sıcaklık değişiminden dolayı hastalığın yayılmadığı ve prevalansın akarsu vadilerine yakın olan yerlerde en büyük olduğu bununla birlikte köylerin nehirlerden 10 km’den fazla uzak bulunduğu yerlerde yayılma görülmediği bulunmuştur.

Ward ve arkadaşları, 2006 yılında Kuş Gribi Virüsü olan H5N1’in CBS ve mekânsal analizler kullanarak, 2005–2006 yılları arasındaki gelişmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Salgının ilk olarak Kasım ve Aralık aylarında Romanya’nın doğusunda bulunan Danube ırmağının delta kısmında meydana çıktığı ve Romanya’nın güney ile doğu kısmında bulunan köylerin Şubat ve Mart ayı boyunca salgından etkilendiği belirtilmiştir. İlk salgın vakasının 2005 yılının Ocak ayının başında, son vakanın ise 2006 yılının Haziran başında tespit edildiği bildirilmiştir. Çalışmada kullanılan veriler, H5N1 virüsünün salgın içerisindeki konumu ve salgınların mekânsal-zamansal dağılımı, ArcGIS 9.0 mekânsal istatistiksel araçlarında bulunan Moran’ın otokorelasyon istatistiği ile nitelendirilmiştir. Çalışmada yüksek dereceli patojenik kuş gribi salgınlarının Romanya’da 2005–2006 süreleri içerisinde oluşan lokal kümeleri ise LISA istatistikle ifade edilmeye çalışılmıştır. Sonuç olarak ArcGIS kullanarak H5N1 virüslü yüksek dereceli kuş gribi salgınlarının Ocak 2005-Haziran 2006 yılları arasındaki dağılımını gösteren bir harita yapılmış ve bu haritada üç epidemik evre gösterilmiştir. Bu evrelerde zaman kısmı üç şekilde bölünmüş ve böylece hangi zaman diliminde hangi bölgelerde hastalığın daha sık görüldüğü tespit edilmiştir.

Örneklerden de anlaşılacağı üzere yurtdışında yapılan çalışmalarda, üzerinde durulan hastalığın çeşidine göre kümeleme yöntemi seçilmektedir.

CBS teknolojisinden yararlanmadan epidemiyoloji adı altında hastalıkların kümelenmesi ile ilgili, yurdumuzda yapılan çalışmalar parmakla gösterilecek kadar azdır. Bunların en önemlilerinden kısaca bahsedilecektir.

Özdamar, 2000 yılında “Hastalıkların Mekân, Zaman ve Mekân-Zaman’da Kümelenmelerinin Belirlenmesinde Yararlanılan Yöntemler” adlı çalışmasında, bir bölgede gözlenen hastalık, ölüm gibi sağlık oluşumlarının; gözleme yerinin ve zamanının değişik özelliklerinden farklı biçimlerde etkilendiğini ve bu etkilenme biçimlerini ortaya koymak için sağlık olaylarının mekânsal, zamansal ve mekânsal-zamansal kümelenme yaklaşımları ile analiz edilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu analiz yöntemlerinin ise genelde:

- a) Olgular arası ya da yerleşim yerleri arası uzaklıklara dayalı (distance-based) yöntemler,
- b) Tablo hücre frekanslarına dayalı (cell counts-based) yöntemler (Oluşturulan özel çapraz tablolardaki hücre frekanslarının ilişkileri)
- c) Mekânsal Regresyon yöntemleri olmak üzere üç ana grupta toplanabileceğini vurgulanmıştır.

Bu çalışmada belli bir genişlikteki bir bölgede belli bir zaman periyodunda gözlenen hastalık olgularının mekân, zaman ve mekân-zaman kümelenmelerini ortaya çıkaran yöntemler açıklanmıştır. Bunların arasından güçlü oldukları ileri sürülen yöntemler, türetilen verilere uygulanarak karşılaştırılmıştır. Ayrıca araştırmacı makalenin tartışma kısmında ele alınan yöntemlerin ülkemizde uygulanması bakımından önemli zorluklarının bulunduğunu ve yöntemlerin uygulanması için hastalık olgularının koordinatlarının bilinmesi gerektiğini işaret etmiştir. CBS’nin etkin ve yaygın olarak işlenmesi halinde en önemli zorluğun ortadan kalkacağı araştırmacı tarafından vurgulanmıştır.

Diğer önemli çalışma ise Karabulut’un 2003 yılında, hastalıkların mekân ve zamana göre kümelenmesinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması ile ilgili yapmış olduğu çalışmadır. Bu çalışmada, hastalıkların mekâna göre kümelenip kümelenmediğini belirlemede kullanılan Grimson, Besag-Newell, Kulldorff’un mekânsal tarama ve Lawson-Waller skor yöntemleri tanıtılmıştır. Yapılan uygulama ile yöntemlere ilişkin

elde edilen bulgular karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Uygulama verisi, Hacettepe Üniversitesi Onkoloji Hastanesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalında nazofarinks (burnun arka kısmı ile yutağın komşuluk yaptığı bölge, İnt.Kyn.9) kanseri tanısı ile tedavi gören 248 hastadan elde edilmiştir. Çalışmada hastalığın mekâna göre genel kümelenmesi Grimson yöntemi ile önemsiz bulunmuştur. Lokal kümeleme yöntemlerinin uygulanması sonucunda, yöntemlere göre farklı bölgelerde olmakla birlikte, lokal hastalık kümelenmeleri önemli bulunmuştur. Kulldorff tarama testi kullanıldığında seçilen farklı tarama penceresi büyüklükleri için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bunun nedeninin tarama penceresinin büyüklüğü arttıkça yöntemin büyük kümelere duyarlı olması ile açıklanmıştır. Bir risk odağı çevresinde hastalık kümelenmesini incelemek için, önceden belirlenmiş bir odak olmamasına karşın, Ankara-Çankaya'nın koordinatları odak olarak varsayıp Lawson-Waller skor testi ile inceleme yapıldığında, bu odak çevresinde kümelenme önemli bulunmuştur.

CBS ile yürütülen sağlık çalışmalarının ikinci bölümü ise hastalık dağılımlarının bulunarak, geleceğe yönelik sağlık altyapısının kurulmasıdır. Konuyla ilgili ülkemizde yapılan başlıca çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Barut, 2005 yılında CBS'nin, İzmir'de istatistik amaçlı kurumsal olarak kullanımı ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada MapInfo yazılımı altında çalışan MapBasic uygulaması yazılmış ve seçilmiş olan İzmir pilot bölgesi için elde edilmiş istatistik veriler kullanılarak demografik, eğitim ve sağlık menüleri geliştirilmiştir. Bu menüler aracılığıyla yazılıma sorgulamalar yaptırılmış ve sorgulama sonuçları tematik haritalarla sunulmuştur.

Günay ve arkadaşları, 2006 yılında Samsun'da sağlık coğrafyasında CBS'nin kullanımı ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada CBS ile sağlık ocaklarının hizmet bölgelerinin özellikleri görsel hale dönüştürülmüştür. Sağlık ocaklarının hizmet bölgelerindeki nüfus ve hizmet verilen grupların dağılımı, yıllar itibariyle gösterdiği değişimler ve sağlık ocaklarının personel dağılımları belirlenmiş, sağlık ocaklarının donanımları da görsel olarak ifade edilmiştir. Sonuç olarak sağlık planlaması ve sağlık hizmetlerinin ayrılmasına mekânsal bir bakış açısıyla yaklaşmış ve örnek haritalar verilmiştir.

Çolak ve arkadaşları, 2006 yılında Trabzon kenti için Coğrafi Bilgi Sistem Tabanlı Sağlık Bilgi Sistemi Uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Bu çalışmada kent bazı bütüncül yaklaşımlarla sağlık hizmetleri yönetim planlamasına katkıda bulunmak amaçlanmıştır. Yapılan çalışmada, Trabzon kenti için yollar, mahalleler, bina ve nüfus dağılımı gibi kent dokusunu temsil eden mekânsal veri katmanları sayısal hale getirilerek, ArcGIS yazılımı ile CBS çalışma ortamında akıllı haritalara dönüştürülmüştür. Sağlık hizmetlerine yönelik çözüm sunmak amacıyla da, sağlık ocakları, hastaneler, dispanserler, poliklinikler, 112 sağlık merkezleri, özel muayenehaneler, eczane ve medikal vb. sağlık hizmeti sunan birimlerin, yerleri, kullanım şekilleri, ambulans durumları, personel durumları ve yatak kapasiteleri gibi bilgileri Trabzon kenti için kurulan CBS ile bütünleştirilmiştir.

Durduran ve arkadaşları, 2006 yılında CBS yardımıyla sağlık ocaklarının tespiti, izlenmesi ve planlama açısından önemini vurgulamak açısından Konya ili için bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Konya ili sınırlarında tesis edilmiş olan sağlık ocaklarına ait mekânsal ve öznitelik bilgileri toplanarak, sayısal bir altlık üzerinde ilişkilendirilmiş, sorgulama ve analizler yardımıyla da kullanıcı durumunda olan yöneticilere, sağlık elamanlarına, doğru, güncel ve hızlı bilgiler sunulmaya çalışılmıştır.

Gümüş ve arkadaşları, 2006 yılında İzmir ilinde 112 Ambulans istasyonlarının dağılışı ve CBS yöntemiyle hizmet alanlarının sorgulanması ile ilgili bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmada istasyonların yer seçiminin, etki alanlarına göre doğruluğunun sorgulanması ve yetersiz durumlarda gerekli yeni istasyonların mekânlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak 112 ambulans istasyonlarının dağılışının kent ölçeğinde düzensiz olduğu ve tek bir istasyonun sorumluluk alanında kalan sahalarda ambulansın görevde olması durumunda olaya zamanında müdahale edilemeyeceği belirtilmiştir.

Ülkemizde CBS ile birlikte yapılan epidemiyolojik anlamda sağlık çalışmaları, 2000 yılında artış göstermiş ama daha çok üniversitelerin araştırma konuları olmaktan öteye gidememiştir. CBS ile birlikte yürütülen epidemiyolojik çalışmalara ülkemizden örnek olarak aşağıdakiler verilebilir.

Durduran ve arkadaşlarının 2004 yılında yapmış olduğu, “CBS Yardımıyla Konya İli için Fenilketonüri Hastalığının İzlenmesi” çalışması ülkemizde yapılan CBS ile birlikte yürütülen epidemiyolojik çalışmalardan biridir. Bu çalışmada hastalığın tespitinde araştırma bölgesi olarak Konya Merkez ili ve ilçeleri seçilmiştir. Çalışma bölgesinde fenilketonüri hastalarının adı, soyadı, ev adresi, ilçesi, yaşı, bağlı bulunduğu sağlık ocağı vb. bilgilerinin de olduğu hastalık bilgileri kullanılarak, sistem içerisinde yapılan sorgulama ve analizler neticesinde, CBS yardımıyla fenilketonüri hastalığının haritası oluşturulmuştur. Sonuç olarak bu çalışmada fenilketonüri hastalığının CBS ile tespiti, önlenmesi, tedavi amacıyla yapılan çalışmalarda sahalardan elde edilen verilerin sayısal altlıkla ilişkilendirilmesi sonucunda hastalığın konumu, nedeni ve daha çok nerelerde görüldüğüne dair bilgiler sorgulama ve analizlerle elde edilmeye çalışılmıştır.

Durduran ve arkadaşları, 2005 yılında Konya ilinde diyaliz hastalarının CBS yardımıyla izlenmesi ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Konya merkez ve ilçelerinde tespit edilen diyaliz hastalarının, CBS yardımıyla mekânsal bir altlıkla ilişkilendirilerek izlenmesi, tedavi amacıyla gittikleri diyaliz merkezlerinin yerlerinin tespiti ve diyaliz hastalarının en çok hangi bölgelerden hangi sebeplerle geldiklerine dair bilgiler edinilmesi amaçlanmıştır. Çalışma bölgesi olarak Konya merkezi seçilmiş ve çalışma bölgesinin genel sayısal görüntüsü ArcView 3.3 ortamında oluşturulmuştur. Sonuç olarak Konya merkezde kullanılan cihaz sayısının hasta sayısı ile orantılı olduğu tespit edilmiştir.

Çolak ve Yomralıoğlu, 2005 yılında Trabzon ilinin kanser haritalarının, CBS ile istatistiksel olarak üretilmesi amaçlı bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada, Trabzon ilinde görülen kanser vakalarının coğrafi olarak dağılımlarını ve yerleşim alanlarındaki kanser yoğunluklarını gösteren istatistiksel kanser haritaları üretilmiştir. Trabzon İli Kanser Yoğunluk Haritası, her bir yerleşim birimi için hesaplanan insidans büyüklüklerine göre oluşturulmuştur. Trabzon ili 2004 yılı kanser haritasının oluşturulması esnasında kullanılan kanser verilerinin, kanser türü ve cinsiyete göre dağılımı yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda erkeklerde en fazla akciğer kanseri, bayanlarda ise meme kanseri görüldüğü tespit edilmiş ve arazi yüksekliğinin, kanser türleri üzerindeki etkisinin, Pearson Ki-Kare testi sonucuna göre istatistiksel açıdan önemli olduğu belirtilmiştir.

Baysal, 2006 yılında İzmir ilinde dizanteri hastalığının, CBS tabanlı risk analizi uygulamasını yapmıştır. Bu çalışmada İzmir İl Sağlık Müdürlüğü'nden elde edilen 10 yıllık dizanteri verileri, öncelikle MapInfo Professional 7.5 yazılımında veritabanına kaydedilmiş ve 1994-2003 yılları arasındaki amipli dizanteri verilerindeki değişimi gözlemlemek amacıyla 3 yıllık periyotlarda karşılaştırmalar yapılmıştır. Sonuç olarak, tıbbi hizmetlerin öncelikle ulaştırılması gereken ilçeler tespit edilmiş, bu ilçelerde tıbbi çalışmalarının yanında, artışa neden olan çevresel etmenlerin de analiz edilmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir.

Özkan ve Güngör, 2006 yılında Konya ilinde CBS yardımıyla kanser haritalarının oluşturulması ile ilgili bir çalışma yapmışlardır. Görülen kanser türlerini ve hastalığın oluşmasına etki eden faktörlerin neler olduğunu tespit amacı ile CBS'den faydalanarak Konya ili ve ilçelerinde incelemeler yapılmıştır. Kanser haritalarını üretmek amacıyla sayısal veri tabanları oluşturulmuş, sözel verilerle ilişkilendirilip sonuçlar ortaya konulmuştur. Sonuç olarak, kanser vakalarının görüldüğü yerler, görülme sıklığı, hangi türün daha çok nerelerde görüldüğüne ve sebeplerine ilişkin bilgiler, analizler yapılarak elde edilmiş ve sindirim sistemi kanserlerinin, ilde ilk sırada olduğu ve çoğunlukla Selçuklu ilçesinde görüldüğü tespit edilmiştir.

Tekşen ve Arık, 2006 yılında CBS yöntemi ile kuş gribine karşı güvenli tavuk çiftliği alanlarının oluşturulması için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar bu çalışmada, Türkiye'de görülen kuş gribi vakalarının harita üzerinde gösterilmesi, yeni oluşabilecek hastalıkların CBS yardımı ile kontrolünün sağlanması ve güvenli tavuk üretim çiftliklerinin oluşturulmasını amaçlamıştır. Türkiye'deki güvenli tavuk çiftliği alanların haritası oluşturulmuş ve kuş gribi hastalığının tespiti amacıyla; Türkiye'de görülen kuş gribi vakalarının harita üzerinde gösterilmesi, yeni oluşabilecek hastalıkların CBS yardımı ile kontrolünün sağlanması için her il için kuş gribi, sulak alan ve kuş göç yollarının veri tabanları oluşturulmuştur. Sonuç olarak bu araştırmanın, kuş gribi hastalığının CBS ile tespiti, önlenmesi, izlenmesi, ilişkilendirilmesi sonucunda hastalığın konumu, görülme sıklığı, görüldüğü yerler, nedeni ve sebepleri hakkında kullanıcılara yardımcı olacağı düşünülmüştür.

Özatan ve Durduran, 2006 yılında CBS'den yararlanılarak Konya ilinde obezite hastalarının dağılımı ve obezite haritasının oluşturulması için çalışma yapmıştır. Bu çalışmada, obezite hastalarına ait kimlik, adres ve hastalık bilgilerinden yararlanılarak, yaşadığı mekân, çevre, ekonomik durum ve genel sağlık gibi kıstaslar göz önüne alınarak, toplanan veriler sayısal bir harita üzerinde ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkilendirme sonucunda, hastaların yaşam ve çevre koşulları, obezite hastalık tipleri gibi konularda CBS'nin sorgulama ve analiz işlemlerinden yararlanarak, Konya merkezine ait örnek bir obezite haritasının üretileceği belirtilmiştir.

Uluğtekin ve arkadaşları, 2007 yılında Gaziosmanpaşa ilçesinde kızamık vakaları dağılımının tespiti için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın temel amacı, çalışma bölgesinde görülen kızamık olgularının özelliklerini ve dağılımını belirleyerek, hastalık ve hastalığının yayılımı ile ilgili genel bilgiler elde etmek olarak hedeflenmiştir. Kullanılan tıbbi veriler, 6 aylık döneme ait veriler olup İl Sağlık Müdürlüğü Bulaşıcı Hastalıklar Şubesinde elde edilmiştir. Sonuç olarak yapılan çalışmada, hastalığın en sık görüldüğü mahallelerin birbirlerine yakınlığından dolayı, kızamık virüsünün hızla bulaşma eğiliminde olduğu, kızamık vakalarının yaşlara göre mekânsal olarak görüntülenebildiği ve kızamık vakasına rastlanan kişilerin yaklaşık %50'sinin daha önceden aşılanmış olduğu tespit edilmiştir.

B.Durduran ve S.S.Durduran, 2007 yılında Denizli ilinde nüfusa dayalı sağlık sistemi uygulamalarında CBS'nin kullanımı ile ilgili çalışma yapmışlardır. Uygulama sahası içerisinde oluşturulan CBS'nin veritabanında yapılan analizler yardımıyla; tespit edilen vakalar, hastalık türlerine, cinsiyetlerine ve bağlı bulunduğu kurumlara göre haritalandırılmıştır. Sonuç olarak bu çalışmada %53 Tonsillit, %27 Faranjit, %15 İdrar yolu ve %5 diğer hastalıklar tespit edilirken, en çok SSK, Emekli Sandığı, Yeşil Kart ve diğer kurumların başvurmuş olduğu belirtilmiştir.

Alkoy ve arkadaşları, 2007 yılında İstanbul'da aşılama hizmetlerinin değerlendirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada ildeki aşılama hizmetlerinin kapsayıcılığı, kalitesi ve her bir lottaki performansın belirlenebilmesi için CBS kullanılmış, tüm bulgular görsel olarak izlenebilir hale getirilmiş ve il düzeyinde hizmet kalitesinde sorun olan bölgeler tespit edilmiştir.



Alkoy ve arkadaşları, 2007 yılında Edirne’de aşılama hizmetlerinin kalitesinin LOT Kalite Tekniği (LKT) ve CBS tekniğiyle değerlendirilmesi için bir çalışma yapmışlardır. Araştırmacılar, sağlık hizmetlerindeki sunum değişikliğinin, aşılama hizmetlerine olan etkisini saptamak için Edirne ilinde başlangıçtaki durumu saptayarak, ilerdeki karşılaştırmalarda esas olacak verileri elde etmeyi amaçlamıştır. Sonuç olarak, Edirne ilindeki aşılama hizmetlerin kapsayıcılığı ve kalitesi, her bir lottaki performansın belirlenebilmesi için CBS kullanılmış, tüm bulgular görsel olarak izlenebilir hale getirilmiş ve il düzeyinde hizmet kalitesinde sorun olan bölgeler tespit edilmiştir.

Yapılan literatür çalışmasında Türkiye’de yapılan çalışmaların büyük bir kısmının sadece görselleştirme amaçlı olduğu, veri sınıflandırma teknikleri kullanarak bilginin sadece sunulduğu ve de mekânsal istatistiksel metotların kullanılmadıkları tespit edilmiştir. Uygulamalarda elde edilen sonuçların, istatistiksel testlerle anlamlandırılmadıkları sadece görselleştirme kaynaklı yorumların yapıldıkları tespit edilmiştir. Ayrıca CBS ile birlikte mekânsal istatistik metotları kullanılarak yapılan sağlık çalışmalarında, son yıllarda kullanım alanı giderek genişleyen kümeleme analizlerinden yararlanılmadığı görülmüştür.

### 3. KÜMELEME ANALİZİ

Çakır (1994) yılındaki çalışmasında bilimsel araştırmalarda, araştırmanın konusunu oluşturan olayların veya nesnelerin her birey için aynı anda ölçülebilen bir veya birden çok değişken tarafından etkilenebileceğini, birden çok değişkenin, birbirlerinden ayrı olarak ele alınıp analiz edilmesinin, gerçek durumu her zaman açıklayamayabileceğini belirtmiştir. Buna sebep olarak da değişkenlerin birbirlerinden ayrı ele alınarak analiz edilmesi sonucunda, bu değişkenler arasındaki ilişkilerin dikkate alınmamış olacağını oysaki gözlemlenen bu çok sayıda değişken arasında, az veya çok bir ilişkinin var olması gerektiğini ve bu nedenle “Çok Değişkenli İstatistiksel Analiz Teknikleri” geliştirilmiş olduğunu belirtmiştir. Çok değişkenli istatistik teknikleri, araştırmacıların özellikle çok karmaşık ve çok boyutlu ilişki çözümlenmeleriyle karşılaşması durumunda kullanabilecekleri tekniklerdir. Çok değişkenli istatistiksel analiz, çok sayıda değişken arasındaki ilişkileri ölçme ve bu ilişkileri açıklamada kullanılan yöntemler topluluğunu ifade eder ve bu analiz ile ilgili olarak geliştirilmiş yöntemler, bağımlılık analizinde kullanılan yöntemler ve karşılıklı bağımlılık analizinde kullanılan yöntemler olmak üzere toplam iki grupta incelenebilir.

Bağımlılık analizinde, bir değişken veya değişken grubu, diğer değişkenler tarafından tahmin edilmekte veya açıklanmaktadır. Burada, bir değişken diğerlerine bağlı olup onlarla birlikte tahmin edilmektedir. Karşılıklı bağımlılık analizinde ise değişkenler arasındaki bağımlılık yerini karşılıklı bağıntılara bırakır. Kümeleme analizleri bu tip analizin en iyi örneklerinden birini oluşturur (Doğan 2002).

Kümeleme Analizi, bir veri seti içerisinde farklı bir grubun bulunup bulunmadığını belirlemek ve eğer farklı bir grup varsa da bu grupları tespit etmek için kullanılan ve kullanılma alanı gün geçtikçe genişleyen, çok değişkenli istatistiksel analiz tekniklerinden biridir. Kümeleme analizinin en sık kullanıldığı alanlar; tıp, biyoloji, sosyoloji, psikoloji, arkeoloji ve ormancılık gibi belirsizliklerin ve karmaşık yapıların fazla olduğu bilim alanlarıdır (Daşdemir ve Güngör 2002). Marketlerde farklı müşteri gruplarının bulunması, biyolojide bitki ve hayvan sınıflandırmaları ve işlevlerine göre benzer genlerin sınıflandırılması, şehir planlanmasında evlerin tiplerine, değerlerine ve coğrafi konumlarına göre gruplara ayrılması gibi uygulamalar tipik kümeleme

uygulamalarıdır (Özekes 2003). Özdamar 2002 yılında ayrıca doğal sınıflamaları hakkında net bir bilgi bulunmayan durumlarda, popülasyonla ilgili tahminlerin yapılmasında kümeleme analizinden yararlandığını, buna örnek olarak da alt popülasyon tanımları yapılamamış ya da birbirlerinden ayrı popülasyonlar oldukları kesin olarak bilinmeyen karma toplumların birbirinden ayrılması, yeni tanımlamaların yapılması, popülasyon ya da alt popülasyon profillerinin tanımlaması, biyolojik materyaller için canlıları sınıflandırma profillerinin belirlenmesi gibi uygulamaları göstermiştir (Açıkkol vd. 2004).

Kümeler, homojen olmalı ve aynı kümeye ait elemanlar kendi içinde benzer, farklı kümeye ait elemanlarla benzer olmamalıdır. Yani, kümeler arasındaki uzaklıkların büyük, kümeleri oluşturan elemanlar arasındaki uzaklıkların ise küçük olması istenir. Kümeleme sonucunda elde edilecek gruplar, veri ve metotlardaki küçük değişikliklerden etkilenmeyecek kadar kararlı olmalıdır (Turan vd. 2005).

Özdamar (1999) çalışmasında, araştırmacının kümeleme analizi ile model uydurma işleminin daha basit bir hale getirilebileceği, hipotez testini, çok sayıda veri yerine küme kavramının kullanılabileceğini ve çalışılan bölgedeki aykırı değerlerin bulunabileceğini belirtmiştir. Kümeleme analizi genelde dört değişik amaca yönelik kullanılır:

- n sayıda birimi, nesneyi, oluşumu, p değişkene göre saptanan özelliklerine göre olabildiğince kendi içinde türdeş (homojen) ve kendi aralarında farklı (heterojen) alt gruplara (küme) ayırmak
- p sayıda değişkeni, n sayıda birimde saptanan değerlere göre ortak özellikleri açıkladığı varsayılan alt kümeler ayırmak ve ortak faktör yapıları ortaya koymak
- Hem birimleri hem de değişkenleri birlikte ele alarak ortak n birimi p değişkene göre ortak özellikli alt kümelere ayırmak
- Birimleri, p değişkene göre saptanan değerlere göre, izledikleri biyolojik ve tipolojik sınıflamayı ortaya koymak (Kaygısız vd. 2005).

### 3.1 Hastalıklar İçin Küme Kavramı

Kümeleme analizi ile araştırmacı sayıca fazla olan veriler yerine, belli özelliklere göre gruplandırılmış ya da sınıflandırılmış kümeleri kullanır. Hastalık kümeleri ile ilgili tanımlar, yazarlar ve kurumlar tarafından yapılmaya çalışılmış ama tam bir tanım yapılamadığı görülmüştür. Cook-Mozaffari ve arkadaşları (1987), küme kavramı için kesin olmayan ama uygun tanımı "kümeler yüksek insidans odaklarıdır" şeklinde yapmışlardır. Marshall (1991) bu tanıma bir ek getirerek, bu tanımın "aşamalı bir artıştan farklı olarak tüm odaklarda benzer yüksek insidansın olduğu" görüşünü taşıdığını da belirtmiştir. ABD Hastalık Kontrol Merkezi ise hastalık kümesini "yer ve zamanda, birlikte gruplanan ve sağlık örgütüne bildirilmiş olan sağlık olaylarının, gerçek ya da gözle görülür şekilde sıra dışı yığılması" şeklinde tanımlamıştır (Karabulut 2003).

Knox (1989), hastalık kümesi için üç alternatif tanım önermiştir. Buna göre olayların, coğrafi ve/veya zaman olarak sınırlanmış grubunun, bir küme olması için;

- a) Kümelerde bir hastalığın bulunduğu özelliikle bilinmesi,
- b) Şansla oluşması olası olmayan yeterli büyüklük ve yoğunlaşmanın ortaya çıkması,
- c) Olayların bazı sosyal ya da biyolojik mekanizmalar nedeniyle birbirleriyle ilişkili, ya da diğer bazı olay ya da koşullarla ortak bir ilişkiye sahip olması gerekir.

Birinci maddedeki küme tanımında, kümelenmenin tek bir risk faktörü nedeniyle ortaya çıktığı düşünülmektedir. Örneğin, yerel bir kirlilik kaynağı nedeniyle bölgede özel bir küme olabilir. Bu durumda, tüm kümelerin ortak bir risk faktörünü araştırmak için incelenmesi yararlı olabilir. Ancak birçok durumda, kümelenme tek bir risk faktörü nedeniyle ortaya çıkmayabilir. Knox'un ikinci tanımı tamamen istatistiksel olup etiolojinin soruşturulmasını kaçınılmaz yapmaktadır. Yoğunlaşma şans ile oluşmadı ise bunun nedeninin ortaya konması gerekir. Buradaki sorun incelenen hastalık için "yeterli büyüklük ve yoğunlaşmanın" sınırlarının nasıl belirleneceğidir. Yeterli büyüklük için eşik değeri çok küçük seçildiğinde (yani yüksek duyarlılık ama düşük seçicilik) hatalı olarak kümelenme oluştuğuna karar verilebilir. Yanlışlıkla kümelenme olduğuna karar verildiğinde daha sonra hastalığın nedenine ilişkin yapılacak

araştırmalarda çok az yararlı bilgi elde edilebildiği sıklıkla görölmüştür (Karabulut 2003).

Bir bölgede belirli bir zaman periyodunda meydana gelen sağlık oluşumları o bölgenin coğrafi özellikleri, bölgede yer alan il, ilçe, köy gibi yerleşim yerlerinin coğrafi, demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, çalışma süresi vb.), o yerde yaşayan bireylerin sosyal, kültürel ve ekonomik özellikleri gibi birçok faktörden etkilenmektedir (Özdamar 2000). Salgın hastalıkların ortaya çıkması sadece sağlığı değil, toplumun diğer alanlarını da ilgilendirmektedir. Örneğin, bir tatil yerinde lejyoner hastalığının başlaması durumunda sorun, hastalığa yakalananlardan su sistemi kirlenen otele ve ülkenin o bölgesindeki genel turizme kadar yayılacaktır.

Bir olaya ilişkin vakaların gözlemlendiği bölgeye ilişkin verilere mekânsal veri, gözlemlerin oluştuğu zamana ilişkin verilere ise zamansal veri, gözlemlerin mekân-zaman verilerinin birlikte verildiği veri setlerine ise mekân-zaman verisi adı verilir. Hastalığın gözlenme sayılarının, yerleşim yeri özelliklerinden ve gözlenme zaman özelliklerinden etkilenme biçimlerini ortaya çıkarmak için, mekânsal-zaman serisi istatistiksel analizlerden yararlanılmaktadır (Özdamar 2000).

Bir coğrafi bölgede hastalıkların belirli mekân, zaman ya da belirli bir mekân-zaman diliminde kümelenmesinin bilinmesi hastalığın epidemiyolojik kalıplarının çıkarılması, sağlık alanında ve sosyal boyutta alınacak tedbirler bakımından son derece önemlidir (Özdamar 2000). Örneğin bir bölgede yapılan sağlık çalışmasında salgın bir hastalık olan dizanterinin kümelenmesinin araştırılması, eğer kümelenme var ise o coğrafi bölgede hastalık daha çok tehlike oluşturmadan önlem alınması şansını verir. Sebepleri bir türlü açığa kavuşturulamayan hastalıkların, özgün ileri istatistiksel yöntemlerle incelenerek toplumda/coğrafi bölgede yayılış biçiminin saptanması ve etiyolojik nedenlerinin klinik, epidemiyolojik ve istatistik araçlar yardımıyla saptanabilmesi günümüzde en çok üzerinde çalışılan konulardan biri durumuna gelmiştir.

Belli bir zaman diliminde ve belli bir bölgede hastalığın salgın özelliğinde ya da her hangi bir nedene bağlı olarak mekân-zaman kümelenmesi gösterip göstermediğinin istatistiksel yöntemlerle ortaya konması gerekir. Toplumda seyrek olarak görölen hastalıkların neden-sonuç ilişkileriyle ilgili araştırmalarda, mekân-zaman kümelenme-

lerinin ortaya konması öncelikli amaçlardan biridir. Hastalıkların araştırılmasında epidemiyolojik yöntemlerden prevalans ve insidans oranları önemli rolü olan istatistiklerdir. Ancak insidans ve prevalans oranları, hastalık hakkında genel bilgiler veren istatistiklerdir. Bölge içinde yerleşim yerlerine göre hastalığın yoğunlaşmaları hakkında ve hastalık sayılarının mekân-zaman etkileşimleri ile ilgili bilgileri araştırmacıya veremezler (Özdamar 2000).

Bir bölgede, belirli bir zaman periyodunda gözlenen hastalık olguları üç farklı açıdan ele alınabilir.

- Olguların belli bir zaman periyodunda, bölgedeki ve bölgenin alt yerleşim yerlerindeki yoğunlaşmalarının, mekânsal kümelenmelerinin belirlenmesi (spatial clustering) ve hastalığın mekânsal örneklerinin belirlenmesi (spatial pattern)
- Olguların bölgenin tümünde zamandaki yoğunlaşmalarının, zaman kümelenmelerinin belirlenmesi (temporal clustering) ve hastalığın zamansal kalıplarının (temporal pattern) belirlenmesi
- Olguların hem mekân ve hem de zamanda yoğunlaşmalarının, mekân-zaman kümelenmelerinin belirlenmesi (space-time clustering) ve mekân-zaman kalıplarının belirlenmesi (Spatio-temporal pattern)

Bu üç yöntemden hangisinin uygulanacağı, varılmak istenen sonuç ve mevcut verilerin içeriğiyle ilgili olup, bu uygulama çalışmasında, birinci madde olan hastalıkların mekânsal kümelenmelerini ortaya çıkarmaya yönelik yöntemler kullanılmıştır.

Mekânsal-zamansal verilerin analizinde yararlanılan çok sayıda yöntem vardır. Bu yöntemler genel olarak üç ana grup yaklaşımdan yararlanmaktadırlar:

- Olgular arası ya da yerleşim yerleri arası uzaklıklara dayalı (distance based) yöntemler
- Tablo hücre frekanslarına dayalı (cell counts-based) yöntemler (Oluşturulan özel çapraz tablolardaki hücre frekanslarının ilişkileri)
- Mekânsal Regresyon yaklaşımları

Belirli bir yerde ve zaman dilimi içinde gözlenen olguların, istatistiksel olarak birbirlerine yakın olup olmadıklarını araştırmak, bu yöntemlerin temel yaklaşımıdır.

Hastalıkların araştırılmasında risk altındaki toplumun bölgedeki dağılımının farklılık göstermesi (heterojenlik), risk altındaki toplumun sağlıklı ve doğru olarak belirlenememesi, coğrafi bölgede yer alan yerleşim yerlerinin yüzölçümlerinin farklılıkları, hastalıkların basit epidemiyolojik ve istatistik yöntemlerle inceleme açısından sorunlar yaratmaktadır. Bu nedenle mekân, zaman ve mekân-zaman kümelenme yöntemleri hastalıkların incelenmesinde ileri sürülen özgün yöntemler olarak kullanılmaktadır (Özdamar 2000).

Bu bölümde hastalık verilerinin analizinin bir bölümü oluşturan, hastalıklara ait mekân, zaman veya mekân-zaman kümelenmelerinin analitik incelenmesi hakkında bilgi verilecektir. Hakkında bilgi verilen yöntemler aşağıdaki yöntemlerle kısıtlı olmamakla beraber, en çok kullanılan yöntemler olma özelliklerinden dolayı tercih edilmiştir.

### **3.2 Zamana Göre Kümelenme Yöntemleri**

Oldukça kısa bir zaman dilimi içerisinde hastalık kümelenmelerini tespit etmek için kullanılan yöntemlerdir. Veriler, zaman aralıklarında meydana gelen hastalık sayılarından oluşan (hafta veya ay bazında meydana gelen vaka sayısı gibi) bir ya da daha fazla zaman serileridir. Verilerin bir veya daha fazla zaman dizisinden mi oluştuğuna karar verildikten sonra yöntem seğilebilir. Zamansal testler tekli ve eř zamanlı birkaç zaman serisi olarak iki gruba ayrılabilir. Tekli zaman serisi testinde, zaman içerisinde tek zaman serisinde sıra dışı bir yapı oluşmuş mu sorusu esas alınırken, birkaç zaman serisi yaklaşımında ise, zaman içerisinde birkaç zaman serisi grup olarak düşünöldüğünde, sıra dışı bir yapı var mı sorusuyla ilgilenilir. Veriler incelendiğinde, verilerin genellikle birkaç zaman dilimi içerisinde oluşan hız veya sayılar olduğu göze çarpar. Sorun, tüm zamanların eř zamanlı düşünölmesiyle kümelenme olup olmadığını çözebilmektir. Bunun için de veri setlerinde bulunan tekli zaman serilerinin her birinde kümelenme için kullanılan testlerin sonuçları birleştirilir (Karabulut 2003).

### 3.2.1 Dat 'ın 0–1 Matris Testi

Dat'ın 0–1 matris testi, zaman içinde kümelenmeyi bulmak için kullanılan bir testtir (Dat 1982). Bu metot, aynı anda tekil zaman dizisi ya da çoklu zaman dizisi içerisindeki zamansal kümelenmeyi, çeşitli alanlar için birbirini izleyecek şekilde oluşan zaman aralıklarındaki vakaları sayarak test etmektedir. Dat'ın 0-1 matris testinde olduğu gibi her zamansal test, tekil ya da çoklu zaman dizisini aynı anda test etme gücüne sahip değildir. Bu yüzden hastalıkların kümelenmesinde kullanılan zamansal testlerden birini seçmeden önce, eldeki mevcut verinin tekil mi yoksa çoklu zaman dizisi mi olduğuna karar vermek, ondan sonra analiz için zamansal test yöntemlerinden birini seçmek gerekir. Mesela bu yöntem hastaneye son 8 hafta içinde başvuran tifo hastalarına ait kayıtlarla kullanılabilir. Bu test, alt birimler içerisinde çoklu kümelenmeleri bulmak açısından diğer zamansal testlerden biri olan Ederer-Myers-Mantel testinden daha hassas olduğu kabul edilmektedir. Bu yöntemde zaman içerisinde nüfusun değişmediği yani sabit kaldığını varsayılır (sürekli göç alan bir yer için uzun vadeli bir sağlık çalışmasında ne kadar sağlıklı sonuç vereceği bu yüzden şüphelidir). Test istatistiği (hipotez testlerinde testten elde edilen sonucu yorumlamak amacıyla karşılaştırmalardan biri, İnt.Kyn.10) küçük olduğunda, bir ya da birkaç zaman aralığındaki kümelenme vakalarını belirtmektedir. Veri gereklilikleri aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Veriler her zaman aralığındaki vaka sayılarıdır,
- Metodu mevsimsel etkilerden kaçınmak için sadece 5–10 zaman aralığı için kullanmak gerekir,
- Zaman aralığındaki beklenen vaka sayısı 2'den küçük olduğunda kullanılmamalıdır. O yüzden, zaman serilerindeki toplam vaka sayısı, zaman aralıklarından iki kat daha büyük olmalıdır,
- Yöntemin oranlarla değil sayılarla kullanılması gerekir.

Bu yöntemin önemli sayılabilecek iki dezavantajı mevcuttur. Bunlar, zaman serileri içerisinde nüfusun bir değişime uğramayıp sabit olarak düşünülmesi ve zamansal seri sayısının 5–10 arasında seçilmesi gerektiğidir. Bu yüzden bu testin mevsimsel



hastalıklar ve uzun vadeli olan çalışmalar yerine, her mevsim görülen ve kısa zaman serileri içeren çalışmalar ile kullanılması daha doğru olur (Kafadar et al. 2004).

### **3.2.2 Ederer Myers-Mantel Test**

Bu yöntem, çoklu zaman serilerinde kümelenme olup olmadığının belirlenmesi için kullanılan yöntemlerden biridir. Dat metodu tek ve çoklu zaman serilerinde uygulanabilirken, bu yöntem sadece çoklu zaman serilerinde kullanılabilir. Dat metoduna göre avantajı ise bölgeler arasındaki popülasyon büyüklük farklarına karşı hassas olmamasıdır. Buna karşın Ederer-Myers-Mantel Metodu zaman içerisinde nüfusta meydana gelen değişikliklerden etkilenmektedir. Metodun uygulanabilmesi için verilerde aranan iki önemli kıstas vardır. Bunlardan ilki zaman serileri içerisindeki verilerin oran değil sayılardan oluşmasıdır. Diğer önemli kıstas ise zaman serileri sayısının (hafta, ay gibi) 2–5 arasında olması gerekliliğidir. Test çalışmalarına başlamadan önce verilerin, söz konusu kıstaslara uygunluğu kontrol edilmelidir. Test istatistiği  $m_1$  'dir ve bir zaman serisinde meydana gelen maksimum vaka sayısını ifade eder. Test istatistiği değerinin büyük olması, çalışma bölgesinde kümelenme olduğuna dair bir işarettir. Ters olarak, zaman içerisinde vakalar aynı şekilde meydana geldiğinde, test istatistiği küçük olacaktır (Kafadar et al. 2004).

### **3.2.3 Boş Hücreler Testi (Empty Cells Test)**

Çoklu zaman serileri ya da tekli zaman serisindeki olguların zamansal kümelerini test etmek için kullanılan yöntemlerden biri de boş hücreler testidir. Yöntemin boş hücreler adının almasının nedeni yöntemin olmazsa olmaz şartlarından biri olan bazı zaman serilerinde vakanın görülmemesi gerekliliğidir. Bu test nadir meydana gelen olaylardaki kümelenmeleri ve bazı zaman aralıklarında hiç vaka görülmemesi durumlarında kümelenmeleri test etmek için kullanılır. Bu testte dikkat edilmesi gereken hususlardan biri de, bir veya belirli zaman dizilerinde oluşan vakaların sayısının toplamının çok büyük olmaması gerekliliğidir. Unutulmaması gereken diğer bir önemli konu ise, verilerin oran değil sayılardan oluşması gerekliliğidir. Eğer olgular arasında zamansal bir kümelenme var ise, test istatistiği değeri büyük çıkacaktır. Tüm hücrelerde eşit

sayıda olgu olma eğilimi var ise (yani homojenlik) test istatistiği beklenen değerden küçük çıkmış olacaktır (Kafadar et al. 2004).

Bu yöntemin, zaman serileri içerisinde vakanın bir ya da birkaç zaman serisi içerisinde hiç görülmemesi gerekliliği ve görülen vakaların zaman serisi içerisindeki toplam sayısının fazla olmaması gerekliliği sebeplerinden dolayı, özellikle Türkiye şartlarında kullanılması pek mümkün görülmemektedir.

### **3.2.4 Grimson Metodu**

Bu metot olguların mekân, zaman ve mekân-zaman içerisinde kümelenmelerini tespit amaçlı kullanılabilir (İnt.Kyn.6). Metodun daha önce anlatılan yöntemlere göre avantajı, verilerin sayı ya da oranlardan oluşabilme imkânının olmasıdır. Metodu uygulayabilmek için yüksek risk vakaları olarak nitelendirilmiş, veri alt birimlerine ihtiyaç vardır. Veriler oran olduğu zaman, nüfusun veya zaman aralıklarının yüksek riskli olup olmadığına karar verebilmek için kıstaslar mevcuttur. Referans nüfusa nazaran, oranların önemli büyüklükte göreceli olması ve oranların zaman aralıklarının içerisinde %5'in üstünde yer alması kıstasları mevcutsa, yüksek risk durumu vardır. Belirli zaman aralıklarında maruz kalma söz konusu ise, bu zaman aralıkları yüksek risk zaman aralıkları olarak adlandırılabilir. Testin temeli, birleştirilmiş (etiketlenmiş) zaman aralıkları kümelendiğinde ardışıklıkta aşırılıkların oluşacağı ve test istatistiğinin büyük olacağı düşüncesidir. Hem oranlarla hem de olgu sayılarıyla birlikte kullanılıyor olması, diğer metotlara göre avantajlı olmasını sağlar (Karabulut 2003).

### **3.2.5 Larsen Metodu**

Tekli zaman serilerinde görülen olguların zaman dilimleri içinde kümelenmesini test etmek için kullanılabilecek yöntemlerden biri de Larsen metodudur. Bu test yalnızca tek modlu kümelenme (unimodal) için geçerlidir. Hastalığın bölgede ya da alt bölgelerde çoklu kümelenme göstermesi halinde duyarlı değildir ve çok merkezli kümelenmeyi ayırt etmesi beklenemez (Özdamar 2000). Bu metot merkezi bir zaman diliminde nadir oldukları varsayılan hastalıklarda görülen vakaların kümelenmesini tespit etmek için kullanılır (örneğin yaz aylarında görülen soğuk algınlığı vakaları ya da kış aylarında

görülen mantar vakaları gibi). Yöntem, olguların en çok olgunun olduğu zaman noktasından olan yayılımını ölçer. Olgular tek bir küme altında toplandığı zaman K test istatistiğinin küçük bulunması gerekir. Bu testi kullanmak için gereken veri, ardışık zaman aralıklarındaki olguların sayısıdır (Karabulut 2003). Kısa zaman dizileri için, daha küçük zaman aralıkları kullanmak ya da ek zaman periyotlarından ek veri toplamak gerekmektedir. Bu metotta vakaların tespiti için en az 2 zaman periyoduna ihtiyaç vardır. Bu koşullardan sonra yöntemin uygulanabilmesi için ayrıca bir de her zaman dizisinin en az bir boş hücreye sahip olması gerekmektedir. Larsen metodunda, veriler sadece sayılardan oluşmalıdır (oranlar kullanılamaz). Metot, zaman süresince nüfus değişimlerinden etkilenmesine karşın zaman süresince popülasyon boyut farklılığından etkilenmemektedir (Kafadar et al. 2004).

### **3.2.6 Naus Tarama Testi**

Tekli zaman serilerinde zaman kümelerini tespit etmek için kullanılan yöntemlerden biri de Naus tarafından (1965) yılında ileri sürülmüş tarama testidir. Bu test daha çok endüstride yaygın olarak kullanılmaktadır.  $S_w$  test istatistiğidir ve büyüklüğü, zaman serisi boyunca, testten önce tespit edilmiş pencere, sürekli hareket ettirildiğinde görünen en büyük sayıya eşittir (İnt. Kyn.2).

Tarama istatistiğinin önemliliği Naus ve Wallenstein tarafından hazırlanan tablolara göre belirlenir (Özdamar 2000). Wallenstein tarama istatistiğinin, yaygın ve rahat kullanılabilmesi için, toplam olgu sayısının 100 ve 100 den küçük olduğu duruma ait tarama istatistiğinin hesaplanmış kesin olasılık değerlerinin tabloları hazırlanmıştır (Karabulut 2003).

Testin uygulanabilmesi için, zaman içerisindeki olgu sayıları ve taranan pencere genişliğine ihtiyaç vardır ( burada sorun pencere genişliğinin teste başlamadan önce hangi kıstaslara göre belirleneceğidir). Olgular zaman içerisinde tarandığında, kümelenme var ise taranan penceredeki olguların maksimum sayısı büyük çıkar, aksi halde taranan penceredeki olguların maksimum sayısı küçük çıkacaktır (Karabulut 2003). Test, veriler sayı olduğu zaman (oranla kullanılamaz) ve zaman içerisinde risk

altındaki nüfusun sabit kalması durumunda kullanılabilir (İnt. Kyn.2). Zaman serisi, süre içerisinde en az 5 zaman hücresinden (diliminden) oluşmalıdır.

Ederer-Myers-Mantel testi ile tarama testi karşılaştırılmış ve belirlenen zaman aralıkları küçük ise tarama testinin daha başarılı olduğu görülmüştür (Özdamar 2000).

### **3.2.7 Tango C Kümelenme İndeksi**

Zamansal kümelenme yöntemlerinden biri de Tango C kümelenme indeksidir. C değeri kümelenme indeksi olarak adlandırılır. Tango, zamansal kümelenme testi sayıların dağılımını, ayrık eşit zaman aralıklarına dayandırarak açıklamaktadır. Veriler grup halinde ise bu test kullanışlıdır. Test istatistiği (kümelenme indeksi) karesel ifade olup her bir aralıktaki rölatif sıklığı (bağıl frekansı) ve aralıklar arasındaki mesafe oranlarını kapsamaktadır. İstatistiğin hesaplanması kolaydır fakat asimptotik dağılımlar Tango'nun formülü ile kullanılamaz. Whittemore ve Keller, Tango indeks dağılımının asimptotik olarak basit ortalama ve varyans ile normal dağılımda olduğunu belirtmişlerdir. Tango kümelenme indeksi farklı nüfusa sahip yerel bölgelerdeki kümelenmeleri bulmak için tasarlanmıştır (Özdamar 2000).

### **3.2.8 Levin-Kline Cusum Metodu**

İlk olarak sanayi ürünlerin takibi için geliştirilmiş olan Page's Cusum ( Cumulative Sum) isimli yöntem, 1985 yılında Levin ve Kline tarafından epidemiyolojik verilerle zamansal analiz yapabilmek için yeniden düzenlenmiştir. Levin ve Kline seri düzeylerindeki değişiklikleri ya da eğilimleri yakalayabilmek için yöntemlerini Cusum istatistiğine dayandırmışlardır. Ölçümler, idealde aynı değeri alan parçalar üzerinde yapılmaktadır. Burada ölçümlemede değinilmek istenen nokta, belirli bir zaman aralığında meydana gelen vaka sayısıdır. Ölçümleme sapmaya başladığında ya da üretim süresince bir farklılık ölçümleme açısından bir değişime neden olduğunda, çok fazla hatalı parça üretilmeden bu farklılığın mümkün olan en kısa sürede düzeltilmesi önemlidir (Kafadar et al. 2004).

### 3.2.9 Metotların Karşılaştırılması

Hastalıkların zamana göre kümelenmesinde kullanılan metotları özetlersek şu sonuçlara ulaşabiliriz:

- Bu metotların çoğunda veriler oranlardan ziyade rakamlardan oluşmaktadır.
- Dat metodunu zaman içerisinde nüfus boyutunda meydana gelen değişikliklerden etkilendiği için önerilmemektedir.
- Dat metodu sadece 5’den 10’a kadar zaman dizisi için uygundur. Eğer yüksek veri seti söz konusu ise, bu veri setini mevsimselliğe göre ayarlamamız gerekir.
- Ederer-Myers-Mantel metodu, Dat metoduna göre daha az katıdır. Metot bölgeler arasında nüfus boyutunda meydana gelen farklılıklar için hassas değildir. Fakat zamanla nüfusta meydana gelen değişimlere hassastır. Ek olarak, Ederer-Myers-Mantel metodu sadece çoklu zaman dizileri için kullanılabilir.
- Boş Hücreler testi sadece nadir görülen olaylarda kullanılabilir ve bazı zaman aralıklarının değeri sıfır olmalıdır.
- Grimson metodu hem sayılar hem de oranlar ile kullanılabilir.
- Larsen’in metodu sadece rakamlar ile kullanılabilir (oranlar ile değil). Zamanla nüfus boyutunda meydana gelen değişimlerden etkilenir ve çoklu kümelenmeleri, homojen dağılımlardan (kümelenme yok) ayıramamaktadır.
- Cusum metodu sekans düzeylerinde değişiklikleri ortaya çıkarmada kullanılan Cusum istatistiğine dayanmaktadır. Aslında üretim süreçlerini gözlemlemek için oluşturulmuştur. Zamansal kümelerin tespit edilmesinde bu metot önerilmektedir. Çünkü çevresel değişiklikler yavaş bir değişime neden olduğunda, Cusum istatistiği zaman içerisinde meydana gelen hafif değişiklikleri ortaya çıkarmada yardımcıdır ve zaman kümelenmesi için en duyarlı metot olarak görünmektedir (Kafadar et al. 2004).

Zamansal kümelenme yöntemlerinin yukarıda anlatıldığı gibi birbirlerine göre avantajları ve dezavantajları mevcuttur. Analize geçmeden önce araştırmacı tarafından yöntemlerin imkânları iyi anlaşılmalı, ondan sonra uygulamaya geçilmelidir. Aksi takdirde elde edilecek sonuçlarla, toplum ve çevre sağlığı için sağlık ekipleri ile birlikte yürütülen çalışmalarda doğru olmayan kararlar alınmasına neden olunabilir. Bunun sonucunda da kısıtlı olan sağlık bütçesi yanlış kullanılmış ve zaman kaybedilmiş olunur.

### 3.3 Mekâna Göre Kümeleme Yöntemleri

Mekânsal kümeleme yöntemleri; bir yerleşik alanda/coğrafi bölgede olguların mekânsal dağılımını inceleyen ve uygun test yöntemleri ile olguların kümelenmesi hakkında araştırmacıya bilgi sunan yöntemlerdir. Mekânsal kümeleme yöntemleri kendi aralarında 3 grupta toplanabilir. Bu gruplardan ilki genel olarak adlandırılan global testlerdir. Global testler, araştırmacıya sadece kümeleme hakkında ilk akla gelen genel bir soru olan “coğrafi bölgede kümelenme var mı” sorusuna yanıt verebilir. Bu testler için önemli olan “kümelenme var mı yok mu” sorularına cevap verebilmektir. Eğer kümelenme hakkında daha fazla bilgi almak isteniyorsa duruma göre 2.grup Lokal testlere ya da 3. grup olan Odaklanmış testlere başvurulması gerekir. Global testler, geniş bir bölgede hastalığın genel yapısı ile ilgilenir. Bu yüzden bu testlerle elde edilmiş sonuçlar kanser atlaslarında, hastalık haritalarının insidanslarıyla birlikte sıklıkla kullanılabilir. Lokal testler ise, kümelenmenin olduğu bölgenin yerini gösterilebilen testlerdir. Örneğin Afyonkarahisar ilinde yapılacak, tifo hastalığı ile ilgili bir sağlık çalışmasında, il üzerine dağılmış vakaların bir kümelenme oluşturup oluşturmadığı, global testlerden öğrenilebilir. Kümelenmenin nerede olduğunun tespiti için, lokal testler uygulanmalıdır.

Genel anlamda global testler bölgede homojenliği araştırırken, lokal testler aykırı durumları yani heterojenliği tespit etmeye çalışır. Son grup ise odaklanmış testlerdir. Bu testler adından da anlaşılacağı gibi, hastalık riskinin daha yüksek olabileceği spesifik kaynakların bulunduğu yerlere odaklanır ve “kümelenme var mı yok mu” sorusuna yanıt arar. Odaklanmış testlerde, daha önceden hastalıkla ilgili faktörler biliniyor ise, çalışılan bir ya da daha fazla küçük bölge üzerinde yoğunlaşır ve genellikle belirlenen bölge veya bölgelerin, bu bölgeler dışındaki insidans oranları ile karşılaştırma yaparak sonuca gitmeye çalışılır (Karabulut 2003). Odaklanmış testler ile lokal testlerin görevleri aynı gibi gözüktense de odaklanmış testler o çevre için yüksek risk teşkil edecek yapılar var ise risk teşkil eden yapılar etrafında “kümelenme var mı yok mu” sorusuna yanıt arar. Sonuç olarak çalışılacak bölgenin büyüklüğü, hastalığın kümelenmesine ait cevap aranan sorulara ve çalışılan bölgedeki risk faktörlerinin durumuna göre uygulamada kullanılacak yöntemler değişebilir.

### **3.3.1 Global Testler**

#### **3.3.1.1 Grimson Yöntemi**

Grimson yöntemi zamansal kümelenme, mekânsal kümelenme ve zaman-mekân kümelenme çalışmalarında kullanılan çok yönlü kümelenme yöntemlerinden biridir. Hem oran hem de olgu sayıları kullanarak mekânsal kümelenme analizlerinde kullanılabilir. Oranlar ile birlikte kullanıldığında ortak sınırı olan alanlar ardışık olarak tanımlanır. Hem olguların hem de kontrollerin yerleşimleri bilindiğinde, yöntem olgu-kontrol verileri ile birlikte kullanılabilir. Fazla olgunun olduğu alanlar, yüksek riskli yerler olarak etiketlenir ve diğerlerinden belirli uzaklıkta olanlar ardışık olarak düşünülebilir. Grimson yönteminde etiketlenmiş nesne çiftleri arasındaki ardışıklığın sayısı, anlamlı derecede büyük ise kümelenmenin olduğu söylenir. Bu test etiketlenmiş hücreler arasında yüksek sayıda bitişikliklere duyarlıdır (Karabulut 2003).

#### **3.3.1.2 Swartz'ın Entropy Yöntemi**

Bu yöntem olgu-kontrol çalışmalarında kullanılmak için Swartz tarafından geliştirilmiştir (Karabulut 2003). Bu yöntemde, ilk önce çalışma yapılan alan hücrelere bölünür ve her bir hücredeki olgu ve kontrollerin sayısı belirlenir. Bir sonraki aşama ise her bir hücredeki toplam ile tutarlı olarak tüm olgu ve kontrollerin farklı hücrelere olası dağıtımlarının sayısı hesaplanmasıdır. Olası dağıtımlarının sayısının logaritması entropi ile orantılıdır. Olası dağıtımlarının sayısı az olduğunda, hastalıkların kümelendiği, olası dağıtımlarının sayısı fazla olduğunda ise hastalıkların homojen dağıldığı ve kümelenme olmadığı sonucuna varılır. Hastalıklar homojen olarak dağıldığında herhangi bir hücrede olgu olma olasılığı ile tüm bölgede olgu olma olasılığının aynı olacağı düşüncesinden yola çıkılır. Eğer kümelenme var ise bazı hücrelerde beklenen olgu sayısı tüm bölgede olgu olma olasılığından daha küçük diğerlerinden ise daha büyük olacaktır (Karabulut 2003).

#### **3.3.1.3 Cuzick ve Edward Yöntemi**

Cuzick and Edward (1989) homojen olmayan dağılım gösteren, popülasyon yoğunluğu içeren toplumlar için uygulanmak üzere bir metot geliştirmişlerdir. Bu metodun asıl

prensibi toplumdaki kontroller seçmeyi ve bu kontrollerle ilgili hastalık olgularını karşılaştırmaktır (Özdamar 2000). Bu metodun her istatistik yönteminde olduğu gibi kendine özgü avantajı ve dezavantajı mevcuttur. Avantajı; çalışılan bölgedeki nüfusa ait cinsiyet, yaş gibi bilgiler için en yakın komşuyu dikkate alması ve dolayısıyla uzaklık verisine ihtiyaç duymamasıdır. Ayrıca nüfusun düzensiz dağılım gösterdiği yerler için de uygundur. Metodun dezavantajı ise hem negatif hem de pozitif vakalar hakkında bilgi gerektirmesidir. Pozitif vakanın yakın çevresinde kaç kişinin yaşadığı ve bunların kaçının enfekte olmuş olduğunun bilinmesi gerekmektedir, çalışma esnasında ise bu bilgilere her zaman ulaşmak kolay olmayabilir. Bu test daha ziyade çalışma alanında az sayıda geniş kümeler var ise güçlülük teşkil eder.

Cuzick ve Edward yöntemlerinin mevsimsel hastalıklarda kümelenme çalışmalarında kullanılması doğru olmayan sonuçlara götürebilir. Bu yöntem tarihsel açıdan bölge çapındaki vakalara bakmak için kullanışlı olabilir, fakat lokal düzeylerde ve özellikle geleceğe yönelik çalışmalar oluşturmada kullanışlı değildir (Kafadar et al. 2004).

### 3.3.1.4 Global Moran I Yöntemi

Moran I, olgular arasındaki mekânsal otokorelasyonu ölçen bir sistemdir. Tabler'in birinci kuralında her şey başka her şeyle ilişkilidir fakat yakındaki şeyler uzaktakilerden daha ilişkilidir mantığı mekânsal otokorelasyon yöntemlerinde esastır. Moran I, Gearcy C ve Lokal Moran en çok bilinen mekânsal otokorelasyon metodlarıdır. Mekânsal otokorelasyona ait testlerdeki hipotezler genel biçimi ile aşağıdaki gibidir:

$H_0$  : bir olgunun varlığı başka olguların lokasyonlarından bağımsızdır

$H_A$  : bir olgunun varlığı başka olguların lokasyonlarına bağlıdır (Kafadar et al. 2004).

Moran I test istatistiği: (Cliff A.D and Ord J.K 1973, 1981).

$$I = \frac{n \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.1)$$

ile verilir.



$I > 0$  pozitif mekânsal otokorelasyon

$I < 0$  negatif mekânsal otokorelasyon mevcuttur denilebilir.

(3.1) de kullanılan notasyonun anlamı aşağıda verilmiştir.

$n$ : bölge sayısı

$x_i$ :  $i$ . bölgedeki oran

$w_{ij}$ : bölge  $i$  ve bölge  $j$  arasındaki bağlantının gücünü gösteren ağırlık matrisi

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (3.2)$$

Global Moran I için hipotez testleri;

$H_0$ : hastalık oranları mekânsal bağımsız

$H_A$ : hastalık oranları mekânsal bağımlıdır

şeklinde kurulur.

Moran I değeri  $(-1)$  ile  $(+1)$  arasında değer alabilir. Komşu bölgelerdeki değerler benzer olduğunda Moran I pozitif ve büyük olur. Komşu bölgelerdeki değerler benzer olmadığında ise Moran I negatif olur (Karabulut 2003). Buna benzer olarak Moran I'nın beklenen değeri  $E(I)$  ile belirlenebilir. 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. Global Moran I mekânsal otokorelasyon testinin uygulanabilmesi için, hastalık oranlarının ve yakınlığı ifade eden ağırlık matrisinin bilinmesi gerekir. Mekânsal yakınlığı gösteren ağırlık matrisleri farklı şekillerde oluşturulabilir. Bunların başlıcaları;

- İkili Matris: Belirlenmiş lokasyon ile sınırları paylaşan bölgeler için “1” değerini ve bir sınır paylaşmayan bölgeler için “0” değerini alır.

- Uzaklık Matrisi: Lokasyon olan  $i$  ve  $j$  arasındaki mesafe fonksiyonu ile gösterilir  
(  $1/w_{ij}$ ,  $1/(w_{ij})^2$  ).

Bulaşıcı olmayan hastalıklar için ikili matris, bulaşıcı olan hastalıklar için uzaklık matrisi kullanılabilir. Yapılardaki mekânsal eğilimi belirlemek için bazen değişik mekânsal parçalama (ayırma) seviyelerinde mekânsal otokorelasyon gerekir. Bu da bantları değiştirmek ya da uzaklıkları arttırmak suretiyle yapılabilir. Moran  $I$ 'nın beklenen değeri:

$$E(I) = \frac{-1}{(N-1)} \quad (3.3)$$

ile belirlenir.

Moran  $I$ 'nın rasgelelik varsayımı altındaki varyansı:

$$Var(I) = \frac{N[(N^2 - 3N + 3)S_1 - NS_2 + 3S_0^2]}{(N-1)(N-2)(N-3)S_0^2} - \frac{K[(N^2 - N)S_1 - 2NS_2 + 6S_0^2]}{(N-1)(N-2)(N-3)S_0^2} - \left[ \frac{-1}{N-1} \right]^2 \quad (3.4)$$

şeklindedir. Burada  $K, S_0, S_1, S_2$  notasyonu:

$$K = \frac{N \left( \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4 \right)}{\left( \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right)^2} \quad (3.5)$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n w_{ij} \quad (3.6)$$

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1, i \neq j}^n (w_{ij} + w_{ji})^2 \quad (3.7)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{i=1}^N w_{ij} + \sum_{j=1}^N w_{ji} \right)^2 \quad (3.8)$$

denklemlerle elde edilmektedir (Cliff and Ord J.K 1973, 1981).

Moran I'nın istatistiksel anlamlılığı, standartlaştırılmış normal dağılım istatistiği  $z$  ile değerlendirilir. Burada  $z$  değeri,

$$z = \frac{I - E(I)}{\sqrt{Var(I)}} \quad (3.9)$$

ile hesaplanır. Burada,

$z$  değeri pozitif ise: olgular benzer olmaya eğilimli (kümelenme olabilir)

$z$  değeri negatif ise: olgular ayrık olmaya eğilimli (kümelenme olmayabilir)

$z$  değeri yaklaşık 0 ise: olgular mekân üzerine rasgele dizilmişlerdir şeklinde yorumlamak mümkündür.

### 3.3.1.5 Oden'in $I_{POP}$ Testi

Oden (1995), Moran I metoduna popülasyon büyüklüğünü (boyutunu) hesaba katarak  $I_{POP}$  adında yeni bir istatistik geliştirmiştir. Bu test mekânsal rastlantısallıktan sapmaları tespit etmekte kullanılır ama Moran I'nın aksine alanların boyu boyunca popülasyon büyüklüklerindeki farklılıkları açıklar. Eğer popülasyon boyutlarındaki büyük farklılıkların, Moran I'nın gücünü azalttığı göz ardı edilirse doğru kümeleme tespitinde mekânsal rastlantısallıktan sapmış olunur. Moran I gibi Oden'in  $I_{POP}$  metodu genel mekânsal yapıyı grup düzeyindeki verilerle araştırır. Test hipotezleri aşağıdaki gibi oluşturulur.

$H_0$ : ilgili alanlar içinde hastalık oranları bağımsızdır. Olgu sayılarındaki coğrafi varyasyonun popülasyon büyüklüğündeki coğrafi varyasyonu takip etmesi beklenir (ilişkili olması beklenir)

$H_A$ : ilgili alanlar içinde hastalık oranları mekânsal olarak bağımsız değildir.

Test istatistiği  $I_{POP}$ , risk altındaki popülasyon büyüklüğüne göre düzeltilmiş mekânsal otokorelasyon katsayısıdır. Test istatistiği  $I_{POP}$ :

$$I_{POP} = \frac{N^2 \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m w_{ij} (e_i - d_i)(e_j - d_j) - N(1-2\bar{b}) \sum_{i=1}^m w_{ij} e_i - N\bar{b} \sum_{i=1}^m w_{ii} d_i}{S_0 \bar{b} (1-\bar{b})} \quad (3.10)$$

ile verilmiştir.

(3.10) da formülde geçen notasyonun anlamları ve nasıl hesaplandıkları aşağıda verilmiştir.

$m$  : lokasyon sayılarını ve alanları belirtir

$N$  : tüm alanlar içerisindeki toplam olgu sayısı

$n_i$  :  $i$  bölgesindeki toplam olgu sayısı

$e_i$  : olguların  $i$  alanı içerisindeki oranı ( $n_i/N$ )

$X$  : tüm alanlar içerisindeki toplam risk popülasyonun biçimi

$d_i$  : popülasyonun  $i$  alanı içerisindeki oranı ( $x_i/X$ )

$e_i - d_i$  : alan  $i$ 'deki olgular arasındaki oranların farkıdır ve beklenen durumların sayısı verilen alanlardaki popülasyon büyüklüğünü göstermektedir.

$\bar{b}$  : ortalama prevalans ( $N/X$ )

$$b_2 = \frac{1}{\bar{b}(1-\bar{b})} - 3 \quad (3.11)$$

$$S_0 = X^2 A - XB, \quad (3.12)$$

$$S_1 = X^2 C/2 - 2XD, \quad (3.13)$$

$$S_2 = X^3 E - 4X^2 F + 4XD \quad (3.14)$$

$w_{ij}$  :  $i$  ve  $j$  alanlarındaki ilişkinin gücünü belirten ağırlık matrisi

$I_{POP}$  'un yokluk hipotezi altındaki beklenen değeri:

$$E(I_{POP}) = \frac{-1}{(X-1)} \quad (3.15)$$

şeklinde hesaplanır ve büyük toplam popülasyon için 0 değerine yaklaşır.

$I_{POP}$  varyansı rasgele dağılıma dayanarak belirlenir ve bu hastalık oranları için çok uygundur.  $I_{POP}$  'un yokluk hipotezi altında varyans değeri:

$$Var_R(I_{POP}) = \frac{X \left[ (X^2 - 3X + 3)S_1 - XS_2 + 3S_0^2 \right] - b_2 \left[ X^{(2)}S_1 - 2XS_2 + 6S_0^2 \right]}{(X-1)^{(3)} S_0^2} - E(I_{POP})^2 \quad (3.16)$$

dır.

Yukarıdaki eşitlikte parantez içinde gösterilen üssel ifadeler, düşme faktöriyelini  $\left[ s^{(b)} = s(s-1)\dots(s-b+1) \right]$  göstermektedir.

$I_{POP}$  test istatistiği değerinin anlamlılığını değerlendirmek için farklı yaklaşımlar mevcuttur. Z skoru, varyans aracılığıyla Monte Carlo randomizasyonu ve çok terimli randomizasyon kullanılan yaklaşımlardır. Genelde bu üç metot nispeten benzer  $p$  değerleri verir. Benzerlik ve randomizasyon hipotez metotları, verilerinin normal dağıldığı zaman geçerlidir. Veriler normal dağılmadığı zaman Monte Carlo  $p$  değerlerini kullanmak yerinde olur. Monte Carlo benzetiminde olgular her bir bölgedeki nüfusun toplam nüfusa oranına göre, bölgeler arasında rasgele dağıtılır. Benzetim önceden belirlenen sayıda tekrarlanır ve elde edilen sonuca göre önemlilik değerlendirilir. Önemlilik standart normal dağılım yardımıyla değerlendirilecekse,  $z$  :

$$z = \frac{I_{POP} - E(I_{POP})}{\sqrt{Var(I_{POP})}} \quad (3.17)$$

şeklinde hesaplanır (Oden 1995).

### 3.3.1.6 Global Geary C Yöntemi

Mekânsal otokorelasyon yöntemlerinden biri de Global Geary C yöntemidir. Moran I yöntemi ile bu yöntem birbirine benzer olup, birçok araştırmacı yaptığı çalışmalarda ikisinden birini kullanır. Bazen de iki yöntemin sonuçları birleştirilip daha iyi sonuçlar almak içinde aynı anda kullanılmaktadır (Kafadar et al. 2004). Geary C istatistiği, kovaryasyon ölçüsü olarak veri değerleri arasındaki farkların kareleri toplamını kullanarak hesaplanan istatistiktir. Test istatistiği olan C değeri:

$$C = \frac{(N-1)}{2S_0} \times \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij} (x_i - x_j)^2}{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \quad (3.18)$$

ile verilmiştir (İnt.Kyn.7).

C değeri 1'den büyük ise: gözlemler farklı olmaya eğilimli, C değeri 1'den küçük ise gözlemler benzer olmaya eğilimli (kümelenme olabilir) şeklinde yorumlanabilir.

(3.18) de kullanılan  $\bar{x}$  ile  $S_0$  değerleri (3.19) ve (3.20) de verilen denklemlerle hesaplanır.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (3.19)$$

$$S_0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij} \quad (3.20)$$

Geary C'nin rasgelelik varsayımı altındaki varyansı:

$$Var(c) = \frac{(N-1)S_1[(N^2-3N+3)-K(N-1)]}{N(N-2)(N-3)S_0^2} + \frac{N^2-3-K(N-1)^2}{N(N-2)(N-3)} - \frac{(N-1)S_2(N^2+3N-6-K(N^2-N+2))}{4N(N-2)(N-3)S_0^2} \quad (3.21)$$

şeklindedir. Burada,

$$S_1 = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (w_{ij} + w_{ji})^2 \quad (3.22)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \left( \sum_{j=1}^N w_{ij} + \sum_{j=1}^N w_{ji} \right)^2 \quad (3.23)$$

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{\left( \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right)^2} \quad (3.24)$$

denklemlerle elde edilmektedir (Cliff and Ord 1973, 1981).

Moran I ve Geary C arasındaki fark, Moran I değerinin -1'den 1'e kadar değer almasına karşın Geary C istatistiğinin değeri 0'dan 2'ye kadar değer alabilmesidir. Burada birden

düşük bir değer, verilerin benzer olduğunu ve sıfırdan büyük olanlara oranla daha kümelenmiş olduğunu ifade etmektedir. 0 değeri kuvvetli pozitif otokorelasyonu, 2 değeri ise kuvvetli negatif otokorelasyonu işaret eder. Mekânsal otokorelasyon olmadığı zaman Geary C'nin beklenen değeri 1 olur. Moran I ve Geary C arasındaki bir diğer fark, Moran I'e oranla Geary C'nin kümelenmeyi daha lokal bir düzeyde açıklıyor olmasıdır (Kafadar et al. 2004). Bu yöntemin kullanılabilmesi için ağırlık matrisinin oluşturulması gerekir. Ağırlık matrisini oluşturmak için Global Moran I'da anlatılan yöntemlerden biri seçilir ve işleme devam edilir.

### 3.3.1.7 Genel G(d) İstatistiği

G istatistiği Getis ve Ord tarafından 1992 yılında geliştirilmiştir. Genellikle birçok ticari programda High/Low Clustering adı altında geçmektedir. Bunun nedeni ise mekânsal alanda yüksek değerlerin (olguların) mi yoksa düşük değerlerinin mi kümelenmiş olduğunu tespitinde kullanılmasıdır. Genel G istatistiği, kritik uzaklıklar içine düşen genel mekânsal birliktelik değerlerinin çarpımsal ölçüsünü veren bir istatistiktir. Seçilen kritik d uzaklığı için, test istatistiği:

$$G(d) = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}(d) x_i x_j}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N x_i x_j} \quad (3.25)$$

ile hesaplanır. Burada,

$x_i$  :  $i$ . noktanın değeri,

$w_{ij}(d)$  :  $d$  uzaklığı için  $i$  ve  $j$  noktalarının ağırlık matrisidir.

$G(d)$  'nin beklenen değeri ise:

$$E[G(d)] = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}(d)}{N(N-1)} \quad (3.26)$$

şeklindedir.

$G(d)$  'nin varyans değeri;

$$\text{Var}[G(d)] = \frac{B_0 \left[ \sum_{i=1}^N x_i^2 \right]^2 + B_1 \sum_{i=1}^N x_i^4 + B_2 \left( \sum_{i=1}^N x_i^2 \right) \sum_{i=1}^N x_i^2 + B_3 \sum_{i=1}^N x_i^3 + B_4 \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^4}{\left[ \left( \sum_{i=1}^N x_i \right)^2 - \sum_{i=1}^N x_i^2 \right]^2} - E[G(d)]^2 \quad (3.27)$$

ile hesaplanır.

Burada  $B_0, B_1, B_2, B_3, B_4, S_1, S_2$  notasyonu,

$$B_0 = (N^2 - 3N + 3)S_1 - NS_2 + 3 \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}(d) \right)^2 \quad (3.28)$$

$$B_1 = - \left[ (N^2 - N)S_1 - NS_2 + 6 \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}(d) \right)^2 \right] \quad (3.29)$$

$$B_2 = - \left[ 2NS_1 - (N + 3)S_2 + 6 \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}(d) \right)^2 \right] \quad (3.30)$$

$$B_3 = 4(N - 1)S_1 - 2(N + 1)S_2 + 8 \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}(d) \right)^2 \quad (3.31)$$

$$B_4 = S_1 - S_2 \left( \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}(d) \right)^2 \quad (3.32)$$

$$S_1 = 1/2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1, j \neq i}^N [w(i, j) + w(j, i)]^2 \quad (3.33)$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^N \left[ \sum_{j=1, j \neq i}^N w(i, j) + \sum_{j=1}^N w(j, i) \right]^2 \quad (3.34)$$

denklemleri ile hesaplanır.

$$Z(G) = \frac{G(d) - E(G(d))}{\sqrt{\text{Var}(G(d))}} \quad (3.35)$$

Eğer (3.35) deki denklemlerle bulunan  $Z(G)$  değerleri pozitif ise yüksek değerlerin beraber kümelendiğini işaret eder.  $Z(G)$  'nin değerleri negatif olması durumunda düşük



değerlerin beraber kümelenmesine işaret eder.  $Z(G)$  değeri, çalışma bölgesindeki olguların birbirleri arasındaki ilişkinin önemini gösterir (Getis and Ord 1992).  $Z(G)$  değeri, çok büyük veya çok düşük ise, mekânsal bölgede olgular arasında güçlü bir ilişkinin olduğu düşünülür.  $Z(G)$  değeri, 0 değerine yakın olması ise mekânsal bölgede olgular arasında anlamlı bir küme olmadığını belirtmektedir.

### **3.3.1.8 Besag ve Newell Testi**

Besag Newell testi (1991), Openshaw tarafından 1980'lerin ortasında geliştirilen (GAM:Geographical Analysis Machine) Coğrafi Analiz Aracı'nın geliştirilmiş bir versiyonudur. GAM metodunda, coğrafi alanda belirli merkezler oluşturularak bölge taranmaktadır. Coğrafi bölgede merkez seçilen yerlerde bir yarıçap üretilmekte ve bölge kümelenme için tanımlanmış yarıçap ile test edilmektedir. Daha sonra GAM bütün bölgedeki her noktada olguları test etmektedir. GAM testleri aslında nadir görülen hastalıkların kümelenmesini tartışmak için kullanılmıştır.

Besag ve Newell metodu, hem global test hem de odaklanmış test amaçlı kullanılabilir. Her metodun etkinliği, testi ifade etmek için kullanılan varsayımlara dayanmaktadır. Bu varsayımlar, risk altındaki değişken nüfus, hastalığı kısıtlamak için riskin hesaplanması, verilerin karakteristiği ve analizde yer almak üzere verilerin değişken zaman periyotlarıdır. Global Besag ve Newell testinde, hastalık riski, kümelenmeye işaret eden vaka sayısı ve testin anlamlılık düzeyi sonuçlarla birebir ilişkili maddelerdir. Hastalığı kısıtlama riskini hesaplamak başlangıçta önemsiz bir uygulama gibi gelebilir. Test bu hastalığı taşıma riskinin herkeste aynı olduğunu varsaymaktadır. Bu şekilde, toplam vakalar ile birlikte toplam nüfus alınarak olasılık hesaplanabilir (Kafadar et al. 2004).

### **3.3.1.9 Ripley K fonksiyonu**

Ripley'in K fonksiyonu coğrafi bölgeye ait nokta veriler ile mekânsal yapıyı analiz etmek için kullanılır. Bu yöntem belirli bir mesafe ile diğer olgular arasında ne kadar olgu/vaka bulunduğunu ölçer. Ripley'in K fonksiyonu nokta yapıyı, bilinen yöntemler ile diğer nokta yapılarını karşılaştırmaktadır. Eğer sadece çalışma bölgesinde kümeleme

olup olmadığını araştırılacak ise ve mevcut veriler kendine özgü (individual) sadece lokasyona ait veriler ise bu yöntemin çalışmada kullanması doğru olur (Bailey and Gatrell 1995).

K fonksiyonu, yapılarla ilgili geniş saha boyutları üzerinde sadece en yakın komşu mesafesi ile değil tüm yapılar arasındaki mesafeleri alarak mekânsal bağımlılıklarla ilgili bir özet sunar. Bu yüzden bu fonksiyonla sadece mekânsal bağımlılık araştırmaları yapılmamakta, spesifik modelleri açıklamada araştırmacıya fikir vermekte ve birçok modeldeki parametreleri kestirmede yardımcı olmaktadır.

### **3.3.2 Lokal Metotlar**

#### **3.3.2.1 Lokal Moran I**

Anselin, Moran I temeline dayanan Lokal Moran I adı altında yeni bir istatistik metodu geliştirmiştir (Anselin 1995). Birçok istatistik programında ya da konuyla ilgili makalelerde Lokal Moran I testi, LISA (Local Indicators of Spatial Association) adı ile anılmaktadır. Aslında LISA için birden fazla lokal testin (Lokal Moran I,  $G_i^*(d)$ ) görevini yerine getiren bir istatistiksel yöntemler topluluğu demek daha doğrudur. Lokal Moran I yöntemi ile LISA arasındaki fark, LISA'nın bölgede Lokal Moran I testine göre daha kapsamlı çalışmasıdır. Lokal Moran I testi ile sadece bölge içerisinde lokal kümeler ve/veya mekânsal aykırılıklar (spatial outliers) var ise, bunların yerleri tespit edilebilir. Lokal kümelerin hangi değerlerden (pozitif-negatif) oluştuğu hakkında bilgi alınabilmesi için bir  $G_i^*(d)$  testini uygulanması gerekir. LISA ise bu iki testin görevini aynı anda üstlenen yani lokal kümelerin yerini gösteren, bu kümelerin hangi değerlerden oluştuğunu belirten ve mekânsal aykırılıkların yerlerini gösteren akıllı istatistik topluluğudur. Bu yüzden bu iki kavram birbiri ile karıştırılmamalıdır.

Moran I ve Geary C gibi Lokal Moran I da bir otokorelasyon ölçen istatistik metodu olmasına karşın diğer iki metottan farklılığı, lokal (yerel) mekânsal otokorelasyon metodu olmasından kaynaklanmaktadır. Lokal mekânsal otokorelasyon istatistikleri, gözleme ilişkin mekânsal korelasyon içeren ölçülerdir. Bu istatistikler, bireysel noktalara veya bölgeye ait alt gruplara odaklanır ve her bir gözlemin, lokal mekânsal

otokorelasyon istatistiğine sağlamış olduğu katkıları, ayrıntılı bir şekilde ortaya koymaya olanak sağlar. Bu tür istatistikler, çalışma bölgesinin alt gruplarında mekânsal kümelenme olup olmadığını ve mekânsal durağan olmayışı açığa çıkarmakta, mekânsal yönetimlerinin içeriğini belirlemekte ve global istatistiklerin kümelenmeyi belirlemekte hata yaptıkları ya da güçlük çektikleri durumlarda kümelenmeyi ortaya çıkarmak için tercih edilmektedirler (Özdamar 2000). Coğrafi analiz açısından LISA'nın birtakım özellikleri vardır:

- Her gözlem için LISA, gözlem etrafındaki benzer değerlerin/vakaların anlamlı mekânsal kümelenmelerinin boyutu ile ilgili bir bildiri sağlamaktadır
- Tüm gözlemler için LISA'ların toplamı, mekânsal ilişkinin global işareti ile orantılıdır.

İkinci özellik, LISA metodunun diğer lokal mekânsal metotlar (Turnbull, Lokal  $G_i$  vb.) arasından sıyrılmasından dolayı önemli bir özelliktir. Lokal Moran I, Global Moran I'den elde edildiğinden dolayı her ikisinin de aynı mekânsal ağırlık matrisi ( $W_{ij}$ ) alması söz konusudur. Aynı şekilde Lokal Moran I'nin sonuçları, Global Moran I ile oldukça benzerdir. Yüksek pozitif mekânsal otokorelasyon değerleri, benzer verilere ve kümelenmeye işaret etmektedir. Lokal Moran I'nin değeri sifıra yakın ya da ondan az ise (hem pozitif hem negatif yöne), bu kümelenmenin olmadığını ve verilerin benzer olmadığını gösterir (Kafadar et al. 2004).

Her istatistiksel metotta dikkat edilmesi gereken hususlar olduğu gibi, Lokal Moran I metodunda da nüfus ve uzaklık gibi dikkat edilmesi gereken kavramlar vardır. Bu test için uzaklık araştırmalarında nüfusun sorun oluşturabilmesi söz konusudur. Bu nedenle bazı yazarlar posta kodlarının kullanımını önermektedir. Bir diğer sorun da, testin çalışma esnasında uzaklığı iyi anlamayı gerektirmesidir. Testi gerçekleştirmek için iyi bir uzaklık belirlemek en iyi sonucu elde etmek açısından önemlidir (Kafadar et al. 2004).

$H_0$ : Gözlemlenmiş değerlerin mekânı ile yakınındaki mekânlarda gözlemlenmiş değerler arasında bir bağlantı yoktur ( $I_i$  değerleri 0'a yakındır).

$H_A$  : Değerler kümelendiğinde (hastalık oranları gibi) zaman, yakınındaki mekânlarda da benzerlik gösterir ( $I_i$  değerleri pozitif veya negatif yönde büyük olur).

Test istatistiği  $I_i$  :

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S_i^2} \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij} (x_j - \bar{x}) \quad (3.36)$$

şeklinde hesaplanır.

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}}{N-1} - \bar{x}^2 \quad (3.37)$$

Rasgelelik hipotezi altında beklenen değeri:

$$E(I_i) = - \frac{\sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}}{N-1} \quad (3.38)$$

ile verilir.

$I_i$ 'nin varyans değeri:

$$\text{Var}(I_i) = - \frac{(N - b_{2_i}) \sum_{j=1, j \neq i}^N w_{ij}^2}{N-1} - \frac{(2b_{2_i} - N) \sum_{k=1, k \neq i}^N \sum_{h=1, h \neq i}^N w_{ik} w_{ih}}{(N-1)(N-2)} - [E(I_i)]^2 \quad (3.39)$$

ile hesaplanır.

$b_{2_i}$  ise:

$$b_{2_i} = \frac{N \sum_{i=1, i \neq j}^N (x_i - \bar{x})^4}{\left[ \sum_{i=1, i \neq j}^N (x_i - \bar{x})^2 \right]^2} \quad (3.40)$$

şeklinde hesaplanır.

Her bir nokta için ayrı ayrı  $I_i$  değeri hesaplanır ve noktalara ilişkin  $I_i$ 'lerinin değerlerinin önemliliği:

$$z_i = \frac{I_i - E(I_i)}{\sqrt{\text{Var}(I_i)}} \quad (3.41)$$

ile belirlenir.

Lokal Moran I'nin değerleri seçilen mekânsal ağırlık Őemasına göre belirlenen  $w(i, j)$  ağırlıklarına dayanır.

### 3.3.2.2 Lokal $G_i(d)$ ve $G_i^*(d)$ Testleri

$G_i(d)$  ve  $G_i^*(d)$  testleri yüksek ve düşük kümelerle evrilenmiŐ alt bölgeleri ifade edecek Şekilde Ord ve Getis tarafından 1995 yılında geliştirilmiştir. Bu testlerin gerek yöntem gerek ise kullanım amacı bakımından birbirlerinden önemli farklılıkları vardır.  $G_i(d)$ , toplamdan  $i$ . noktanın değerini çıkarır ve daha çok ayrılma ya da yayılma çalışmalarında kullanılır.  $G_i^*(d)$  ise  $i$ . noktanın değerini içerir ve genellikle kümeleme çalışmalarında kullanılır. Her iki istatistik yönteminde, pozitif  $G_i(d)$  ve  $G_i^*(d)$  değerleri önemli mekânsal kümelenmeye, negatif değerleri ise düşük mekânsal kümelenmeye işarettir. İstatistiğin sıfır ve alternatif hipotezi aşağıdaki gibi oluşturulur.

$H_0$  :  $i$  noktasının belirtilmiŐ mesafe uzaklığı içerisinde, yüksek veya düşük değerlerin kümelenmesi yoktur, test istatistiği değeri 0'a yakındır

$H_A$  :  $i$  noktasının belirtilmiŐ mesafe uzaklığı içerisinde, yüksek veya düşük değerlerin kümelenmesi vardır.

Test istatistiği  $G_i(d)$ :

$$G_i(d) = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij}(d)x_j - \bar{x}_i \sum_{j=1}^N w_{ij}(d)}{S_i \sqrt{\frac{(N-1) \sum_{j=1}^N w_{ij}^2(d) - \left( \sum_{j=1}^N w_{ij}(d) \right)^2}{N-2}}} \quad (3.42)$$

ile hesaplanır (Ord and Getis 1995).

Burada  $\bar{x}_i$  ve  $S_i$  notasyonu:

$$\bar{x}_i = \frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N x_j}{N-1} \quad (3.43)$$

$$S(i) = \sqrt{\frac{\sum_{j=1, i \neq j}^N x_j^2}{N-1} - (\bar{x}_i)^2} \quad (3.44)$$

yardımla belirlenir.

$G_i^*(d)$  test istatistiği ise:

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij}(d) x_j - \bar{x} \sum_{j=1}^N w_{ij}(d)}{S \sqrt{\frac{N \sum_{j=1}^N w_{ij}^2(d) - \left( \sum_{j=1}^N w_{ij}(d) \right)^2}{N-1}}} \quad (3.45)$$

ile hesaplanır.

Burada  $\bar{x}$  ve  $S$  notasyonu:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{j=1}^N x_j}{N} \quad (3.46)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N x_j^2}{N} - (\bar{x})^2} \quad (3.47)$$

yardımla belirlenir.

$G_i^*(d)$ 'nin beklenen değeri ve varyansı:

$$E(G_i^*) = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij}(d)}{N} \quad (3.48)$$

$$\text{Var}(G_i^*) = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij}(d) \left( N - \sum_{j=1}^N w_{ij}(d) \right)}{N^2 (N-1)} \frac{S}{\bar{x}} \quad (3.49)$$

ile verilir.

### **3.3.2.3 Turnbull İstatistiği (Lokal Kümeler İçin)**

Turnbull metodu veri seti içerisindeki her bir mekân/lokasyon için test istatistiğini ortaya koyan bir lokal kümeleme metodudur. Test istatistiği, pencere ortalı belirli lokasyon üzerinde gözlemlenen olgu sayısıdır. Bu olgu sayısı kullanıcı tanımlı popülasyon eşiğine göre hesaplanır. Esas itibariyle bu istatistik, önceden belirlenmiş popülasyon içerisindeki olguların kümelenmelerini aramaktadır. Turnbull metodu, grup düzeyinde veriler içerisinde lokal mekânsal kümeleri tespit eder. Olgu kümeleri için çalışma alanı içerisindeki popülasyon taranır. Bu metot, popülasyon boyutu yüksek risk olarak bilinen a priori olduğu zaman çok güçlü olmaktadır. Aksi durumda, Kulldorff'un mekânsal tarama testi Turnbull'un metodundan daha sağlıklı olacaktır. Test istatistiği popülasyon büyüklüğü  $R$ 'nin, tüm gözlemlenen pencereler arasında maksimum olgu sayısıdır.  $R$  değerinin seçimi hücrelerin ortalama büyüklüğüne, hastalığa ve düşünölen riske maruz kalma yapısına bağlıdır (Turnbull B.W et al. 1990).

### **3.3.2.4 Openshaw'un GAM Yöntemi**

Openshaw ve arkadaşları Coğrafi Analiz Makinesi yöntemini ileri sürmüşlerdir. Bu yöntemde hastalık olgusunun kümelenmesinin araştırılacağı bölge karelere bölünür ve bu karelerin merkezlerinden çeşitli çaplarda çemberler çizilir. emberdeki hastalıkla ilgili olguların sayısının önemli olup olmadığı, Monte Carlo testi ile hesaplanır. Tüm bu çemberler için gözlenen olgu sayısının Poisson dağılımına göre beklenen değerden sapıp saptmadığı araştırılır. Gözlenen olgu sayısının fazla olduğu çemberler harita üzerine çizilir ve elde edilen bu çemberlere göre kümelenmenin olup olmadığına karar verilir (Karabulut 2003).

### **3.3.3 Odaklanmış Testler**

#### **3.3.3.1 Lawson ve Waller Skor Testi**

Belirlenen bir mekân etrafında hastalık kümelenmesinin olup olmadığını tespit etmek amacıyla Lawson, Waller ve arkadaşları bir yöntem geliştirmişlerdir.

$H_0$ : Poisson rastlantısal değişken bilinen oran ile birlikte gözlemlenen olgu sayıları her bölge içerisinde bağımsızdır

$H_A$ : Poisson rastlantısal değişkenler, hastalık oranının orantılı olarak artan fonksiyonu olduğu yerde gözlemlenen olgu sayıları her bölge içerisinde bağımsızdır

Bu yöntemde test istatistiği  $U$  'ya eşit olup;

$$U = \sum_{i=1}^I g_i (O_i - E_i) \quad (3.50)$$

şeklinde hesaplanır.

$O_i$ : yokluk hipotezi altında belirlenmiş hücredeki ( $i$ ) gözlemlenen olgu sayısı

$E_i$ : yokluk hipotezi altında hücre  $i$ 'deki olguların beklenen sayısı

$g_i$ :  $i$ . Hücredeki olgular için riskte maruz kalma ölçüsü

Maruz kalmanın kesin kestirimleri olmadığında  $g_i$ , hücre  $i$ 'nin merkezinden odağa olan uzaklığın ( $1/d$ ) şeklinde alınması ile saf dışı bırakılabilir (Waller et.al.1992).

### 3.3.3.2 Stone Yöntemi

Stone bir tek odak etrafında artan önemlilik için, odaklandırılmış test geliştirmiştir. Bu yöntemde odak için maruz kalma durumu bilinmediğinde, odaktan uzaklaştığında maruz kalma düzeyinin artmadığını düşünmek temel prensiptir. Çalışma yapılan coğrafi bölgede, her bir hücrenin popülasyon merkezinden uzaklığı sırası ile  $i = 1, \dots, I$  şeklinde indekslerle ifade edilir. Bu durumda  $\{C_i\}_{i=1}^I$  sırası hücrelerin odaktan (focus) uzaklığa göre sıralanmış sayılarını verir.  $E_i$  yokluk hipotezi altında içsel standartlaştırma ( $E_i = (n_i c_i / n_i)$ ) ya da referans popülasyonuna dayalı dışsal standartlaştırma kullanıldığında, beklenen olgu sayısını gösterir.  $\theta = (\theta_1, \theta_2, \dots, \theta_I)$  her bir hücre için rölatif risk vektörü ise, bu tanımlamalara göre yokluk ve alternatif hipotezi aşağıdaki gibi oluşturulabilir;

$H_0 = \{C_i\}$  'ler bağımsızdır ve ortalama  $E_i$  ile Poisson dağılır. ( $1 \leq i \leq I$ )



$H_A = \{C_i\}$ 'ler bağımsızdır ve ortalama  $\theta_i E_i$  ile Poisson dağılır. ( $1 \leq i \leq j$ )

Rölatif riskler odaktan uzaklaştıkça monoton olarak azalır. Stone sıralama kısıtı altında, birinci izotonik regresyon kestirimine dayanan bir test önermiştir. Stone'un önerdiği test,

$$T_{Stone} = \theta_I = \max \frac{\sum_{i=1}^j C_i}{\sum_{i=1}^j E_i} \quad (3.51)$$

ile belirlenebilmektedir.

$T_{Stone}$  istatistiğinin, yokluk hipotezi ya da daha önce tanımlanmış herhangi bir alternatif hipotez altında dağılımı, benzetim yapmadan Poisson geçiş olasılıklarıyla rasgele yürüme ile belirlenebilir (Karabulut 2003).

### 3.3.3.3 Diggle Metodu

Bu metot ilk olarak 1990 yılında Diggle tarafından geliştirilmiştir. 1994 yılında Diggle ve Rowlingson bu metodun üzerinde biraz değişiklik yaparak yeni bir metot ortaya çıkarmışlardır. Diggle metodu birey düzeyindeki veriler için mekânsal, odaklanmış küme belirleme metodu olarak biçilmiş kaftandır. Bu metot bireyler ile birlikte hastalığın etkisinin (ilgi alanının) mekânsal dağılımını test eder. Olgu lokasyonlarının mekânsal yapısı, daha çok alışılmış kontrol hastalıkları ve kontrol objelerinin mekânsal yapısı ile karşılaştırılır. Testin yokluk ve alternatif hipotezi şöyle oluşturulur;

$H_0$ : olgu ve hastalık kontrol vakası aynı mekânsal dağılım altında bulunur.

$H_A$ : olgu objelerin lokasyonları kontrol lokasyonlarından farklı bir mekânsal yapıya sahiptir ve olgu lokasyonların yoğunluğu odağın yanında/yakınında kontrolden daha yüksektir.

Test aslında olgu objelerin, lokasyonlarının iki mekânsal modelde karşılaştırılması için oldukça iyi bir yöntemdir. Geçerli olmayan mekânsal model kontrol lokasyonlarından gelişmiştir ve model odaktan olan mesafeyi de içine alır. Kontrol objelerinin

lokasyonlarının mekânsal yapısı, yoğunluk ya da sıklık olarak da adlandırılır. (Diggle 1990 and Diggle and Rowlingson 1994).

### **3.3.3.4 Bithell'in Lineer Risk Skor Testi**

Bu metot nokta kaynağı civarında aşırı bir risk durumu söz konusu ise onu tespit eder. Özgün yapıların riski rölatif risk fonksiyonuyla (RRF) ile ilgili olarak alternatif hipotezin ehemniyeti altındadır. Her durum için bölgelerde verilen rölatif riskin logaritmasından yararlanarak risk skoru tayin edilir. Metodun temelinde rölatif risk kavramı vardır. Bithell'in testi için rölatif riskin mekânın bir fonksiyonu olarak düşünülmesi gerekir.

Bithell testinin uygulanabilmesi için rölatif risk fonksiyonunun oluşturulması gerekir (odaktan olan mesafenin fonksiyonu). Rölatif risk modelinin kabul edilebilir olup olmadığına, odağın etrafındaki bölgenin bir bölümünün bilinen oranları ile hastalığın arka planı için verilen tahmini oranları karşılaştırarak karar verilebilir.

### **3.4 Mekân-Zaman Etkileşimlerine Göre Kümeleme Yöntemleri**

Mekânsal-zamansal testler bir coğrafi alan içerisinde birbirlerine yakın yerlerde ortaya çıkan hastalıkların aynı zaman içerisinde oluşup oluşmadığına karar vermek için kullanılan testlerdir. Bu testler belirli bir zamanda belirli bir yerde oluşan olguların daha geniş sıklığını hesaplamaktadır. Hem mekânsal hem de zamansal olarak birbirine yakın meydana gelen hastalıklar mekânsal-zamansal kümelenme gösterirler. Verileri sadece zaman içerisinde toplamak, araştırılan bölgenin çoğu bölümleri bir salgına maruz kaldığında eldeki örneği belirsizleştirecektir. Örneğin kuş gribi hastalığıyla ilgili sadece olguların oluş zamanlarına ait toplanmış bilgilerle kümelenme çalışması yapmak istenilen hedeften uzaklaştırır. Çünkü kuş gribi hastalığı salgın bir hastalıktır ve bu tür hastalıklarda zaman-mekân etkileşimi olduğu için bu husus göz önünde bulundurulmalıdır. Benzer olarak, vaka toplamlarına ilişkin bir zaman sekansına ulaşmak amacı ile mekânları bir araya getirmek, benzer büyüklükteki salgınlar belirgin bir biçimde aynı oranda zaman içerisinde bir dağılım gösterdiğinde, örneği belirsizleştirecektir. Herhangi bir zamansal eğilime ve temelde yatan coğrafi nüfus

yoğunluğuna göre bazı hastalık olgularının beklenenden daha fazla kümelenip kümelenmediğiyle ilgilenen epidemiyolojik çalışmalarda mekân-zaman etkileşimi testleri oldukça sık kullanılan testler arasındadır. Bu testler kendi içerisinde temel prensip olarak üç türe ayrılabilir. Bazı testler araştırma altındaki bölge ve zamanda bir olgunun dağılımının mekânsal-zamansal benzerlik ile uyuşmayan genel bir örnek oluşturup oluşturmadığını incelemektedir (Jacquez k-yakın komşu testi, Mantel ve Knox). Bu testler mekân-zaman etkileşimlerini ortaya çıkarmaktadır. Testlerin bir üçüncü türü ise, zaman ve mekân içerisinde daha önceden belirlenmiş bir alt bölge çevresinde bir kümelenmenin olup olmadığını inceleyenlerdir (Kafadar et al. 2004).

### 3.4.1 Mantel Testi

Mantel metodu birey düzeyindeki veriler için mekân-zaman etkileşimini ölçer. Knox metodundan farklı olarak, çözümsel belirtme ve aşamalı mesafelere yer-zaman birlikteliği için ihtiyaç duymaz. Bu metotla mekân ve zaman mesafe matrisleri hesaplanır. Bu yüzden testi yapabilmek için olgu çiftleri arasındaki mekân ve zaman uzaklıklarının bilinmesi gerekir. Mekân-zaman etkileşimi olduğunda, mekân olarak yakın olan olgular zaman içinde de yakındır ve test değeri büyük çıkar görüşü bu testin temelini oluşturur.

Test istatistiği  $r$ , zaman mesafesinin toplamının, tüm olgu çiftleri için mekânsal mesafe ile çarpımıdır. Mantel test istatistiği  $z$ , zaman mesafesi ile mekânsal mesafe çarpımı ile boylu boyunca olgu çiftlerinin toplamıdır.

Mantel çarpımı olarak da adlandırılan  $z$  :

$$z = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N s_{ij} t_{ij} \quad (3.52)$$

şeklinde hesaplanır. Burada,

$s_{ij}$  : olgu  $i$  ve  $j$  arasındaki yer uzaklığı

$t_{ij}$  : olgu  $i$  ve  $j$  arasındaki zaman uzaklığı

$N$  : olguların sayısıdır.

Standartlaştırılmış Mantel istatistiği ise

$$r = \frac{1}{(N^2 - N - 1)} \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left( \frac{s_{ij} - \bar{s}}{s_s} \right) \left( \frac{t_{ij} - \bar{t}}{s_t} \right) \quad (3.53)$$

olarak elde edilir. Burada,

$s_s$  : yer uzaklıklarının standart sapması

$s_t$  : zaman uzaklıklarının standart sapması

$\bar{s}$  : ortalama yer uzaklığı

$\bar{t}$  : ortalama zaman uzaklığı

ifade eder.

$r$  matris korelasyonunun ölçümüdür ve aralığı  $-1 \leq r \leq 1$  şeklindedir.  $Z$ 'ye göre değerlendirilmesi daha kolaydır.  $Z$  ve  $r$  değeri, zaman mesafeleri mekân mesafeleri üzerinde doğrusal bağımlı olduğu zaman büyür (Mantel 1967).

### 3.4.2 Jacquez'in k-En Yakın Komşu Testi

Geoffrey Mark Jacquez'in k - en yakın komşu testi (1996) bireysel düzeydeki verilerin etkileşimi için bir testtir. Bu testte, nokta verileri olarak olgu mekânları ve tarihleri kullanılır. Öznitelikten kaçınır ve kontrolleri gerektirmez. Heterojen nüfus yoğunluğu ile önyargılı olmamasına rağmen nüfus boyutunun zaman içerisinde değişimi ile önyargılıdır.

Test istatistiği  $J_k$ , en yakın komşuda mekân-zaman içinde birlikte görülen olgu çiftlerinin sayısıdır. Yer-zaman etkileşimi olduğunda test istatistiği büyük çıkar. Toplam test istatistiği:

$$J_k = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N s_{ijk} t_{ijk} \quad (3.54)$$

ile belirlenir. Burada,

$s_{ijk}$  : mekânsal en yakın komşu ölçüsü; eğer  $j$  olgusu  $i$  için yer olarak en yakın komşu olgusu ise  $s_{ijk} = 1$  'e eşit olur aksi durumlarda  $s_{ijk}$  'nın değeri 0'dır

$t_{ijk}$  : zaman en yakın komşu ölçüsü; eğer  $j$  olgusu  $i$  için zaman olarak en yakın komşu olgusu ise  $t_{ijk} = 1$  'e eşit olur aksi durumlarda  $t_{ijk}$  'nın değeri 0'dır

$k$  : analiz içinde en yakın komşu sayılarını göstermektedir ( eğer  $k = 1$  ise birinci en yakın komşu, eğer  $k = 2$  ise birinci ve ikinci en yakın komşuyu ifade eder)

$DJ_k$  :  $k - 1$  arttırıldığında eklenen en yakın mekân-zaman komşularının sayısıdır.

$DJ_k$ ,  $k - 1$  en yakın komşular için gözlenenin üstünde ve ötesinde mekân-zaman etkileşimini ölçer. Diğer yandan  $J_k$ , 1'den  $k$ 'ya kadar tüm en yakın komşu ilişkilerinin içerilmiş olduğu mekân-zaman etkileşiminin toplam ölçümüdür.

k-spesifik test istatistiği:

$$DJ_k = J_k - J_{k-1} \quad (3.55)$$

şeklinde hesaplanır (Jacquez 1996).

### 3.4.3 Knox Testi

Knox 'un mekân-zaman etkileşimine yönelik testleri kümelenme testleri içerisinde en eskisidir. Bu metodun diğer mekân-zaman kümelenme yöntemlerinden farkı, yöntemin temelini teşkil eden kritik yer ve kritik zaman değerlerinin kullanıcı tanımlı olmasıdır. Ayrıca testin basit olması, test istatistiğinin hesaplanmasının kolay olması ve testin hesaplanması için olgu-kontrol çiftlerinden sadece olguların yeterli olması testin kullanılmasının cazipliğini arttırmaktadır. Testin avantajları fazla olmasına rağmen dezavantajları da mevcuttur. Mantel (1967), tüm alt coğrafi bölgelerde nüfus artış hızı sabit olmadığında, Knox testinin yanlı olduğunu belirtmiştir. Knox testi, bir bölgede mekân-zaman etkileşimini yakalamak için kullanıldığında oluşan etkileşimin, nüfus dağılımındaki değişimlerden mi yoksa hastalıkla ilgili olaylardan mı kaynaklandığı konusunda araştırmacıya yardımcı olamaz. Bir diğer dezavantajı ise, her ne kadar kritik mesafelerin seçiminin kullanıcıya bırakılması durumu avantaj gibi görülse de

araştırmacının olası kümelenmenin hangi ölçekte olacağı konusunda kararsız kalması gibi bir sorun yaratmaktadır (Karabulut 2003).

Olgu çiftleri arasındaki yer uzaklığı, daha önce kullanıcı tarafından tanımlanmış kritik yer mesafesinden küçük ise bu olguların yer açısından yakın olduğu düşünülür. Olgu çiftleri arasında zaman aralığı, kritik zaman aralığından küçük ise olguların zaman açısından yakın olduğu düşünülür.

Test istatistiği  $X$ , yukarıda açıklanan iki maddenin birleşiminden ileri gelmektedir yani test istatistiğinin değeri kritik yer ve kritik zaman mesafelerinden (her ikisi birlikte) küçük olarak ayrılmış olgu çiftlerinin sayısıdır. Etkileşim bulunduğu (mekân-zaman) olgu çiftleri birbirlerine yakın ve test istatistiğini değerinin büyük olması beklenir.

Test istatistiği:

$$X = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{i-1} s_{ij} t_{ij} \quad (3.56)$$

yardımı ile hesaplanır. Burada,

$N$  : olgu sayıları

$s_{ij}$  : yer yakınlık değeri;  $i$  ve  $j$  olgularının arasındaki mesafe kritik yer mesafesinden küçük olduğu zaman  $s_{ij} = 1$ , aksi durumda  $s_{ij} = 0$  'dır

$t_{ij}$  : zaman yakınlık değeri;  $i$  ve  $j$  olgularının arasındaki bekleme süresi kritik zaman mesafesinden küçük olduğu zaman  $t_{ij} = 1$ , aksi durumda  $t_{ij} = 0$  'dır

Knox metodunu uygulayabilmek için spesifik kritik mekân ve zaman mesafelerine ihtiyaç vardır, aksi halde  $s_{ij}, t_{ij}$  hesaplanamaz. Knox metodu, kümeleri, kritik zaman mesafesi ve kritik mekân mesafesi kullanarak tespit eder. Kritik mekân mesafesinden küçük ayrılmış olgu çiftleri, konum içinde birbirlerine yakın olarak nitelendirilir. Aynı şekilde kritik zaman mesafesinden küçük ayrılmış olgu çiftleri, zaman içinde birbirlerine yakın olarak nitelendirilir (Knox 1963, 1964).

### 3.4.4 Kulldorff'un Mekân-Zaman İstatistiği

Kulldorff mekân-zaman tarama istatistiği bir bölgede mekân-zaman içerisindeki anlamlı kümeleri tespit eder. Metot, grup düzeyindeki verilerle uygulanmaktadır. Bu test, açıkça belli olan yükselmiş risklerin kümelenmesini belirlemek için kullanılan bir metottur. Test en muhtemel kümelenmeyi tanımladığı için araştırmacı olarak da kullanılabilir (Kafadar 2004). Metot, verileri bazı zaman aralıkları boyunca anormal çok sayıda vakaya sahip coğrafi alt bölgeler için taramaktadır. Tarama istatistiği, olguların zaman ve mekân içerisindeki aşırılıklarını tespit etmek için, dairesel veya silindirik pencere kullanır. Bu ifade içerisindeki pencere basitçe, incelenecek coğrafi bölgede büyüklüğü önceden belirlenen ya da çalışma süresince genişleyebilen ve daralabilen küçük geometrik alanlardan oluşmaktadır (kare, silindir, daire vb.). Mekân-zaman taramalarında silindirik pencerenin, sadece yer tarama çalışmalarında ise dairesel pencerenin kullanılmasını tercih edilmektedir. Her bir mekânsal bölgede, dairesel pencere bir üst boyut limitine gelene kadar artar. Mekânsal tarama için dairesel pencere, sistemli olarak çalışma alanının bir ucundan diğer ucuna kadar gezdirilir. Diğer bir durum ise tarama penceresinin, veri setleri içinde her bir lokasyon için hareket ettirilmesidir. Her pencerenin maksimum boyutunun, çalışma alanı için toplam popülasyon risk boyutunun %50'sini geçmemesi gerekir. Eğer silindirik pencere kullanılacaksa, her bir mekânsal-zamansal lokasyonda silindirik pencere bir üst boyut limitine erişene kadar, boyut içerisinde hem konum hem de zaman olarak artacak şekilde büyür. Silindirik pencere, sistemli bir şekilde çalışma alanının baştan sonuna kadar coğrafi ve zamansal konumlarında mekân-zaman taraması için hareket ettirilir. Tarama istatistiğinde sıfır ve alternatif hipotez, Bernoulli ya da Poisson modeline dayandırılabilir. Bernoulli ve Poisson modeli geniş bir nüfusta, nadir hastalıklar için benzer sonuçlara götürür. Bir başka ifade ile küçük olgu sayıları için her ikisi de benzer modellerdir. Bernoulli modeli olgu ve kontrol hakkında sorular için en iyisidir. Poisson modeli ise olgu ve popülasyondaki risk sayıları ile ilgili soruları Bernoulli'ye göre daha iyi yanıtlar. İkili sayılar varsa Bernoulli modeli, ölçümlerin sürekli veri tipinde olduğu risk faktörleriyle ilgili sayılar varsa Poisson modeli kullanılmalıdır (Kulldorff and Nagarwalla 1995, Kulldorff 1997, 1999).

Veriler için yokluk hipotezinin mi yoksa alternatif hipotezinin mi daha uygun olduğunu bulmak amacıyla hipotezler, maksimum olabilirlik oranı testi ile değerlendirilir.

Olabilirlik oranı:

$$\frac{L(Z)}{L_0} = \frac{\left(\frac{n_Z}{\mu(Z)}\right)^{n_Z} \left(\frac{N - n_Z}{N - \mu(Z)}\right)^{N - n_Z}}{\left(\frac{N}{\mu(A)}\right)^N} \quad (3.57)$$

ile hesaplanır.

Denklemden,

$n_Z$ : Z bölgesindeki gözlemlenen olgu sayısı

$\mu(Z)$ : Z bölge silindiri içindeki beklenen olgu sayısı

$\mu(A)$ : tüm alandaki beklenen olgu sayısı

$N$ : tüm alanlardaki gözlemlenen olgu sayısı

olarak ifade edilmektedir.

Tarama istatistiği için gözlemlenen değerin anlamı, Monte Carlo simülasyonuna dayanır ve düşük p değeri kümelenme olduğunu gösterir (Kulldorff 1999).



## 4. UYGULAMA

### 4.1 Kümeleme Metotlarının Sağlık Taraması Çalışması Kullanımındaki Metodolojisi

#### 4.1.1 Yumuşatma (Smoothing) ve Önemi

Sözlük anlamı yumuşatma veya düzleştirme olan “smoothing” kavramı kullanıldığı yere göre farklı anlam taşıyabilir. Genel anlamda yumuşatma; bir dizi veriden tablo ve grafik türü çıktıları elde ederken bazı düzensiz ve uç değerlerin diziyi etkilemesi ve yanlış çıktılar elde edilmesini engellemek amacıyla, bu tür düzensiz ve uç değerlerin işlem dışı bırakılması, görmezlikten gelinmesi anlamına gelmektedir. Yumuşatmanın en çok kullanıldığı disiplin veri madenciliği (data mining) alanıdır. Veri madenciliğinde veri temizleme tekniğinin kullanılmasını gerektiren problemlerden birisi de gürültülü (noise) verilerdir. Gürültü, ölçülen değişkendeki varyans veya raslantısal bir hatadır. Gürültülü verilerin teşhis edilmesi amacıyla histogram, kümeleme analizi ve regresyon gibi teknikler kullanılabilir. Eğer ele alınan değişken sürekli bir değişken ise, gürültülü verilerin düzeltilmesi gerekmektedir (Oğuzlar 2003).

Yumuşatma işleminin temelinde komşu alanlarının verilerini ya da zaman periyotlarını ödünç alarak veri değerlerini düzelterip daha güvenilir ve güçlü verilerin elde edilmesi vardır. Kısacası yumuşatma işlemi ile rastsal uç değerleri ve küçük sayı problemini ortadan kaldırarak yanlış yorumlamaya yol açacak etkilerin önüne geçilmesi hedeflenir. Güvenilir olmayan alanın bilgiler tabanında daha iyi temsil edilmesine izin verir. Alanlar içerisinde gözlemlenen değerlerin küçük olması ve bu değerlerle oranların hesaplanması güvenilir olmayabilir buda veriyi kendi kendine sıradan bir model durumuna getirebilir. Güvenilir olmayan verilerin ayarlanması ancak varyasyonların bu verilerden uzaklaştırılmasıyla gerçekleşebilir ve bunun sonucunda verideki doğru değer gösterimine izin verilir (LGDU Wales 2005).

#### **4.1.1.1 Komşu Alanlardaki Verinin Yumuşatmaya Olan Etkisi ve Yumuşatmanın Uygulanması**

Veri ile alan birlikte analiz edildiği zaman iki olasılık ortaya çıkar. Bu olasılıklar verilerden herhangi biri ya alanın bir taraftan öbür tarafına aynı oranda yayılır ya da aynı oranda yayılmaz şeklindedir. Dolayısıyla verinin eşit olarak yayılmadığı yerlerde, yüksek değerlerdeki alanlar uygun bir şekilde diğerlerinin yanında ve düşük değerlerdeki alanlarda uygun bir şekilde diğerlerinin yanında bulunması beklenir. Bu yüzden her alanda veriler dikkate alınırken birbirlerinden bağımsızdırlar. Bir alan için veriler komşu alandaki verilerle beraber dikkate alınırsa ekstra bilgi sağlanmış olunur. Diğer alanlardan elde edilen veriler kullanılarak bazı belirsizlikler ve hatalar giderilir. Bu işlem literatürde mekânsal yumuşatma olarak bilinir. Yumuşatma teknikleri komşu alanlardaki yüksek dereceye sahip belirsiz değerleri düzeltmede kullanılır. Yumuşatma, sınırlardaki bölgelerde maruz kalınan olguyu, yansıtmada bulanıktır. Yumuşatmanın etkin olabilmesi için, gözlemlenen yüksek değerdeki alanların yüksek değerdeki alanların yanında ya da alçak değerdeki alanların alçak değerdeki alanların yanında bulunması gerekir. Bu da mekânsal otokorelasyon olarak adlandırılır.

Yumuşatmanın uygulanabilmesi için komşu alanlardaki bilgiler ödünç alınır. Yumuşatmada, kesin olmayan değerlerin daha güvenilir olana ya da hedef değere doğru düzeltilmesi temel prensiptir. Burada önemli olan nokta, kesin olmayan değer ne kadar düzeltileceğidir Yani yumuşatılma miktarının ne kadar olacağıdır. Yumuşatma uygulamalarında verinin ne kadar düzeltileceği gibi kesin bir yöntem yoktur. Bu yüzden yumuşatmanın miktarı sübjektif olup uygun miktarı araştırmacı belirler. Veri, küçük değerlerden oluşan değişikliği azaltmak için yeteri kadar yumuşatılmalıdır. Burada yumuşatmanın miktarı iyi belirlenmeli ve çok fazla olmamalıdır. Fazla yapılan yumuşatma işlemi ile veri kaybolmuş ve dolayısıyla bu yumuşatılmış verilerle yapılan uygulama sonuçları araştırmacıyı yanıltmış olur. İyi bir yumuşatmanın güvenilir olmayan elemanı (unsuru) veriden çıkartma kötü bir yumuşatmanın ise zorunlu olarak bütün değerleri ortalamaya doğru taşıma ve uç değerlerinin gücünü azaltma özelliği vardır.

Verinin yumuşatılmasında kullanılan birçok teknik vardır. Bu teknikler iki geniş kategoriye ayrılır. Bunlar klasik teknikler ve Bayesiyen teknikleridir. Klasik yumuşatma tekniklerinde verinin evvelki bilgisinin olmadığı varsayılır. İşlem sade bir şekilde gözlemlerden birleştirilmiş daha çok güvenilir değerden “ödünç güç” alır. Bayesian teknikleri ise varsayılan evvelki bilgilere dayanır. Kayıt sistemindeki değişiklikler ve medikal tedavilerin içerikleri ile ilgili bilgiler hesabın içine alınır. Evvelki bilgiler kullanıldığı zaman yumuşatılmış değerlerin hesabı daha karmaşık bir hale gelir. Hesap gücünün fazla olmasından dolayı, Bayesian yumuşatması son zamanlarda gittikçe popüler hale gelmiştir (LGDU Wales 2005). Uygulamada verinin yumuşatılması işlemleri için yumuşatma tekniklerinden biri olan Ampirik Bayes Metodu kullanılmıştır. Ampirik Bayes metodunu tanıtmadan önce Bayes metodunun genel yapısı hakkında bilgi verilecektir.

#### **4.1.2 Bayes Metodu**

Bayesian olasılık kuramı matematiksel istatistik kuramının bir dalıdır. Bu kuram, belirsizlik taşıyan herhangi bir durumun modelini oluşturmak, bu durumla ilgili evrensel doğruları ve gerçekçi gözlemleri kullanarak sonuçlara ulaşmak amacıyla kullanılır. Bu kuramı ilk olarak ortaya atan kişi 1702–1761 yılları arasında yaşamış bir İngiliz din adamı ve matematikçi olan Thomas Bayes’dir. Bilimsel karar verme yöntemlerinden biri olan Bayesian yaklaşımı, olasılıklı (kesin olmayan) bir bilginin incelenmesine objektif bir bakış açısını esas alır ki, bu yaklaşım bilimsel gerçekten daha çok bilginin aşamalarıyla ilgilenir.

Bayes kuramında sonsal olasılık (posterior), önsel olasılık (prior) ile olabirliğin (likelihood) bir fonksiyonudur. Yani önsel olasılıktan etkilenir ancak, örnek büyüklüğü arttıkça bu etkilenme giderek azalır ve bu fonksiyonda olabirlik önsel olasılığa göre (likelihood) daha fazla önem kazanır. Sonsal olasılık (veya dağılım), önsel olasılık (veya dağılım) ve mevcut verilere bağlı olarak bilinmeyenlere ait olan bilgileri birleştirerek özetler, epidemiyolojik çalışmalarda bayesian yöntem kullanılmasıyla karıştırıcı faktörlerin (confounding) kontrolü daha etkili bir biçimde sağlanmış olur.

Bayesian hiyerarşik modeller, günümüzde pek çok epidemiyolojik çalışmada kullanılmaktadır. Belli aralıklarla toplanan verilere dayanarak kronik bir hastalığın doğal hikâyesinin belirlenmesi, farklı zamanlardaki hastalık oranlarının karşılaştırılması, epidemiyolojik çalışmalarda ölçüm hatalarının saptanması, meme kanseri ile ilgili çalışmalar, genetik çalışmalar, fertilitate (doğurma yeteneği, verimlilik) ile ilgili çalışmalar Bayesian tekniğinin epidemiyolojik alanda kullanılmasına örnek gösterilebilir. Bu çalışmalarda Bayesian tekniğinin, sonuçları açıklamak ve maruziyet-hastalık ilişkisini ortaya çıkarmak için frekantist (klasik görüş) tekniğine göre daha güçlü ve gerçekçi olduğu tespit edilmiştir (Bilgel 2005).

#### **4.1.2.1 Ampirik Bayes Metodu**

Bazı uygulamalar içerisinde oranlar, risk altındaki popülasyonu değerlendirmede kullanılabilir (hastalık veya suç gibi). Bu risk altındaki popülasyonu değerlendirmede ham oranlar kullanıldığı zaman farklı popülasyon boyutları sonucu varyansta dengesizlik ve yanıltıcı aykırılıklar olur. Oranların yumuşatılması, varyanstaki dengesizliği düzeltmede bir çözüm yoludur. Oranlar diğer mekânsal birimlerden ödünç güç alma işlemi ile sağlamlaştırılmış olur.

GeoDA programının yerine getirdiği birkaç oran yumuşatıcısından biride Ampirik Bayes Yumuşatıcısı'dır. Tüm çalışma alanına dayanan hesaplanmış referans tahminiyle ortalaması alınan her alansal birim için bir işlenmemiş ham değere dayanır. Bu yumuşatma yönteminin Ampirik Bayes olarak adlandırılmasında iki önemli sebep vardır. Bunlardan ilki küçük tabanın oranları ile ilgili varyans dengesizliğini düzeltmek için Bayes tekniklerinin temelini oluşturan bir önsel dağılımdan güç alır. İkincisi ise önsel dağılımın var olan gözlemlerinin karakteristiklerine (ampirik) dayanmasıdır (İnt.Kyn.3).

Yumuşatma, veri içerisindeki değişkene ait aşırı değerleri ortalama veri setleri durumuna doğru getirir. Literatürde çeşitli yumuşatma algoritmaları mevcuttur. Mekân-zaman bilgi sistemleri genelde düşük popülasyona sahip alanların değerlerini ortalama değerlere doğru yumuşatan ampirik bayes yumuşatıcısını kullanır. Mekân-zaman bilgi sistemi içerisinde yumuşatıcı, oran veri seti ve popülasyon riski veri setini alır ve bu

değerleri 3 veri seti oluşturmak için kullanır. Bunlar iki yumuşatılmış veri seti ve veri setinin lokal ortalamalarıdır.

Yumuşatılmış veri setleri;

$$\tilde{\xi} = \tilde{m}_{\xi} + \tilde{C}_i (r_i - \tilde{m}_{\xi}) = \tilde{C}_i r_i + (1 - \tilde{C}_i) \tilde{m}_{\xi} \quad (4.1)$$

şeklinde hesaplanır.

Burada;

$\tilde{\xi}_i$  : yeni yumuşatılmış oran değeri

$m$  : global veya lokal popülasyonun ağırlıklı ortalaması

$C$  : ödünç alma faktörü

$r$  : veri seti oranı

ifade eder.

#### 4.1.2.2 Ödünç Alma (Shrinkage) Faktörü

Ödünç alma faktörü beklenen değere karşı global veya lokal ortalamanın gözlenen değere olan önemini belirginleştirir.

Eğer  $s^2 > \frac{\tilde{m}_{\xi}}{n}$  ise  $\tilde{C}_i$  (4.2) ile hesaplanır, aksi takdirde  $\tilde{C}_i$  'nin değeri 0'a eşittir.

$$\tilde{C}_i = \frac{s^2 - \frac{\tilde{m}_{\xi}}{n}}{s^2 - \frac{\tilde{m}_{\xi}}{n} + \frac{\tilde{m}_{\xi}}{n_i}} \quad (4.2)$$

Popülasyon boyutu  $n$  küçük olduğunda, ödünç alma faktörü 0 civarında olur ve kestirilen değer global veya lokal ortalamaya çok yakın olur. Popülasyon boyutu büyük olduğunda ise ödünç alma faktörü 1 civarında olur ve Bayes yumuşatıcısı değeri yaklaşık gözlenen değere doğru yaklaştırır.

Global veya lokal duruma göre  $\tilde{m}_{\xi}$  ve  $s^2$  değerlerinin hesaplanması farklılık gösterir.

Global ise:

$$\tilde{m}_\xi = \frac{\sum_{i=1}^N r_i n_i}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (4.3)$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^N n_i (r_i - \tilde{m}_\xi)^2}{\sum_{i=1}^N n_i} \quad (4.4)$$

yardımla hesaplanır.

Lokal ise:

$$\tilde{m}_{\xi,i} = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij} r_j n_j}{\sum_{j=1}^N w_{ij} n_j} \quad (4.5)$$

$$s_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij} n_j (r_j - \tilde{m}_{\xi,i})^2}{\sum_{j=1}^N w_{ij} n_j} \quad (4.6)$$

denklemlerinden yararlanılır.

Hesaplamalar sonucu elde edilen değerler, küçük popülasyonların düzeltilmiş yaklaşık global ve lokal ortalamalara dayanır. Popülasyon ağırlıklı ortalama  $m$ ; her bir lokasyon için popülasyonun oran zamanlarının toplamının, toplam popülasyon riskine bölümüdür. Lokal ortalama hesaplamalarında, global ortalama hesaplarından farklı olarak “ $w_{ij}$ ” mekânsal ağırlıklar kullanır.

### 4.1.3 Kutu çizgileri

Görselleştirme tekniklerinden biri olan kutu çizgileri Tukey tarafından icat edilmiştir. Kutu çizgileri özellikle aykırılıkların tespitinde ve verilerin dağılımının gözden geçirilmesinde kullanılan hızlı bir grafiksel metottur.



2006). Kendi oranına lokal ortalama uygulamaktan ziyade, ağırlıklı ortalama pay ve paydaya ayrı ayrı uygulanır. Sonuç olarak, her bir  $i$  lokasyonu için düzeltilmiş oran:

$$\bar{\pi}_i = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij} O_j}{\sum_{j=1}^N w_{ij} P_j} \quad (4.8)$$

şeklinde hesaplanır.

Benzer şekilde standartlaştırılmış ölüm oranı (SMR: standardized mortality ratio) için  $i$ 'nin düzeltilmiş relatif risk değeri ise;

$$\bar{\theta}_i = \frac{\sum_{j=1}^N w_{ij} O_j}{\sum_{j=1}^N w_{ij} E_j} \quad (4.9)$$

ile belirlenir.

Komşulukların farklı mekânsal tanımları için farklı düzelticeler mevcuttur ve bu komşulara farklı ağırlıklar uygulanır. Mekânsal oran yumuşatıcısı, Kafadar tarafından (1996) geliştirilmiştir. Bu yöntem düşünce olarak mekânsal hareketli ortalama (spatial moving average) veya pencere ortalamasına (window average) dayanır.

Yöntem bölgesel ağırlıklı ortalamaya benzer. Mekânsal birim ile birlikte grup referans komşuları ( $S_i$ ) için pay ve paydanın ağırlıklı değerlerinin toplamıdır.

En basit olgu içinde, düzeltilmiş oran:

$$\bar{\pi}_i = \frac{O_i + \sum_{j=1}^{J_i} O_j}{P_i + \sum_{j=1}^{J_i} P_j} \quad (4.10)$$

yardımıyla bulunur.

Mekânsal filtrede (spatial filter) olduğu gibi, her birimdeki toplam komşu sayısı,  $J_i$  tanımlı kullanıma bağlı olması ve sabit olması şart değildir. Bu nedenle düzeltilmiş oranın sabit varyansa sahip olma şartı yoktur bununla birlikte paydanın artması ile birlikte küçük sayı problemi azaltılır. Düzeltilmiş oranlar çalışma sahasındaki genel eğilimleri ve trendleri vurgulamak için kullanılır ve verilerin genel özelliklerini



belirleme açısından kullanışlılardır (yüksek ve düşük ham oranlar dengelenir). Bununla birlikte yumuşatılmış oranların bulunuş şekli otokorelasyonlu olduğu için mekânsal otokorelasyon analizlerinde kullanışlı değildirler.

Bu yöntemde bireysel aykırı değerlerin bulunması doğru değildir çünkü yöntem sadece farklılıkları dengelemekte, aykırı olan değerlerle ilgilenmemektedir. Basit mekânsal düzelticisi mesafede düşüş ve hesaplanan oran üzerinde komşu birimlerin etkisi azalan diğer ağırlıklar uygulaması ile kolaylıkla büyüyebilir. Bu bahsedilen ağırlıklara örnek olarak; ters mesafe ve ters mesafenin karesi veya bitişiklik sırasında ardışıklıklarla ilgili ağırlıklar verilebilir. Mekânsal oran düzelticisinin, yazılım sistemleri içerisinde mekânsal data analizleri keşifleri için uygulanması yaygındır (Anselin et al. 2006).

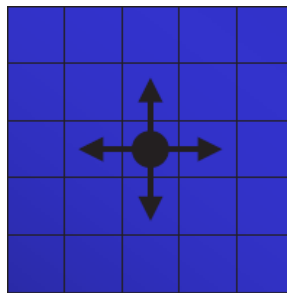
#### 4.1.5 Mekânsal Ağırlık Matrislerinin Oluşturulması İçin Kullanılan Metotlar

Mekânsal ağırlık matrisleri sınırlara veya mesafelere göre olmak üzere başlıca iki yöntemle oluşturulur.

##### 4.1.5.1 Bitişiklik ağırlıklar

Bitişiklik ağırlıklarda, ağırlık matrisinin oluşturulmasında mesafe yerine ortak sınırlar veya noktalara göre değer alır.

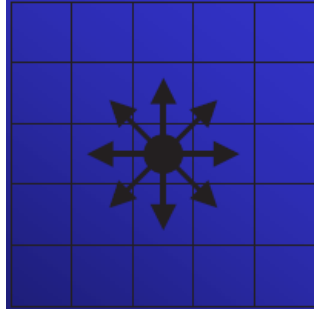
- Kale (rook) yöntemi



Şekil 4.2 Kale yönteminin gösterimi

Bu yöntemde sadece söz konusu bölgenin çevrelediği sınırlar dikkate alınır. Ortak sınıra sahip olan bölgeler komşu olarak nitelendirilir ve “1” değerini alır diğer yerler ise ağırlık matrisinde “0” değerini alır.

- Vezir (queen) yöntemi



**Şekil 4.3** Vezir yönteminin gösterimi

Kale yönteminden farkı, ortak sınırlar ile birlikte iki sınırın kesiştiği noktalara ait bölgelerde komşu olarak adlandırılır. Komşu olan bölgeler “1” değerini diğer bölgeler ise ağırlık matrisinin oluşturulmasında “0” değerini alır.

#### 4.1.5.2 Mesafe Ağırlıkları

- k En Yakın Komşu Yöntemi

i noktanın merkezi ile diğer noktaların merkezlerinden olan mesafe ölçülür ve kullanıcı tarafından tanımlanmış “k” en yakın komşu sayısı kadar i noktasına olan en kısa mesafelere ait bölgeler “1” diğerleri ise “0” değerini alır.

Bu uygulamada gerek trendleri tespit etmek gerekse lokal küme belirlemek amacıyla k-en yakın komşu yöntemi seçilmiş olup komşu sayısı, 5 ve 10 ( $w=5$ ,  $w=10$ ) olarak dikkate alınmış, hesaplamalar bu yöntemle oluşturulmuş ağırlıklarla ile birlikte yapılmıştır.

## 4.2 Sağlık Taraması ile İlgili Analizler

Bu çalışmada, editörlüğünü Prof. Dr. Halim Sözbilir, Prof.Dr. Ahmet Çekirdekçi ve Yrd.Doç Dilek Toprak’ın yaptığı “Afyonkarahisar İli Sağlık Taraması” adlı kitaptaki verilerden yararlanılmıştır. Bu veriler merkez dahil 18 ilçe ve bunlara bağlı 57 belediye ile toplam 75 tarama bölgesinde 2005 Temmuz ile 2006 Temmuz süresi

içerisinde yapılan sağlık taramasından elde edilmiştir. Çalışmaya alınacak bireylerin belirlenmesinde Sağlık Ocakları ETF'lerden (Ev Halkı Tespit Fişi) yararlanılmıştır. Sağlık Ocağına bağlı bölgelerin ve semtlerin nüfus orantılarına göre hedef kitle oranlaması yapıp o semt ETF'lerinden rasgele kartlar çekilerek ve daha önce belirlenen yaş gruplarına göre her haneden bir kişi olacak şekilde bireyler tespit edilmiştir.

Taramalar sırasında mekân olarak öncelikle sağlık ocakları olmak üzere hastaneler, misafirhaneler veya sağlık grup başkanının belirlediği yerler kullanılmıştır. Afyonkarahisar merkezdeki taramada ise Üniversite hastanesinden yararlanılmıştır. Çalışmada elde edilen verilerin büyük bir kısmı anket ve fizik muayene ile toplanmıştır. 0–18 yaş grubu ile 19 ve üzeri yaş grubuna ayrı anket formları hazırlanmıştır. Kan ve idrar analizleri Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Ahmet Necdet Sezer Uygulama ve Araştırma Hastanesi laboratuvarlarında yapılmıştır.

Anketler Pediatrik (0–18 yaş) ve Erişkin (19 ve üzeri) Anketi olmak üzere ayrılmış ve bu çalışmada 19 ve üzeri yaş kitlesi hedeflendiği için erişkin anketi esas alınmıştır. Bu formlar hastalık kimlik bilgileri, sosyodemografik özellikler, özgeçmiş, soygeçmiş, sistem sorgulaması, fiziki muayene olmak üzere 6 ana başlık ve bunların alt başlıklarından oluşmuştur. Çalışmada kullanılan nüfus bilgileri 2000 yılı nüfus sayım sonuçlarına dayanmaktadır. 2000 yılı nüfus sayımı sonucuna göre il nüfusunun ilçelere göre dağılımı (Çizelge 4.1) de verilmiştir. Ayrıca bu çizelgede örnekleme hatası %5 alındığında farklı yanılma miktarı ( $d$ ) için örnekleme alınacak olan kişi sayıları da belirtilmiştir.

Örnekleme büyüklüğü konusunda eldeki olanaklar da (hastane olanakları, hekim sayısı, ulaşım vb.) göz önünde bulundurularak karar verilmiş olup, 0–18 yaş grubu dâhil 2394 sayısı uygun bulunmuştur. Sadece erişkinler (19 yaş ve üzeri yaş grubu) için ise 995'i kadın 995'i erkek olmak üzere toplam 1990 kişi hedef olarak belirlenmiş olup taramaya 1195 kadın ile 840 erkek alınmıştır. Örnekleminin oluşturulmasında ilçe nüfuslarının toplam nüfus içindeki payları oranında temsil edilmelerine özen gösterilmiştir. Ancak ilçeler ayrı ayrı dikkate alındığında her ilçe nüfusunun %80'nini temsil edecek şekilde

yerleşim yerleri belirlenmiş ve bundan dolayı bazı yerleşim birimleri çalışmada dikkate alınmamıştır (Sözbilir vd. 2006).

Uygulamada kullanılan veriler ise cinsiyet ve yaş grupları olmak üzere iki ana başlıkta toplanmıştır. Ana başlıklar cinsiyet; kadın-erkek, yaş grupları; 19–40, 41–64, 65 ve üstü olmak üzere iki ana başlık kendi içlerinde alt başlıklara ayrılmıştır.

Bu çalışmada mekânsal istatistik yöntemleri ile kullanılmak üzere hedef olarak DM, HT TRD, HLD ve HB olmak üzere beş tane hastalık seçilmiştir. Analizler DM, HT, TRD ve HLD olmak üzere toplam 2035 kişiden alınmış verilerle gerçekleştirilmiştir. Bu hastalıkların tespitinde ise şu kıstaslar dikkate alınmıştır;

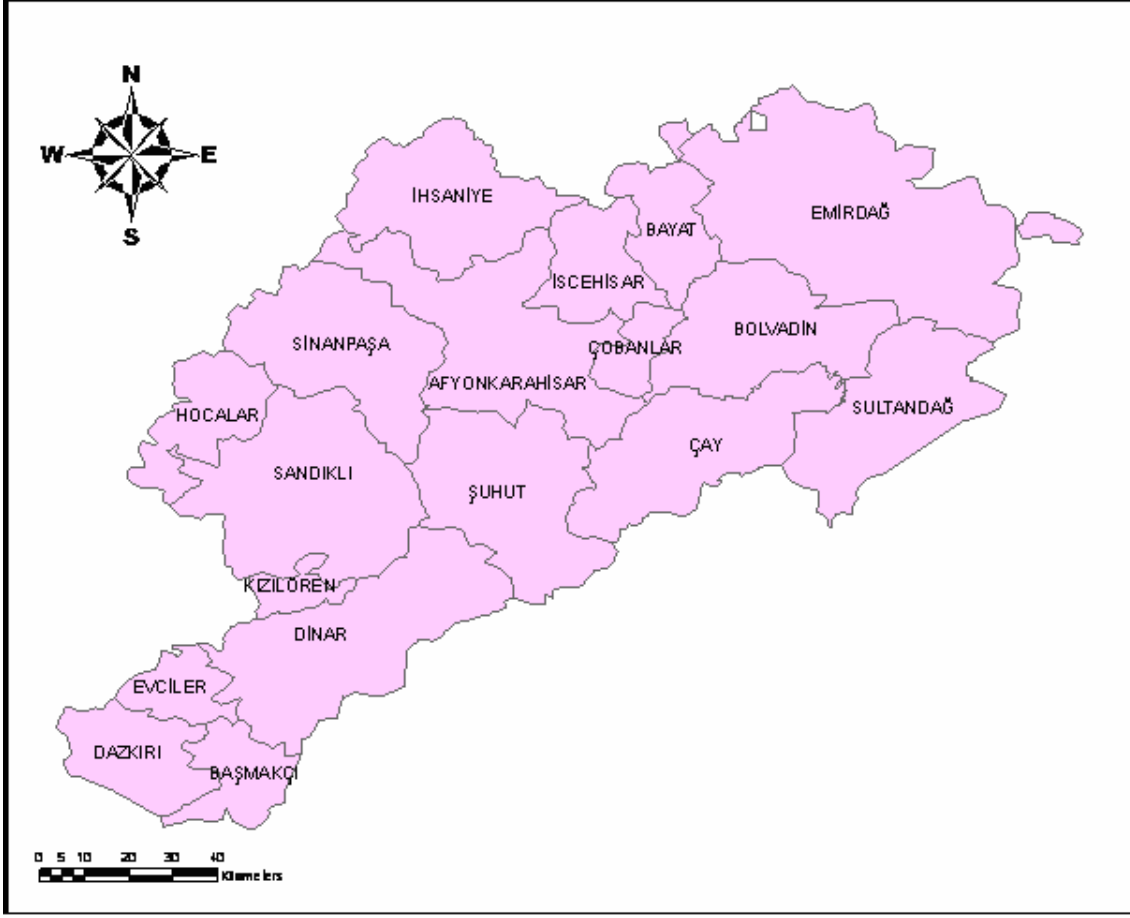
- DM: Diyabet öyküsü olanlar ve açlık kan şekeri 127 mg/dl ve üzeri olanların toplamı
- HT: Yüksek tansiyon öyküsü olanlar ve taramada (2 kez ölçüm ile) tansiyonu yüksek bulunanlar
- TRD: Fizik muayenede tiroid bezinin ele gelmesi ve/veya nodül olması ve/veya TSH değerlerinin düşük/yüksek bulunmasının tümü tiroid hastalığı olarak nitelendirilmiştir
- HLD: Öyküde hiperlipidemi olanlar ve/veya Total Kolesterol, Trigliserid, LDL, VLDL'den en az birinin yüksek bulunduğu bireylerin tümü
- HB: Hemoglobin değeri erkeklerde 13 g/dL kadınlarda 12 g/dL altı olması anemi olarak kabul edilmiştir (Sözbilir vd. 2006).

**Çizelge 4.1** Afyonkarahisar İl Nüfusunun İlçelere Göre Dağılımı ve Örnekleme Alınacak Kişi Sayıları

İlçe adı	Nüfusu	Oran	d=0.01	d=0.02	d=0.03	d=0.04	d=0.05
MERKEZ	201110	0.2475	2350	593	264	149	95
BAŞMAKÇI	15084	0.0186	176	44	20	11	7
BAYAT	8753	0.0108	102	26	11	6	4
BOLVADİN	79888	0.0983	933	235	105	59	38
ÇAY	45635	0.0562	533	134	60	34	22
ÇOBANLAR	12364	0.0152	144	36	16	9	6
DAZKIRI	15620	0.0192	182	46	20	12	7
DİNAR	88304	0.1087	1032	260	116	65	42
EMİRDAĞ	47396	0.0583	554	140	62	35	22
EVCİLER	9486	0.0117	111	28	12	7	4
HOCALAR	12824	0.0158	150	38	17	9	6
İHSANİYE	33220	0.0409	388	98	44	25	16
İSCEHİSAR	21978	0.0271	257	65	29	16	10
KIZILÖREN	4132	0.0051	48	12	5	3	2
SANDIKLI	76618	0.0943	895	226	101	57	36
SİNANPAŞA	58536	0.0721	684	172	77	43	28
SULTANDAĞ	22184	0.0273	259	65	29	16	10
ŞUHUT	59284	0.073	693	175	78	44	28
TOPLAM	812416	1	9492	2394*	1066	600	384

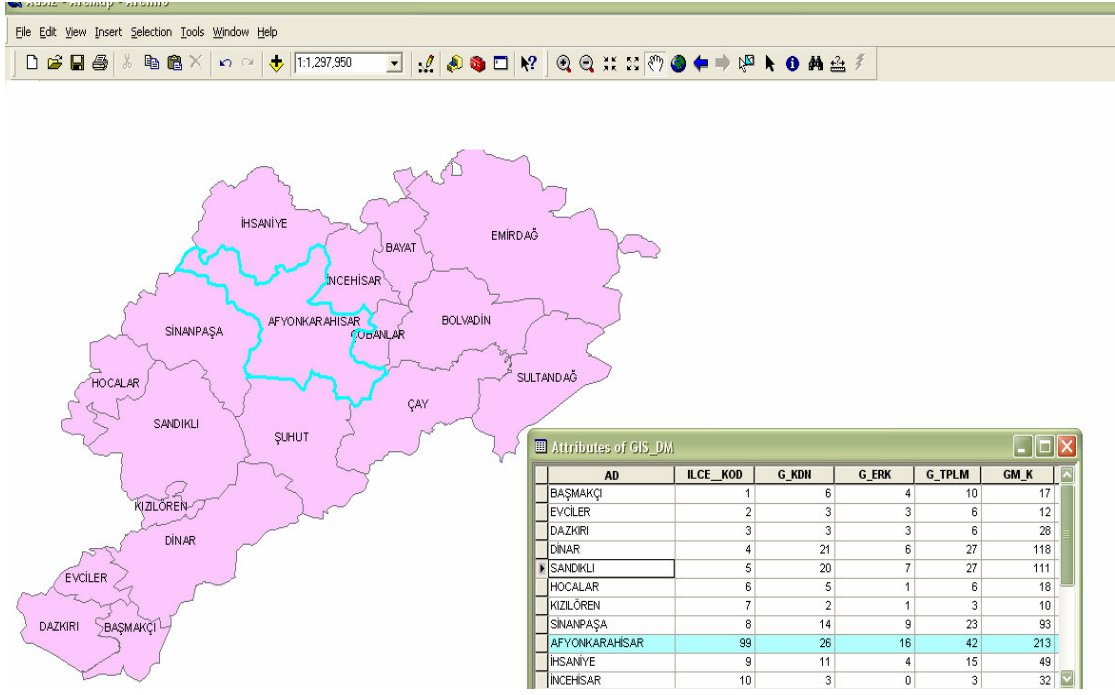
HB' de ise bu sayı 1864'e düşmüştür bu düşüşteki en büyük etken, bir kısım bireylerin kan vermemesi başta olmak üzere yolda transfer sırasında veya analiz aşamalarında numunelerden fire verilmesidir (Sözbilir vd. 2006). Bu yüzden hastalıkların her biri ayrı olarak ele alınmıştır.

Çalışmalarda verilerin analizini gerçekleştirmek ArcGIS 9.0 ile ve GeoDA 0.95-i (Beta) yazılımları kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak (Şekil 4.4) de görüldüğü gibi Afyonkarahisar ilinin ilçe haritası sayısallaştırılıp ArcGIS ortamına aktarılmıştır. Bu işlemten sonra Excel ortamında hastalık verileri ilgili tablolar oluşturup, ArcGIS ortamında bulunan ilçe haritasıyla ilişkilendirilmiştir.

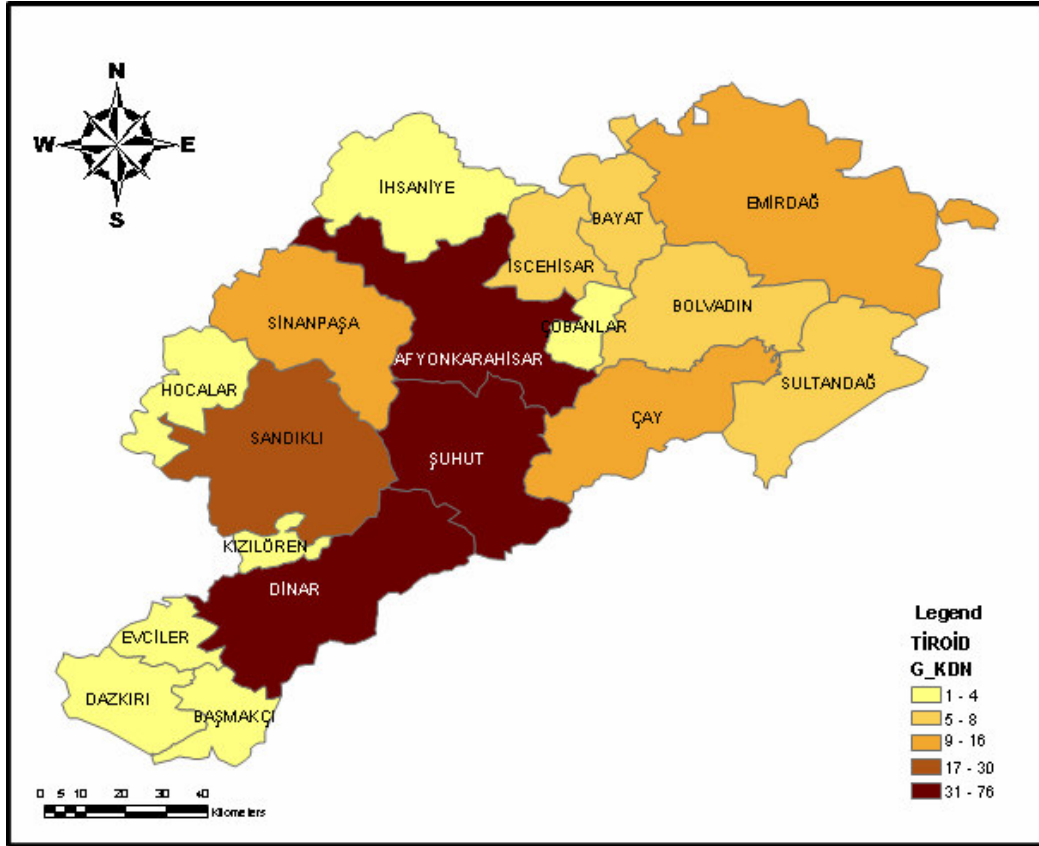


**Şekil 4.4** Afyonkarahisar iline bağlı ilçelerin idari sınırları

Excel’de her bir hastalık için toplanmış veriler alt başlıkların hepsi bir arada bulunacak şekilde bir tablo oluşturulmuştur. 18 ilçenin her birine farklı anahtar numarası (ID) verilip dbase formatında kaydedilmiştir. Aynı şekilde ArcGIS ortamında bulunan ilçe haritasındaki ilçelere de Excel’de verilmiş olan ID numaralarının aynısı verilip Excel’de hazırlanan tablo ile ArcGIS ortamındaki ilçe haritası, ID numaraları yardımıyla ilişkilendirilmiştir. (Şekil 4.5) de Excel’de hazırlanmış tablo ile ArcGIS ortamında bulunan ilçe haritasının ilişkilendirilmesi gösterilmiştir. Tablolarla sayısal haritaların ilişkilendirilmesi sonucu her bir hastalığın sözel verileri ile ilçe haritası birlikte sorgulanabilir hale gelmiştir.

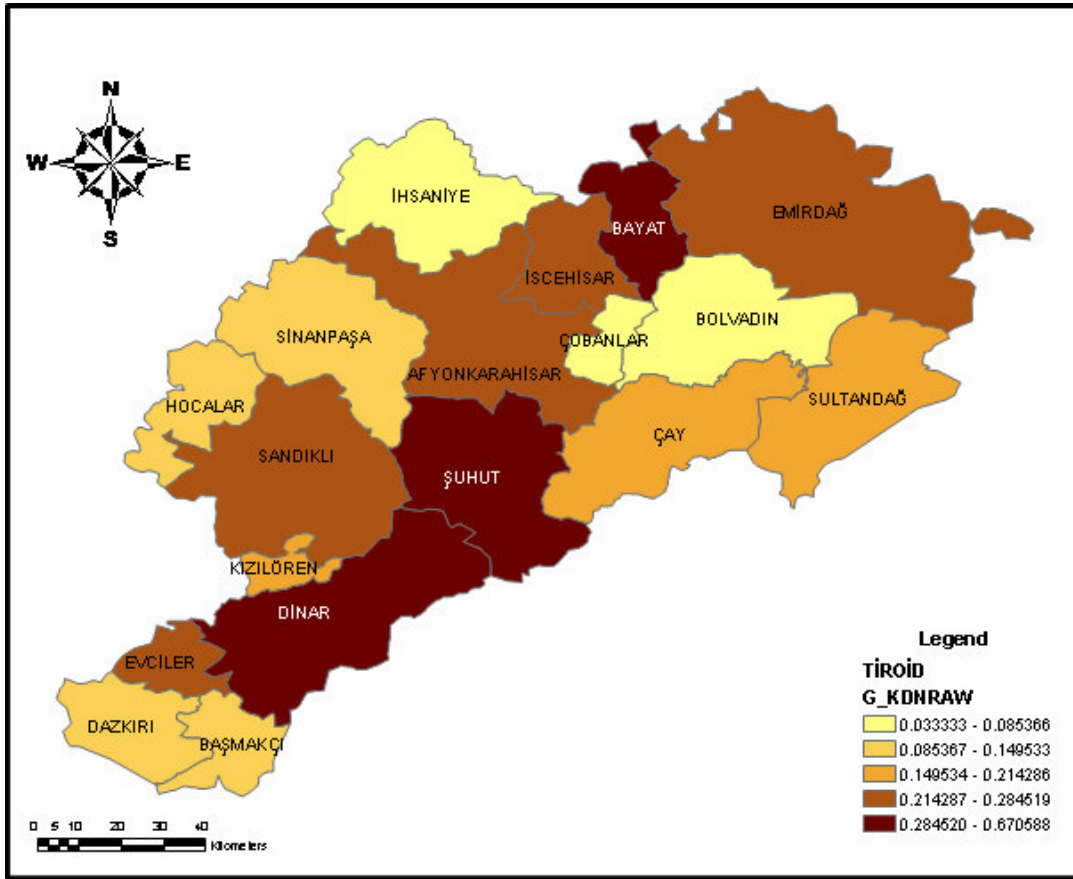


Şekil 4.5 ArcGIS ortamında mekânsal verilerle sözel verilerin ilişkilendirilmesi



Şekil 4.6 Kadınlarda tespit edilen TRD vaka sayısının ilçeler bazında sayısal dağılımı

(Şekil 4.6) da ilçeler görülen vaka sayısına göre renklendirilmiş ve bu renkler yardımıyla yorum yapılabilir hale getirilmiştir (Bu haritada hastalığın en çok görüldüğü yerler Dinar, Şuhut ve İl Merkezi olarak tespit edilmiştir). Bu vaka sayılarının ilçe nüfuslarının boyutları ile doğru orantılı olabileceği ve bunun sonucunda da nüfusu fazla olan yerde olgu sayılarının da fazla olabileceği beklenen bir durumdur. Bir başka deyişle, ilçelerde tespit edilen vaka sayıları nüfus boyutlarının etkisi altında kaldığı için vaka sayıları göz önünde bulundurularak yapılan yorumlar yanıltıcı olabilir. O yüzden her bir ilçede görülen olguların, o bölgede incelenen değişken için vaka ve kontrol sayılarının toplamına bölünmesi ile ham hastalık görülme oranı hesaplanmış ve hastalığın bölge üzerindeki dağılımı hakkında daha doğru izlenimler edinilmiştir.



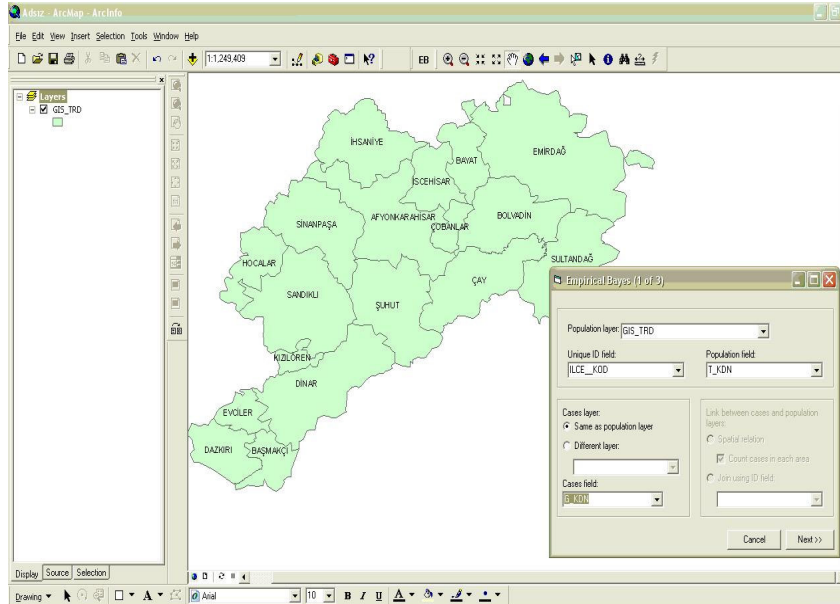
**Şekil 4.7** Kadınlarda tespit edilen TRD vakasının ilçe bazında oranlarla gösterimi

(Şekil 4.7) de her ilçede üzerinde çalışılan olgunun o ilçenin değişken için toplam olgu ve kontrol sayısına bölümü ile elde edilen hastalık dağılımının, vaka haritasından daha farklı bir anlam ortaya koyduğu görülmektedir. Örneğin bu haritada TRD vakalarının en



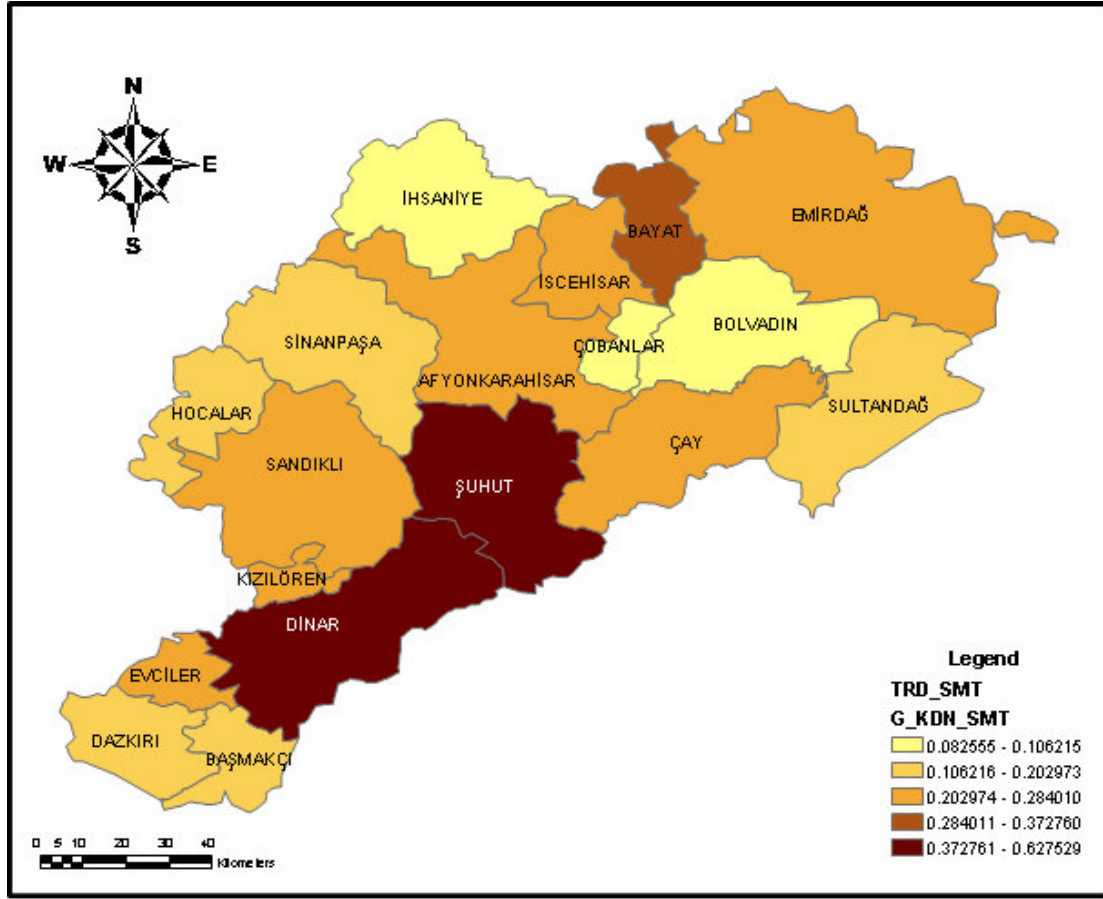
yoğun olduğu ilçeler (0.284520-0.670588) Bayat, Dinar, Şuhut olarak tespit edilmiştir. Farklı nüfuslara sahip alanlarda görülen farklı sayıdaki hastalık vakaları, hastalık görülme oranlarının yorumlanmasında hatalara yol açabilmektedir. Bununla beraber sağlık taramalarında ve nadir görülen hastalıklarda küçük sayı hatası (small number error) denilen durumlarla da karşılaşılabilir. Analiz ve yorumlama çalışmalarında bu hatalara düşmemek için yukarıda anlatılan durumların çeşitli istatistiksel yöntemlerle filtrelenmesi ve elimine edilmesi gerekmektedir. Uygulamalarda, kullanılacak ‘Veri Yumuşatması’ (Data Smoothing) adı verilen yöntemlerle oranların farklı varyanslara sahip olmasından kaynaklanan yanlış analizlerin önüne geçilebilmekte ve araştırmacının daha güvenilir verilerle analiz yapmasına imkan sağlanabilmektedir.

Uygulamada yumuşatılmış oranları hesaplayabilmek için ArcGIS’in kendi bünyesinde olmadığından Long Island’daki kanser araştırmaları için Amerikada Uluslararası Kanser Enstitüsü (NCI) tarafından geliştirilmiş CBS ile uyumlu Ampirik Bayes Aracı (Empirical Bayes Tool) tercih edilmiştir. Uygulamada kullanılan ampirik bayes aracı ArcGIS’in internet sitesinde mevcut olup erişimi ve kullanımı herkese açıktır (İnt.Kyn.8).



**Şekil 4.8** ArcGIS 9.0’da yumuşatılmış değerlerin bulunması için Ampirik Bayes uygulaması

Analize geçmeden önce yapacağımız en son işlem yumuşatılmış oranların Ampirik Bayes aracını kullanılarak elde edilmesidir. Bu yumuşatılmış değerler kümeleme çalışmalarında yorumlama çalışmalarına temel teşkil eden değerlerdir.



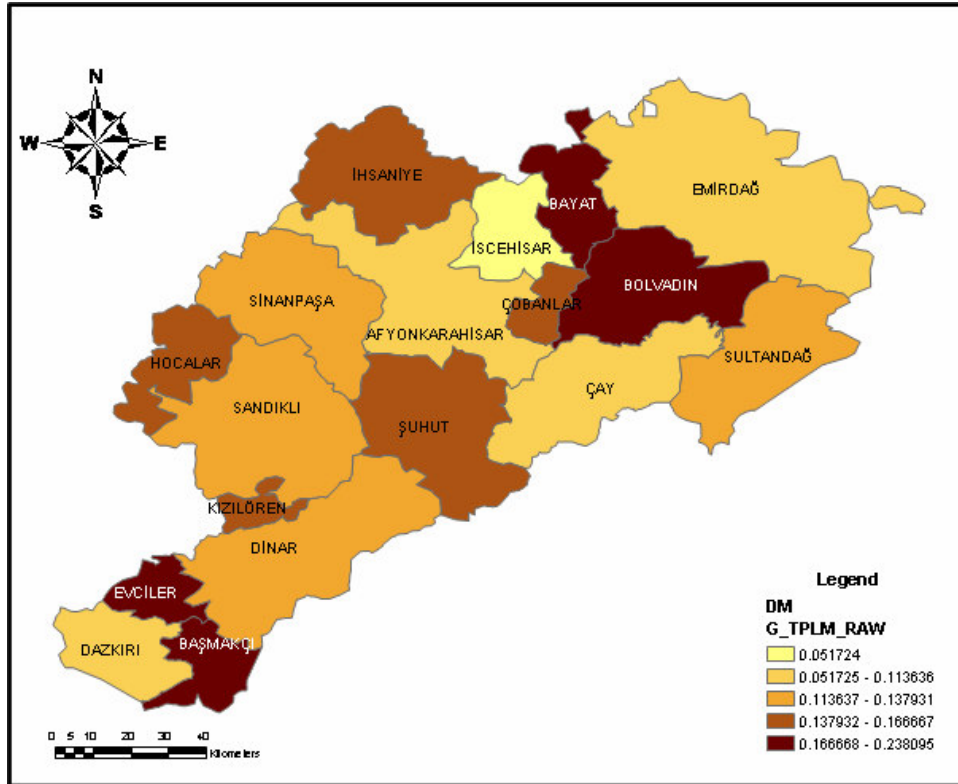
**Şekil 4.9** Kadınlarda tespit edilen TRD vakasının yumuşatılmış oranlarla ilçe bazında gösterimi

Daha önce kadınlarda tespit edilen TRD vakasının en yoğun olduğu yerlerden biri olarak bulunan Bayat ilçesi bu defa (Şekil 4.9) da en yoğun ikinci bölge durumuna düşmüştür. Buda bize ham oranların, farklı popülasyon boyutlarına sahip bölgelerde hastalık oranları ile ilgili yapılacak çalışmalarda yanıltıcı olabileceğini göstermektedir.

Afyonkarahisar ilinde beş hastalığa ait vakaların ilçe bazında görülme oranları, ham ve yumuşatılmış olarak çizelge ve şekiller ile birlikte aşağıda gösterilmiştir.

**Çizelge 4.2** DM vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması

İLCE_AD	DM_Ham_Oran	DM_Yum_Oran
BASMAKCI	0.238095	0.132110
EVCILER	0.187500	0.130702
DAZKIRI	0.107143	0.129073
DINAR	0.128571	0.129613
SANDIKLI	0.129808	0.129738
HOCALAR	0.162162	0.130359
KIZILOREN	0.157895	0.130013
SINANPASA	0.132948	0.130002
AFYONKARAHISAR	0.093126	0.122617
IHSANIYE	0.150000	0.130759
ISCEHISAR	0.051724	0.127383
BAYAT	0.193548	0.130770
EMIRDAĞ	0.113636	0.129006
BOLVADIN	0.182927	0.134019
CAY	0.108333	0.128439
SULTANDAĞI	0.137931	0.129976
SUHUT	0.150685	0.131247
COBANLAR	0.166667	0.130541

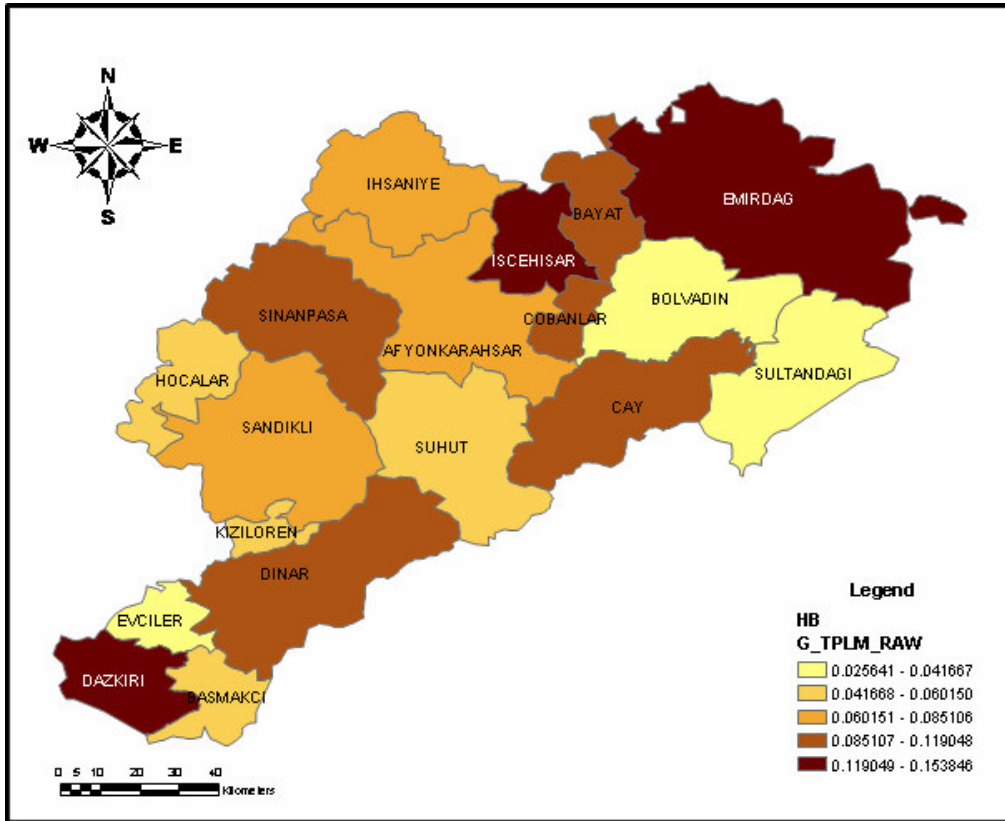


**Şekil 4.10** DM vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlar birlikte gösterimi

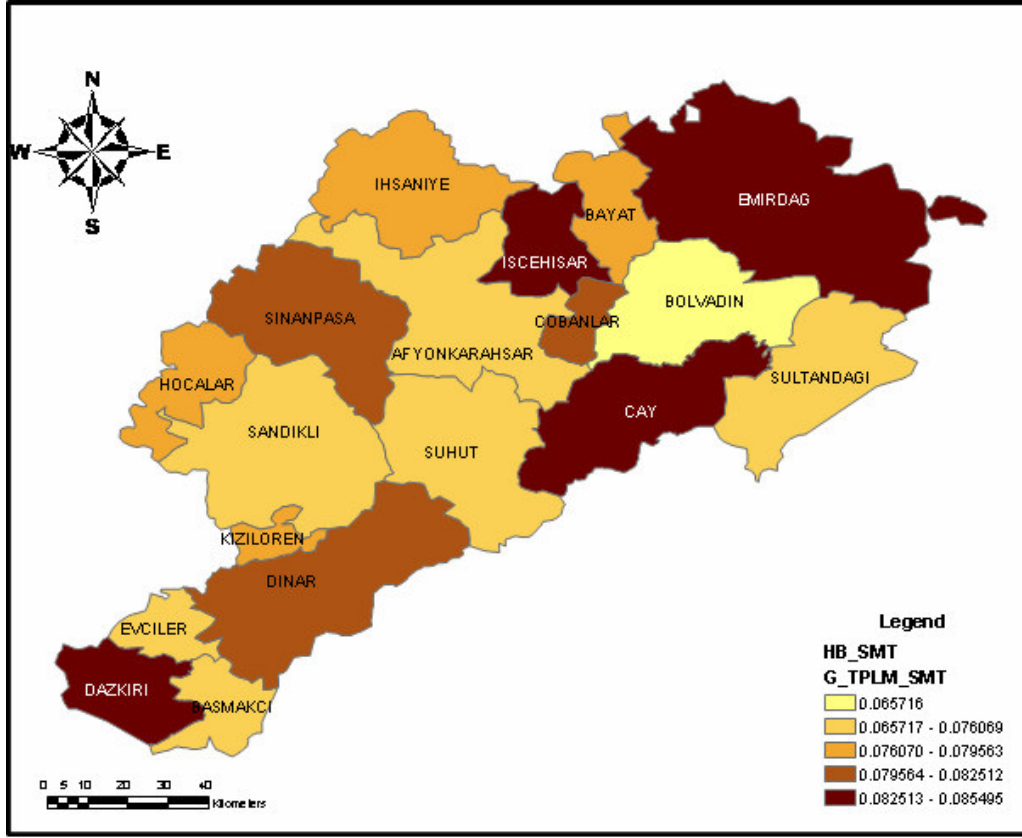


**Çizelge 4.3** HB vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması

İLCE_AD	HB_Ham_Oran	HB_Yum_Oran
BASMAKCI	0.048780	0.076069
EVCILER	0.033333	0.075759
DAZKIRI	0.134615	0.083670
DINAR	0.093264	0.082512
SANDIKLI	0.070352	0.076042
HOCALAR	0.057143	0.076929
KIZILOREN	0.055556	0.077528
SINANPASA	0.090909	0.081468
MERKEZ	0.066998	0.073247
IHSANIYE	0.085106	0.079407
ISCEHISAR	0.153846	0.085495
BAYAT	0.100000	0.079563
EMIRDAG	0.140625	0.085449
BOLVADIN	0.025641	0.065716
CAY	0.110092	0.084051
SULTANDAGI	0.041667	0.075090
SUHUT	0.060150	0.074482
COBANLAR	0.119048	0.081506



**Şekil 4.12** HB vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi

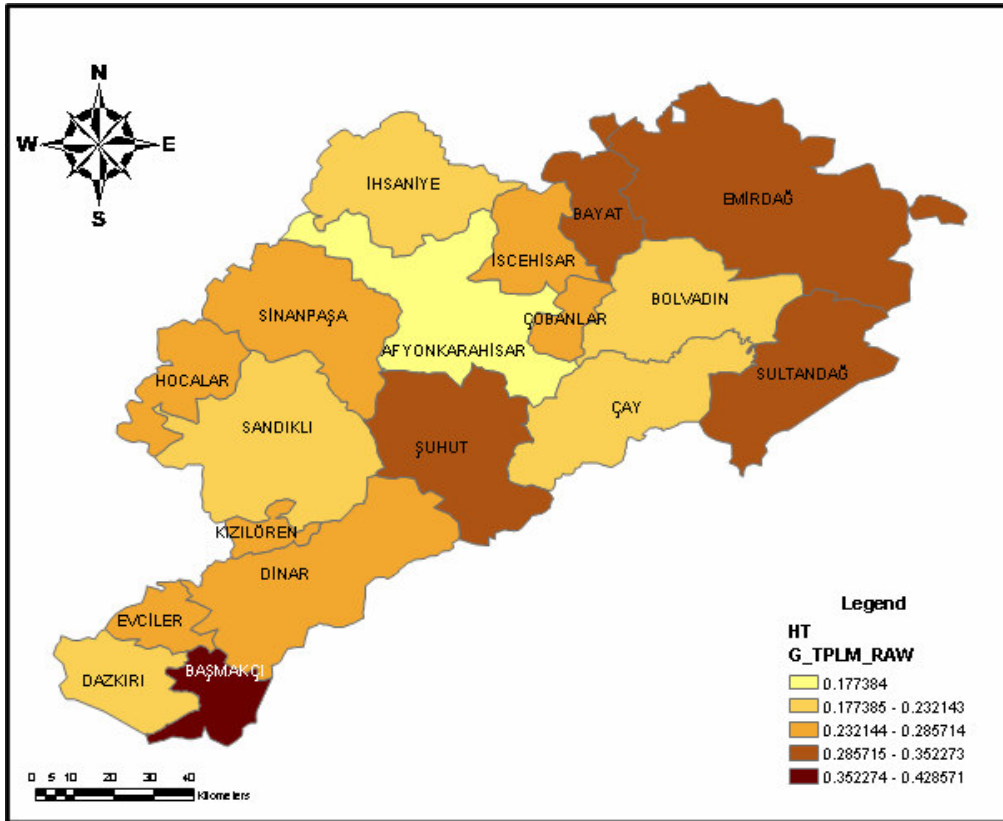


**Şekil 4.13** HB vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranla gösterilmesi

(Şekil 4.13) de HB vakalarının Afyonkarahisar ilinde ilçe bazında en az yoğun olduğu yer Bolvadin, en yoğun olduğu yer ise Dazkırı, İncehisar, Çay ve Emirdağ olarak tespit edilmiştir.

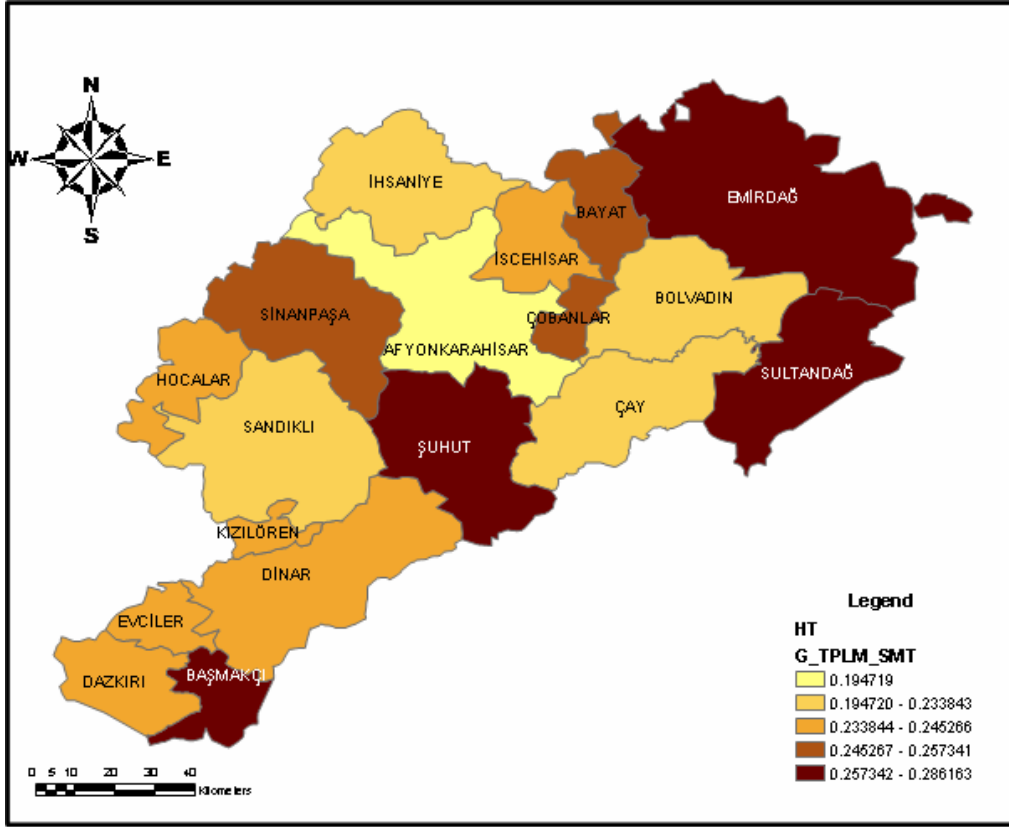
**Çizelge 4.4** HT vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması

İLCE_AD	HT_Ham Oran	HT_Yum. Oran
BASMAKCI	0.428571	0.280162
EVCILER	0.250000	0.243521
DAZKIRI	0.232143	0.239690
DINAR	0.247619	0.245266
SANDIKLI	0.216346	0.227788
HOCALAR	0.243243	0.242441
KIZILOREN	0.263158	0.244425
SINANPASA	0.271676	0.257341
MERKEZ	0.177384	0.194719
IHSANIYE	0.220000	0.233843
ISCEHISAR	0.241379	0.242031
BAYAT	0.322581	0.254999
EMIRDAG	0.352273	0.280608
BOLVADIN	0.201220	0.221768
CAY	0.208333	0.227948
SULTANDAGI	0.344828	0.269002
SUHUT	0.335616	0.286163
COBANLAR	0.285714	0.251100



**Şekil 4.14** HT vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi





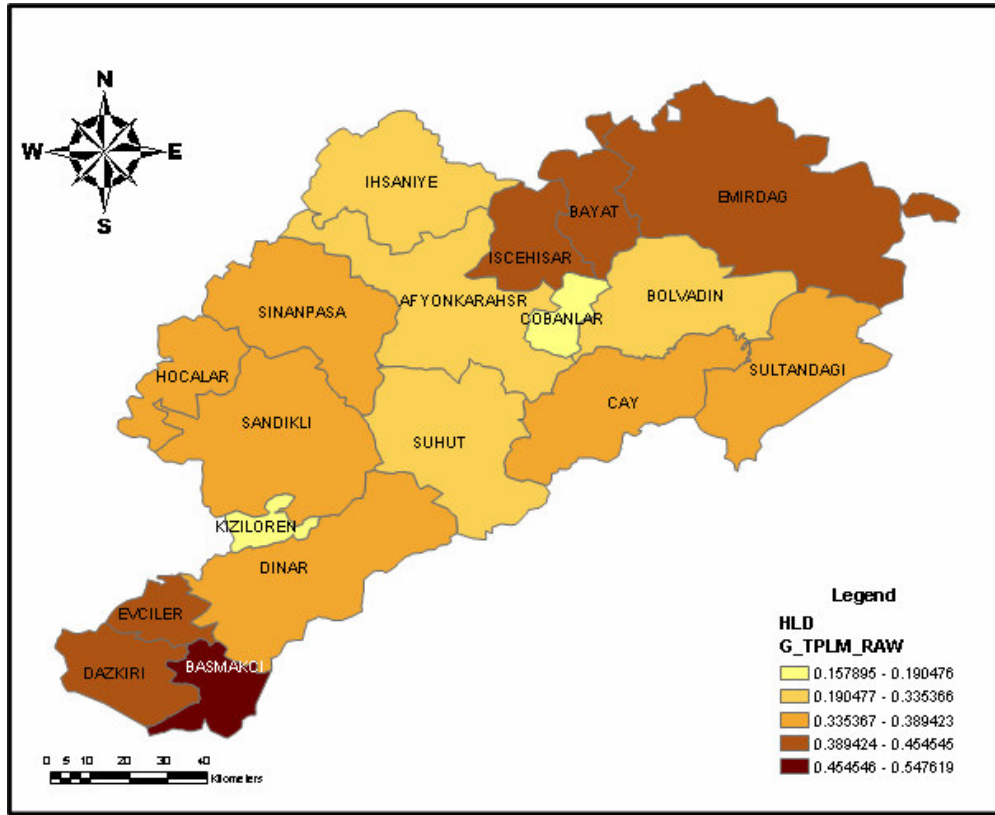
**Şekil 4.15** HT vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranla gösterilmesi

(Şekil 4.15) de HT vakalarının Afyonkarahisar ilinde ilçe bazında en az yoğun olduğu yer Merkez, en çok yoğun olduğu yerler ise Başmakçı, Şuhut, Emirdağ ve Sultandağ tespit edilmiştir.

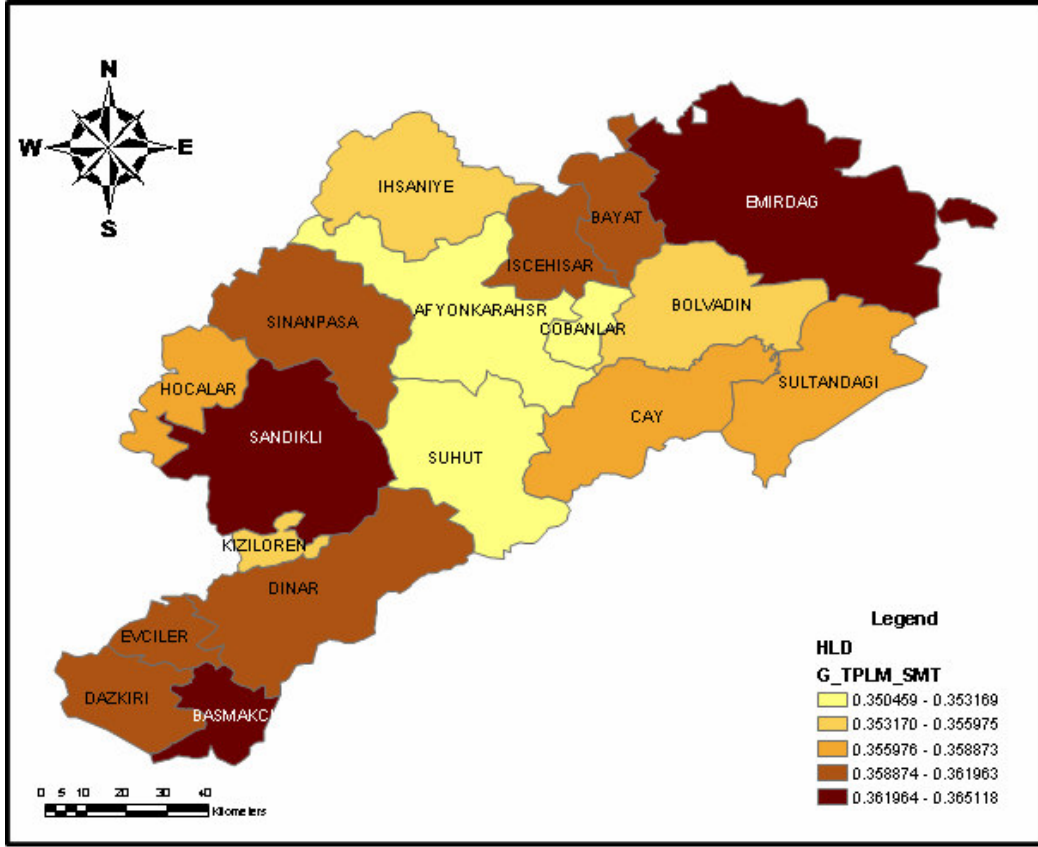


**Çizelge 4.5** HLD vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması

İLCE_AD	HLD_Ham_Oran	HLD_Yum_Oran
BASMAKCI	0.547619	0.364957
EVCILER	0.437500	0.360719
DAZKIRI	0.428571	0.361763
DINAR	0.380952	0.361963
SANDIKLI	0.389423	0.363162
HOCALAR	0.351351	0.358507
KIZILOREN	0.157895	0.355668
SINANPASA	0.375723	0.360818
MERKEZ	0.332594	0.351714
IHSANIYE	0.310000	0.355060
ISCEHISAR	0.413793	0.361201
BAYAT	0.451613	0.361005
EMIRDAG	0.454545	0.365118
BOLVADIN	0.335366	0.355975
CAY	0.358333	0.358688
SULTANDAGI	0.362069	0.358873
SUHUT	0.280822	0.350459
COBANLAR	0.190476	0.353169



**Şekil 4.16** HLD vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi

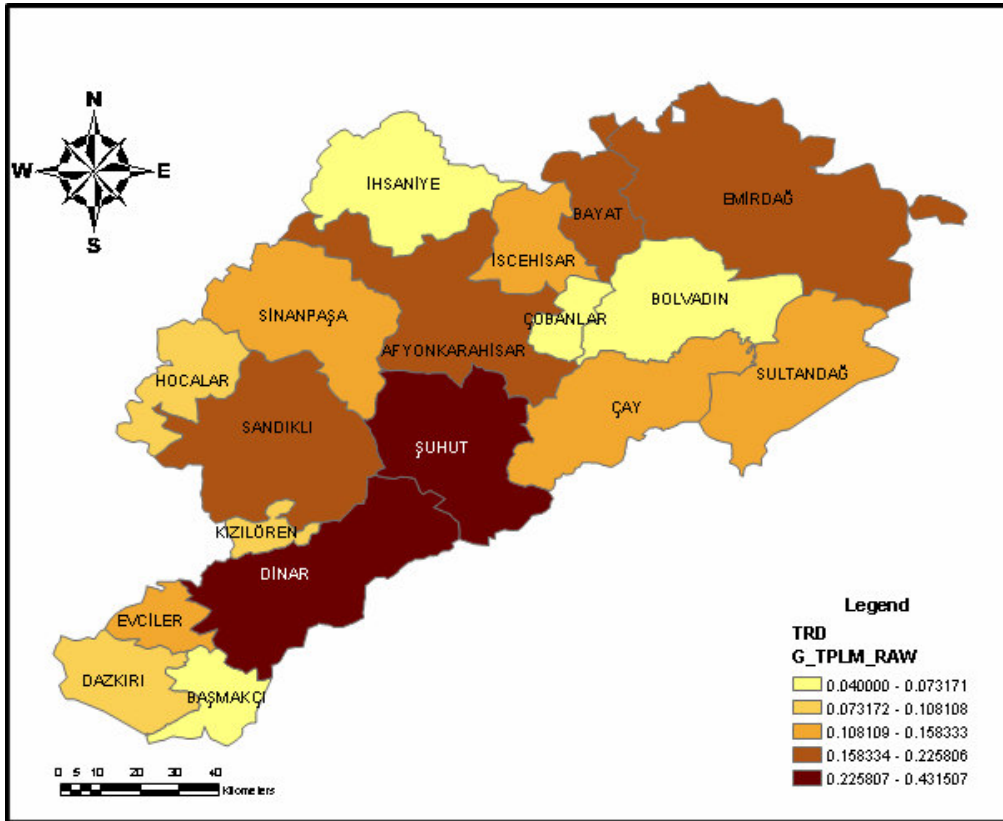


**Şekil 4.17** HLD vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranlarla birlikte gösterilmesi

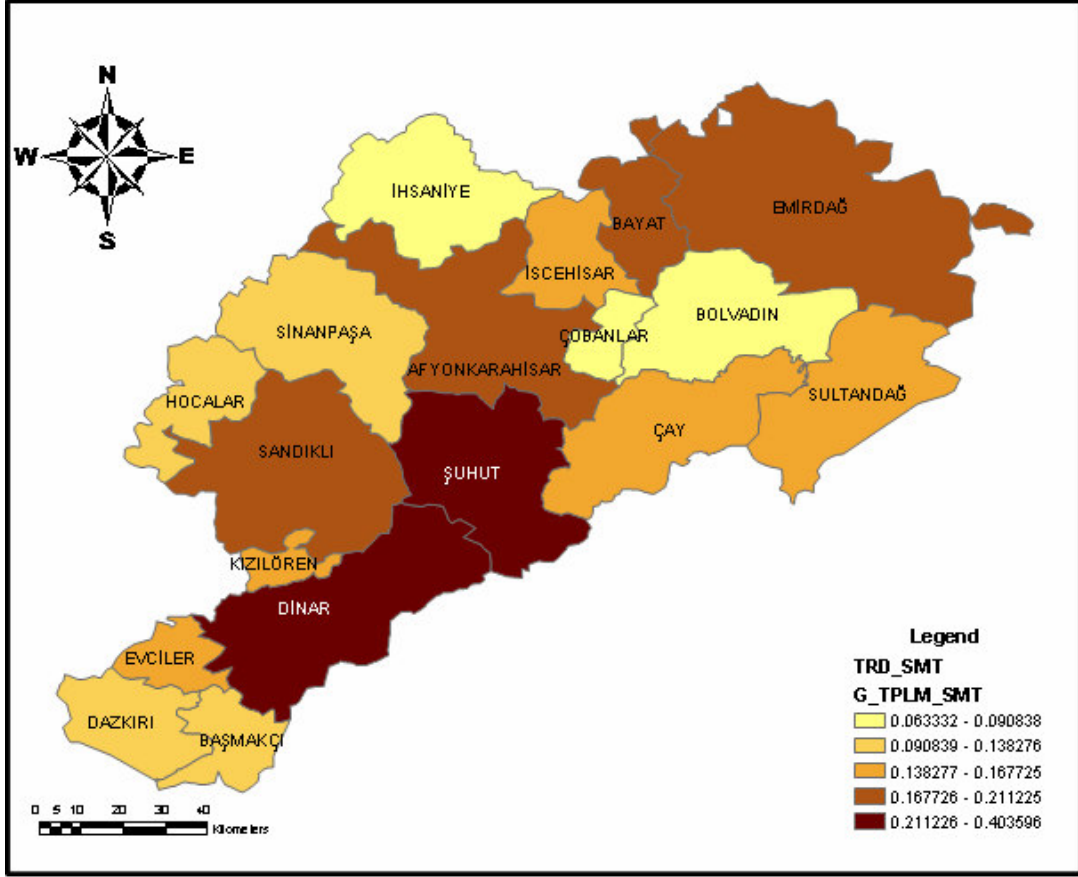
(Şekil 4.17) de HLD vakalarının Afyonkarahisar ilinde ilçe bazında en az yoğun olduğu yerler Şuhut ve Merkez, Çobanlar en yoğun olduğu yerler ise Başmakçı, Sandıklı ve Emirdağ ilçeleridir.

**Çizelge 4.6** TRD vakalarının ilçe bazında ham ve yumuşatılmış oranlar ile karşılaştırılması

İLCE_AD	TRD_Ham_Oran	TRD_Yum_Oran
BASMAKCI	0.071429	0.107277
EVCILER	0.156250	0.167725
DAZKIRI	0.107143	0.127296
DINAR	0.376190	0.360639
SANDIKLI	0.182692	0.183069
HOCALAR	0.108108	0.134794
KIZILOREN	0.105263	0.146062
SINANPASA	0.132948	0.138276
MERKEZ	0.181818	0.182035
IHSANIYE	0.040000	0.063332
ISCEHISAR	0.137931	0.150013
BAYAT	0.225806	0.211225
EMIRDAĞ	0.181818	0.182771
BOLVADIN	0.073171	0.084919
CAY	0.158333	0.162252
SULTANDAGI	0.137931	0.150013
SUHUT	0.431507	0.403596
COBANLAR	0.047619	0.090838



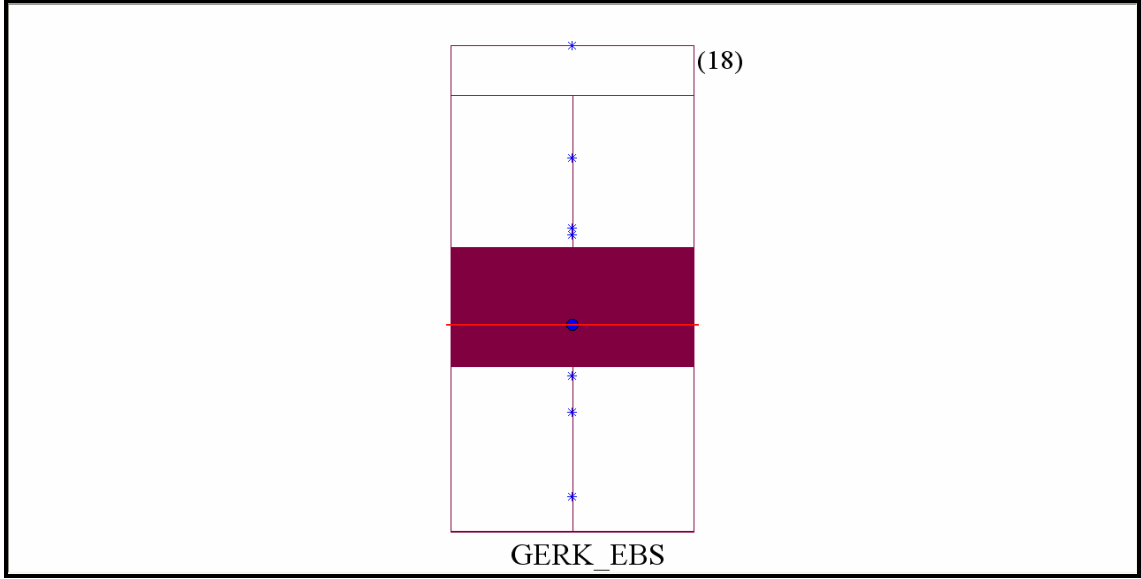
**Şekil 4.18** TRD vakaları dağılımının ilçelerde ham oranlarla birlikte gösterilmesi



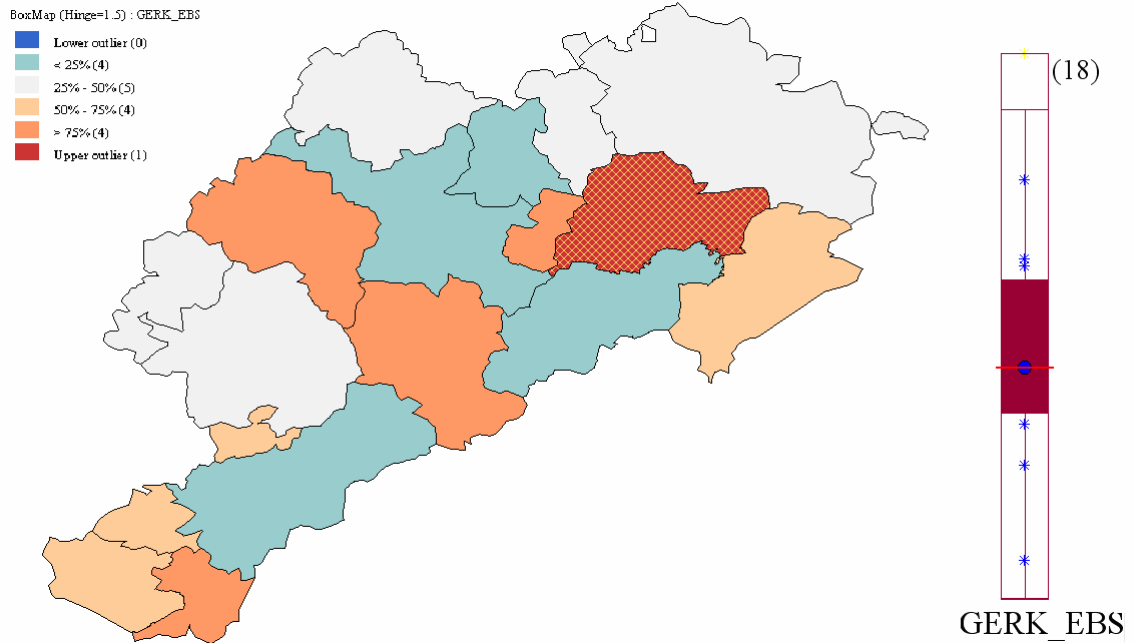
**Şekil 4.19** TRD vakaları dağılımının ilçelerde yumuşatılmış oranlarla birlikte gösterilmesi

Şekil (4.19) da TRD vakalarının en az yoğun olduğu ilçeler Bolvadin, Çobanlar ve İhsaniye en yoğun olduğu yerler ise Dinar ve Şuhut ilçeleri olarak tespit edilmiştir.

Uygulamada sadece ArcGIS programına bağlı kalınmamış Coğrafi Veri Analizi (Geographic Data Analysis; GeoDA) istatistik programından da yararlanılmıştır. Vakaların dağılımı ve aykırılıkları hakkında bilgi edinebilmek için GeoDA programında bulunan kutu çizgileri (box plots) ve kutu çizgileri haritası analizleri yapılmıştır.



**Şekil 4.20** Erkeklerde tespit edilen DM vakalarının kutu çizgisi yardımıyla gösterimi (Şekil 4.20) de sağ üst köşede parantez içerisindeki sayı, olgulara ait bölgelerin sayısını gösterir. (Şekil 4.20) de bir ilçenin üst ekstrem limit değerini aştığı görülmektedir. Bu bölgenin neresi olduğunu harita üzerinde tespit edebilmek için GeoDA programında bulunan kutu çizgisi haritasından (box plot map) yararlanılabilir.



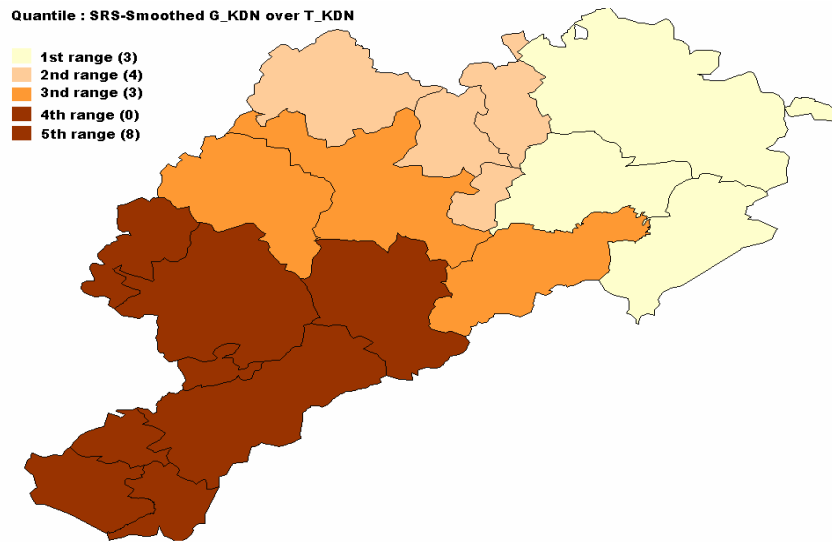
**Şekil 4.21** Erkeklerde tespit edilen DM vakaları dağılımının kutu çizgisi haritası ile gösterimi

(Şekil 4.21) de üst ekstrem limit değerini geçen yani aykırılık olan yerin Bolvadin ilçesi olduğu tespit edilmiştir.

DM vakaları için yapılan diğer kutu çizgisi uygulamasında vakanın hem kadın hem erkekte görülme durumu için ise gene Bolvadin ilçesi aykırılık göstermiştir. Uygulamada elde edilen diğer sonuçlar ise şöyledir;

- HB vakalarının erkeklerde görülme durumu için, Dazkırı, Sinanpaşa, 19–40 yaş grubunda görülme durumu için Sinanpaşa, Çobanlar ve 41–64 yaş grubunda görülme durumu için ise Çay, İncehisar ve Dazkırı ilçeleri aykırılık göstermiştir.
- HT vakalarında ise herhangi bir aykırılık tespit edilememiştir.
- HLD vakalarının kadınlarda görülme durumu için Merkez ilçe aykırılık göstermiştir.
- Son olarak TRD vakalarının kadınlarda, hem kadın hem erkekte, 19–40 yaş grubunda, 41–64 yaş grubu ve 65 ve üstü yaş grubunda Şuhut ve Dinar ilçeleri aykırılık göstermiştir.

Uygulamada her hastalık için değişkenlerin her biri ayrı ayrı ele alınarak hastalıkların trendleri hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır. Bunun için de GeoDA programında yer alan Mekânsal Oran (Spatial Rate) analizleri yapılmıştır. Bu yöntemle yapılmış haritalar fazla ayrıntıya girmeden bölgesel yapıları harita üzerinde vurgular.



Şekil 4.22 Kadınlarda tespit edilen TRD vakalarının mekânsal oran haritası

(Şekil 4.22) ye bakıldığında kadınlarda görülen tiroid vakalarının ilin kuzeydoğusundan güneybatısına doğru artan bir trende sahip olduğu tespit edilmiştir. Bölgede vakaların dağılımını cinsiyet ve yaş grupları ( $w=5, w=10$ ) olarak ayrı ayrı incelediğinde genel olarak TRD vakalarının ilin kuzeydoğusundan güneybatısına doğru bir artan trende sahip olduğu görülmüştür.

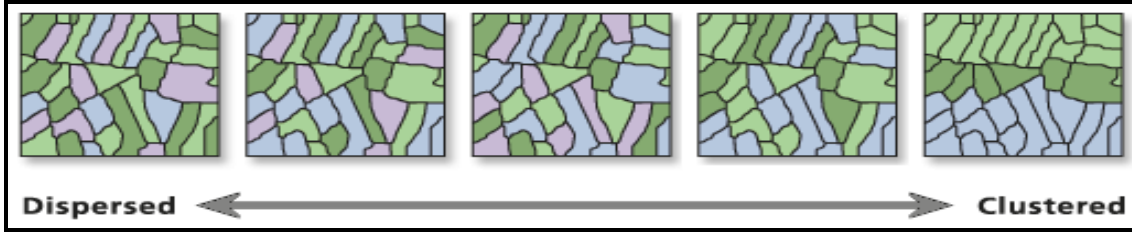
Diğer hastalıklar için de yapılan mekânsal oran araştırmalarında ise şu sonuçlara ulaşılmıştır;

- DM hastalığı için  $w=5$  durumunda herhangi bir trend tespit edilememiş olmasına karşın  $w=10$  durumunda ise Afyonkarahisar ilinde DM vakası görülen kadınlarda, ilin kuzeydoğusundan güneybatısına doğru, erkeklerde ise ilin güneybatısından kuzeydoğusuna doğru DM vakalarının artan bir trende sahip olduğu tespit edilmiştir.
- HLD hastalığı için  $w=5$  durumunda uyguladığımız yöntemde herhangi bir trend tespit edilememiştir.  $w=10$  durumunda ise HLD vakası görülen erkeklerde ilin kuzeydoğudan güneybatıya doğru vakaların artan bir trende sahip olduğu, hastalığın görüldüğü 19–40 yaş arası grupta ise kuzeydoğudan güneybatıya doğru vaka görülme durumunun azalan bir trende sahip olduğu tespit edilmiştir.
- HT hastalığı için ise gerek  $w=5$  gerek  $w=10$  için bölgede herhangi bir trend tespit edilememiştir.
- Son olarak ele alınan HB vakaları için  $w=5$  için herhangi bir trend tespit edilememesine karşın  $w=10$  için HB vakası görülen kadınlarda ve 41–64 yaş grubunda ilin güneybatısından kuzeydoğusuna doğru vakaların artan bir trendde sahip olduğu tespit edilmiştir.

Mekânsal oran uygulamasından sonra hastalıkların kümelenmesi ile ilgili çalışmalara geçilmiştir. Hastalıkların kümelenmesi uygulamasında, bölge hem bir bütün (18 ilçe birlikte) hem de lokal olarak değerlendirilmiştir. Hastalıkların kümelenmesini değerlendirmek için ArcGIS'in Arctool Box modülünde bulunan mekânsal istatistik yeteneklerinden yararlanılmıştır. Hastalıkların kümelenmesini global olarak değerlendirmek için ArcGIS'te mekânsal istatistiğin altbaşığı olan mekânsal otokorelasyon Moran I yönteminden yararlanılmıştır. Moran I yöntemi daha önce anlatıldığı üzere incelen bölgede hastalıkların bir kümelenme oluşturup oluşturmadığına

karar vermemizi sağlayan bir otokorelasyon yöntemidir. Moran I değerleri -1 ile 1 arasında değerler alır.

Moran I istatistik değerleri anlam olarak (Şekil 4.23) de görüldüğü gibi kümelenme, dağımlılık ve rasgelelik olmak üzere üç şey ifade eder (İnt.Kyn.5)



**Şekil 4.23** ArcGIS'te istatistik hesaplamalar sonucunda bulunan değerlerin ifade ettiği anlamlar (İnt.Kyn.5)

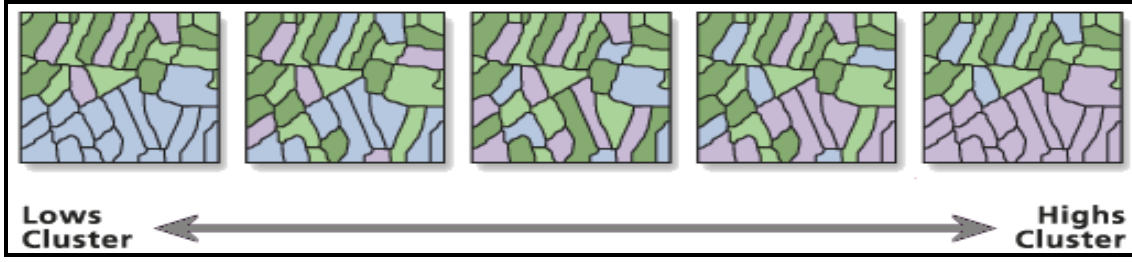
Test istatistiğinin anlamlılığını kontrol etmek için de ArcGIS istatistik değeri ile birlikte (Moran I) bir de z değeri sağlar. Hesaplamalar sonucu bulunan z değeri  $z_{\alpha}$  değerinden büyük ise test istatistiği sonuçlarına bakılarak hastalığın dağılımı ile ilgili karar verilir.

Hatasız bir test yapılması mümkün olmayacağından tüm çalışmalarda olduğu gibi kümelenme çalışmalarında da bir miktar yanılma riski vardır. Bu yanılma riski ( $\alpha$ ) çalışmadan istenen güven düzeyi ile ilişkili olup bu çalışmada ( $\alpha$ ) = 0.05 alınmıştır. Bir testin güven düzeyi  $1 - \alpha$  olup bu çalışmada yapılan uygulamalarda güven düzeyi 0.95 olarak alınmıştır. %95 güven düzeyi için  $z_{\alpha} = 1.96$  ve  $z_{\alpha} = -1.96$ 'ya eşit olup test sonuçları bu değerlerle karşılaştırılıp sıfır veya alternatif hipotezin kabullenebilirliği hakkında neticeye varılmıştır.

Moran I, kümelenen değerlerin yüksek mi ya da düşük değerler mi olduğu hakkında bilgi vermez. Uygulamada yüksek mi ya da düşük mü olan değerlerin kümelenmesi hakkında bir fikir sahibi olabilmemiz için Getis-Ord General G yöntemi kullanılmıştır.

Bu yöntem daha çok high/low clustering adı altında geçmekte olup çalışma alanında ne tür değerlerin kümelendiği yani sıcak nokta veya soğuk noktalarının bölgede bulunup bulunmadığı hakkında araştırmacıya bilgi verir. Moran I yönteminde olduğu gibi bu yöntemde de test istatistik değeri ile z değeri hesaplanmıştır.





**Şekil 4.24** ArcGIS’te Getis-Ord General G yöntemi kullanarak yapılan analizlerden elde edilen sonuçların değerlerine göre anlamlılığı (İnt.Kyn.5)

(Şekil 4.24) de görüldüğü gibi hesaplamalar sonucunda elde edilen genel G test istatistik değeri, beklenen G değerinden büyük ise bölgede yüksek değerlerin kümelendiği, eğer G test istatistik değeri, beklenen G değerinden küçük ise bölgede düşük değerlerin kümelenme eğiliminde olduğu hakkında bir fikir öne sürülebilir. Bu fikrin onaylanabilmesi için test istatistik değeri ile birlikte rapor edilen z değerini,  $z_{\alpha}$  değeri ile karşılaştırılması gerekir. Hesaplanan z değeri,  $z_{\alpha}$  değerini ile karşılaştırıldığında olguların bölgede dağılımı ile karar vermede üç alternatif mevcuttur. Eğer hesaplanan z değeri,  $z_{\alpha}$  değerinden (1.96) büyük ise yüksek değerlerin bölgede en fazla %5 yanılma olasılığı ile kümelenmiş olduğunu ve aynı şekilde hesaplamalar sonucu elde edilen z değeri,  $z_{\alpha}$  değerinden küçük ise (-1.96) düşük değerlerin bölgede en fazla %5 yanılma olasılığı ile kümelenmiş olduğunu kabul edilir. Diğer bir ihtimal ise z değerinin 0 değerine yakın olması durumudur, o zaman da olguların bölge içerisinde rasgele dağıldığını anlamlı bir kümenin mevcut olmadığını kabul edilir.

Uygulamada her bir hastalık için her değişkene bu iki yöntem ayrı olarak uygulanmış olup (Çizelge 4.7) de test sonuçları gösterilmiştir. Çizelgedeki değerler incelendiğinde sadece HLD vakası görülen erkeklerde hesaplanmış olan z değerleri  $z_{\alpha}$  değeri -1.96’dan küçüktür. HLD vakası görülen erkekler için Moran I istatistiği sonucunda hesaplanmış olan test istatistiği değeri -0.395’tir. Bu hesaplar sonucu bulunan test istatistiği -1 değerine yakındır yani değerler dağınık olarak dağılmış olarak düşünülebilir fakat bu konuda düşüncemizi daha da güçlendirebilmemiz için Moran I test istatistiği ile birlikte hesaplanan z değerine bakılır. Değerlendirme sonucu bulunan z değeri -2.801 olup bu değer  $z_{\alpha}$  değerinden küçük (-1.96) olduğu için bölgede olgular dağınık olarak

bulunduğu kararına varılmıştır. HLD görülen erkeklerde Genel G değerine bakıldığında ise bu değer (1.785) beklenen G değerinden küçük olduğu görülmektedir. Bu durumda bölgede düşük değerlerin kümelendiği düşünülebilir. Bu düşüncenin daha da netleşebilmesi için hesaplanan z değerine bakılır. (Çizelge 4.7) ye baktığımızda bu değer (-2.234),  $z_{\alpha}$  değerinden küçük olduğu ve düşük değerlerin bölgede en fazla %5 yanılma olasılığı ile kümelendiği sonucuna varılır.

**Çizelge 4.7** ArcGIS'te analizler sonucu beş hastalığın tüm değişkenleri için elde edilen Moran I ve Genel G değerleri

DMTOTAL	MORAN I	BEKLENEN	VARYANS	z	G değeri	BEKLENEN G	G VARYANS	Z (G)
G_KDN	-0,120	-0,059	0,017	-0,467	2,063	2,093	0,022	-0,203
G_ERK	-0,080	-0,059	0,017	-0,164	2,074	2,093	0,001	-0,586
G_TPLM	-0,074	-0,059	0,014	-0,127	2,092	2,093	0,000	-0,193
G_YG_19-40	0,004	-0,059	0,020	0,449	1,528	2,093	0,243	-1,145
G_YG_41-64	-0,091	-0,059	0,019	-0,237	2,102	2,093	0,000	0,420
G_YG_65-65	-0,104	-0,059	0,019	-0,323	2,106	2,093	0,001	0,437
HTTOTAL	MORAN I	BEKLENEN	VARYANS	z	G değeri	BEKLENEN G	G VARYANS	Z (G)
G_KDN	-0,109	-0,059	0,019	-0,364	2,053	2,093	0,002	-0,979
G_ERK	0,011	-0,059	0,018	0,518	1,787	2,093	0,059	-1,259
G_TPLM	-0,070	-0,059	0,018	-0,081	2,051	2,093	0,001	-1,117
G_YG_19-40	-0,006	-0,059	0,018	0,400	2,041	2,093	0,001	-1,486
G_YG_41-64	-0,151	-0,059	0,019	-0,672	2,132	2,093	0,013	0,348
G_YG_65-65	-0,140	-0,059	0,018	-0,597	2,218	2,093	0,047	0,576
HLD TOTAL	MORAN I	BEKLENEN	VARYANS	z	G değeri	BEKLENEN G	G VARYANS	Z (G)
G_KDN	-0,001	-0,059	0,019	0,425	2,085	2,093	0,00027	-0,513
G_ERK	<b>-0,395</b>	<b>-0,059</b>	<b>0,014</b>	<b>-2,801</b>	<b>1,785</b>	<b>2,093</b>	<b>0,01903</b>	<b>-2,234</b>
G_TPLM	-0,096	-0,059	0,020	-0,264	2,092	2,093	0,00002	-0,149
G_YG_19-40	-0,319	-0,059	0,018	-1,912	1,832	2,093	0,04088	-1,293
G_YG_41-64	0,017	-0,059	0,019	0,556	1,930	2,093	0,01254	-1,460
G_YG_65-65	-0,085	-0,059	0,019	-0,190	2,281	2,093	0,06349	0,744
TRDTOTAL	MORAN I	BEKLENEN	VARYANS	z	G değeri	BEKLENEN G	G VARYANS	Z (G)
G_KDN	-0,053	-0,059	0,017	0,044	2,109	2,093	0,061	0,063
G_ERK	-0,296	-0,059	0,020	-1,682	1,757	2,093	0,113	-1,001
G_TPLM	-0,046	-0,059	0,016	0,098	2,125	2,093	0,045	0,148
G_YG_19-40	-0,074	-0,059	0,018	-0,115	2,042	2,093	0,028	-0,306
G_YG_41-64	0,007	-0,059	0,015	0,529	2,232	2,093	0,032	0,779
G_YG_65-65	-0,078	-0,059	0,016	-0,156	2,008	2,093	0,009	-0,900
HBTOTAL	MORAN I	BEKLENEN	VARYANS	z	G değeri	BEKLENEN G	G VARYANS	Z (G)
G_KDN	-0,061	-0,059	0,019	-0,016	2,092	2,093	0,00005	-0,084
G_ERK	-0,026	-0,059	0,018	0,243	1,973	2,093	0,02007	-0,845
G_TPLM	-0,099	-0,059	0,018	-0,299	2,081	2,093	0,00070	-0,441
G_YG_19-40	-0,097	-0,059	0,019	-0,278	2,084	2,093	0,00122	-0,247
G_YG_41-64	-0,111	-0,059	0,019	-0,379	2,083	2,093	0,00161	-0,251
G_YG_65-65	0,012	-0,059	0,020	0,499	1,801	2,093	0,26184	-0,570

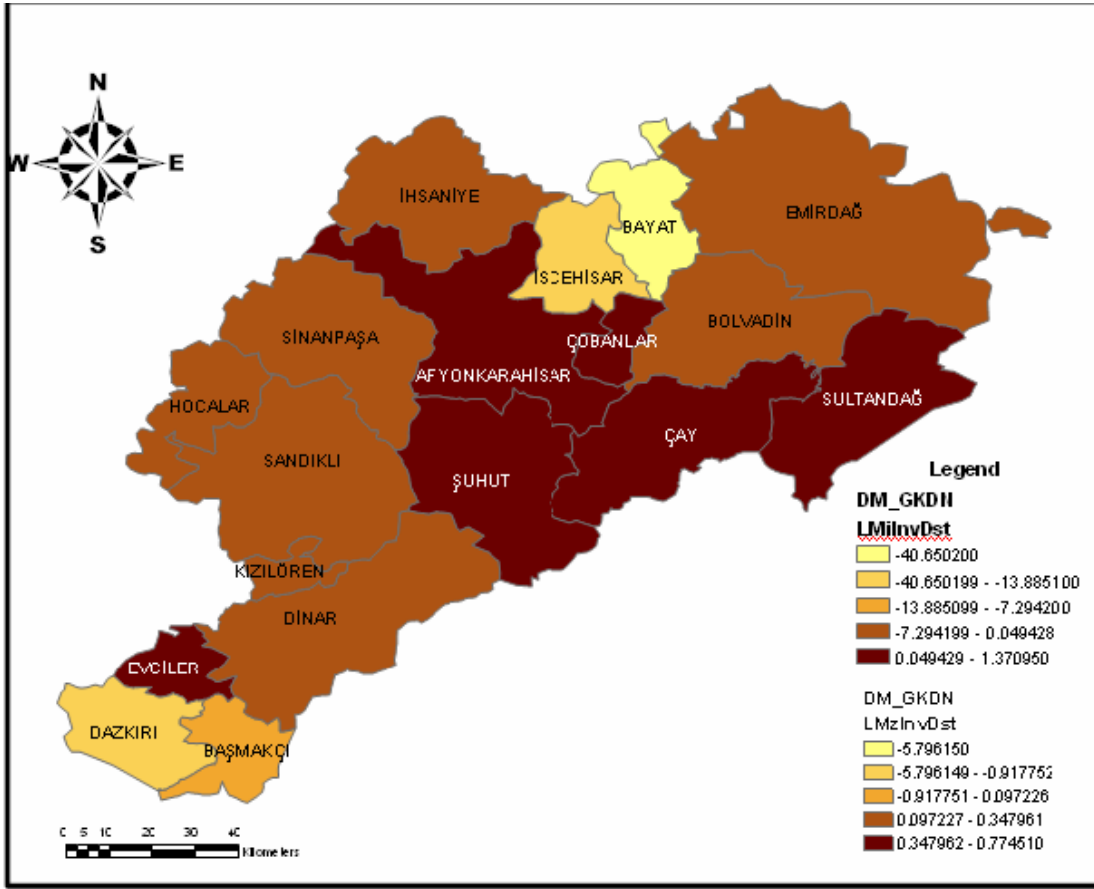
Uygulamada kullanılan diğer bir otokorelasyon yöntemi ise Lokal Moran I yöntemidir. Bu yöntemin Moran I yönteminden en büyük farkı çalışma alanı içerisindeki kümelerin

yerini işaret etmesidir. Moran I yöntemi bölgedeki mevcut homojenliğin anlamlılığını test etmesine karşın Lokal Moran I, bölgedeki heterojenliğin anlamlılığını test eder. Moran I yönteminde kümelenme kavramı temel iken Lokal Moran I yönteminin temelinde kümeler kavramı vardır. Aslında bu yöntemi sadece lokal kümeleri tespit etmekle sınırlandırmamak gerekir. ArcGIS programında yöntem “Cluster and Outlier Analysis” adı altında geçmekte olup lokal kümeleme tespit amacının dışında mekânsal aykırı olan yerleri de tespit etmektedir. Lokal Moran I yönteminde lokal kümelerin yüksek değerlerden mi oluştuğu (hot spot) veya düşük değerlerden mi oluştuğu (cold spot) hakkında araştırmacıya bilgi vermez. Aykırı olan yerler, yüksek yerlerin düşük (high-low) veya düşük değerlerin yüksek değerlerle (low-high) çevrelediği yerler olup, bu yöntemde bu gibi durumlarda (spatial outliers) tespit edilebilir.

Bu yöntemde yüksek pozitif z değeri yüksek veya düşük benzer değerlerin (high-high, low-low) birbirlerini çevrelediğini yani kümelendiğini (hangisi olduğu belli değildir) negatif z değeri ise benzer olmayan (low-high, high-low) değerlerin birbirlerini çevrelediği anlamına gelmektedir.

Diğer bir yorum ise Lokal Moran I değerlerine bakılarak yapılabilir, buna göre hesaplamalar sonucu elde edilen I değeri pozitif ise detayın, komşu detaylarla benzer değere sahip olduğu ve kümelenmeyi işaret ederken, I değeri negatif ise detayın, komşu detaylarla oldukça farklı değere sahip olduğu anlamına gelir. Yorumu netleştirmek için Lokal Moran I, z ve  $z_{\alpha}$  değeri bir bütün içerisinde değerlendirilmelidir. Çünkü z ile  $z_{\alpha}$  karşılaştırılmadan testin anlamlılığını kontrol etmemiz mümkün değildir. Bu yüzden ArcGIS’te yapılan hesaplamalarda diğer uygulamada kullanılan yöntemlerde olduğu gibi test istatistiği sonucu (LMi: Lokal Moran index) ve z değeri (LMz: Lokal Moran z) rapor edilir. (Şekil 4.25) DM vakalarının kadınlarda görülme durumu, bölgede lokal olarak incelenmiş, anlamlı lokal bir kümelenme tespit edilemese de Bayat ilçesinde mekânsal bir aykırılık tespit edilmiştir. Örnekte gösterilen lejanta bakıldığında Bayat ilçesi için hesaplanmış olan test istatistiği değeri -40.650 ve z değeri de -5.796 olup Lokal Moran yönteminin prensiplerine göre Bayat ilçesi diğer bölgelere göre anlamlı mekânsal aykırılık göstermektedir.

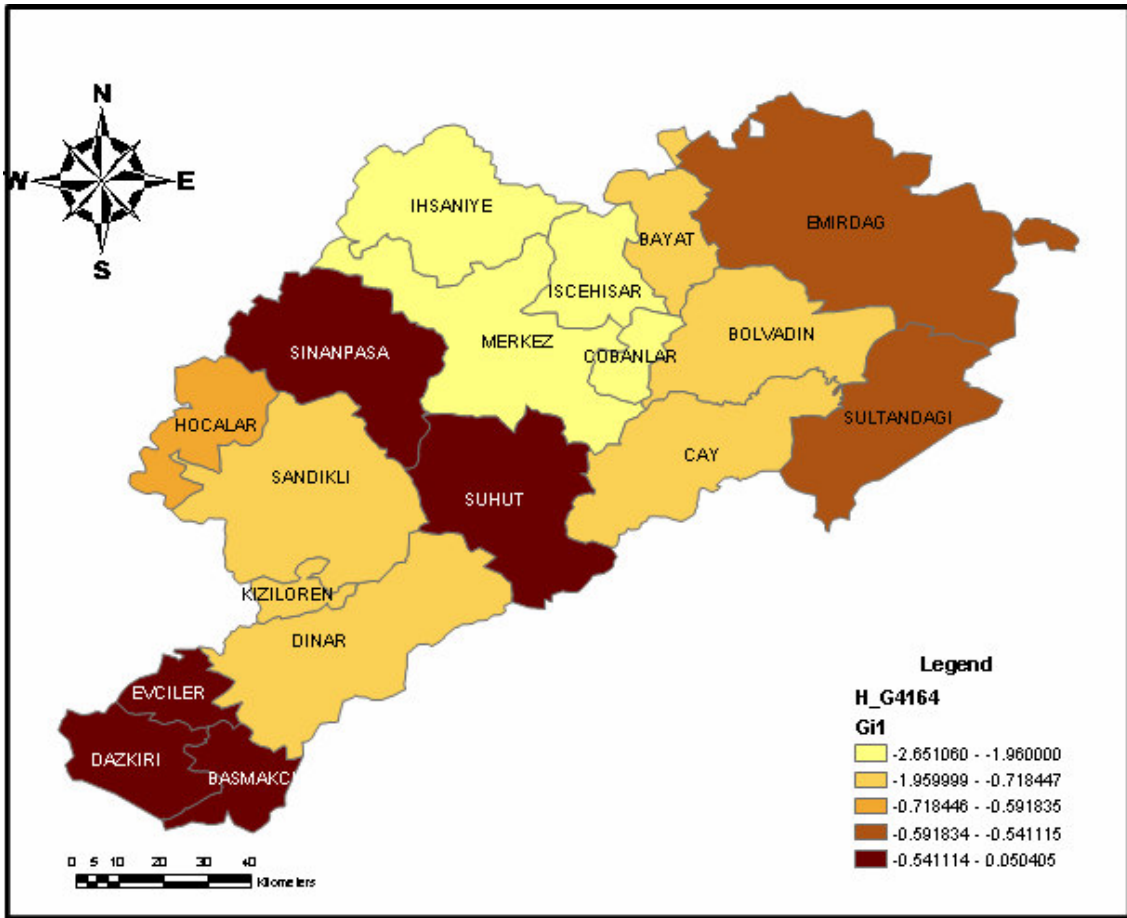
Her biri ayrı ayrı olarak incelenmiş olan sonuç olarak toplam 5 hastalığın hiçbirinde lokal kümelenme tespit edilememiştir.



Şekil 4.25 DM vakalarının kadınlarda görülme durumunun Lokal Moran I yöntemi kullanılarak elde edilmiş haritası

Yüksek veya düşük değerlerin kümelendiği yerleri tespit edebilmek ve Lokal Moran I yöntemi ile karşılaştırabilmek için General G yönteminin lokal versiyonu olan Getis-Ord  $G_i^*$  yöntemi de uygulamada kullanılmıştır. General G'nin lokal versiyonu olmasının sebebi General G yönteminin sadece bölgede hangi değerlerin (high-low) kümelendiği hakkında araştırmacıya bilgi verebilmesinden ileri gelmektedir. Getis-Ord  $G_i^*$ 'nin ise yüksek veya düşük değerlerin nerelerde olduğunu tespit edebilme özelliği vardır. Hesaplamalar sonucu elde edilen  $G_i^*$  değeri pozitif ve z değeri  $z_\alpha$  değerinden (1.96) büyük ise yüksek değerlerin kümelendiği (hot spots) veya  $G_i^*$  değeri negatif ve z değeri  $z_\alpha$  değerinden küçük ise (-1.96) düşük değerlerin kümelendiği (cold spots) kabul edilir.

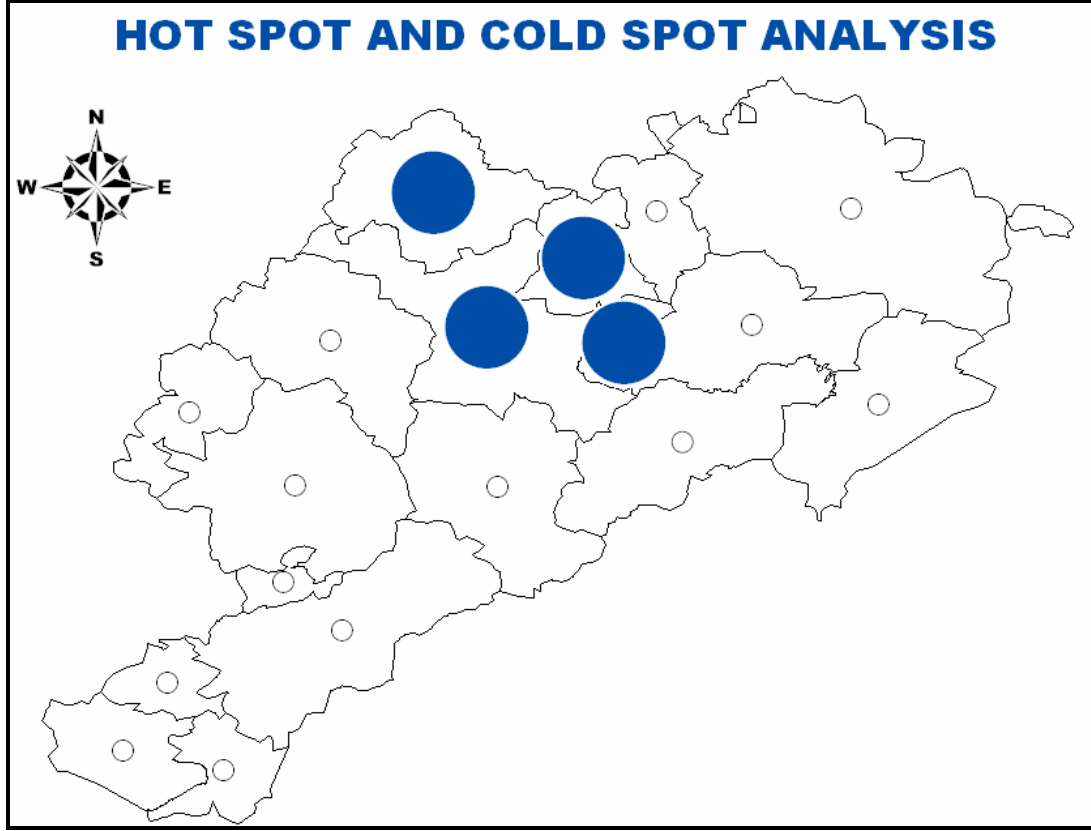
Uygulamada z değeri -1.96'tan büyük, +1.96'dan küçük değere sahip olan bölgeler, kabul edilen istatistik değerinin altında kaldığı için yorumlamaya katılmamıştır ( z değeri ile karşılaştırma yaptığımız bu kritik değerler (-1.96,+1.96) testten istenen güven düzeyi ile ilgili olup araştırmacının yaptığı çalışmadaki istenen güven düzeyine göre değişebilir). Analizler sonucu edilen değerler, kritik değerlerden biri olan 1.96'dan büyük ise yüksek değerlerin (hot spot) kümelendiği , -1.96'dan küçük ise düşük değerlerin (cold spot) en fazla %5 yanılma payı ile kümelendiği kabul edilir.



Şekil 4.26 ArcGIS'te Getis-Ord Gi\* yöntemi ile sıcak veya soğuk noktaların tespiti

(Şekil 4.26) da HLD hastalığı görülen 41-64 yaş grubunun Getis-Ord Gi\* yöntemi kullanılarak analizi gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak Merkez, İhsaniye, İscehisar ve Çobanlar ilçelerinde Gi değerlerinin kritik değer olan -1.96'ın aşağısında olduğu tespit edilmiştir.

(Şekil 4.27) de bu ilçelerin birlikte oluşturduğu küme düşük değerlerin oluşturduğu bir küme olup bu bölgeyi cold spots (soğuk noktalar) olarak nitelendirmekte mümkündür.



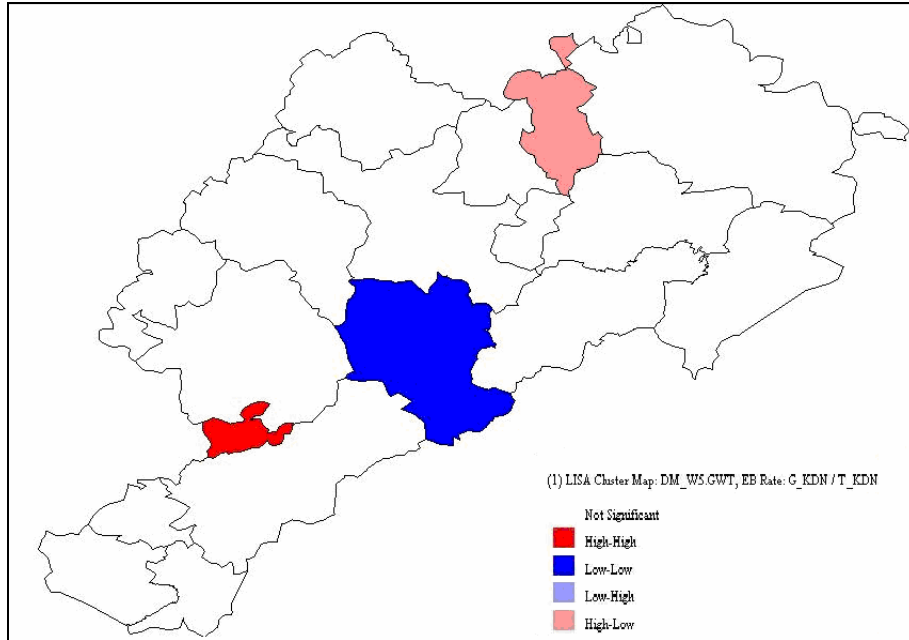
**Şekil 4.27** Soğuk nokta olarak tespit edilen yerlerin ArcGIS ortamında görselleştirilmesi  
Diğer hastalıklar için uygulanmış olan Getis-Ord  $G_i^*$  yönteminde anlamlı sıcak nokta veya soğuk nokta tespit edilememiştir.

Buraya kadar yapılmış olan aşamalarda mekânsal oran ve kutu çizgileri dışındaki uygulamalar ArcGIS programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Uygulamanın bu aşamasından sonra GeoDA programında mevcut olan LISA yöntemi kullanılmıştır. Lokal mekânsal otokorelasyon analizi LISA'ya dayanır. Mekânsal ilişkinin ölçümü her bir bireysel lokasyon için hesaplanır. GeoDA programında bulunan LISA yöntemi ArcGIS'te yapmış olduğumuz Lokal Moran I ve Getis-Ord  $G_i^*$  çıktılarına kapsamakta olup bu iki yöntemden elde edilen yorumlar ekranda birbirinden ayrı iki gösterim olarak değil de tek bir sonuç altında gösterebilmektedir. Başka bir ifade ile LISA, çalışma bölgesinde istatistiksel olarak anlamlı lokal kümeler ve/veya mekânsal aykırıkların

yerini tespit eder ayrıca yüksek değerlerin yüksek değerlerle çevrelendiği (hot spots) ve düşük yerlerin düşük yerlerle çevrelendiği (cold spot) yerleri de gösterir.

GeoDA programında LISA yönteminin uygulayabilmesi için mekânsal oran uygulamasında olduğu gibi ağırlıklar kullanır.

Uygulamada her bir hastalık için LISA yöntemi ayrı ayrı uygulanmıştır. (Şekil 4.27) de LISA yöntemi kullanılarak DM hastalığının kadınlarda görülme durumu gösterilmektedir. Haritanın sağ alt köşesinde görülen lejantta sonuçlar high-high, high-low, low-low ve low-high olmak üzere dört kategoride gösterilmektedir. Burada sembol olarak yüksek-yüksek'in (high-high) temsil ettiği koyu kırmızı renk, yüksek değerlerin yüksek değerle, yüksek-düşük'ün (high-low) temsil ettiği açık kırmızı renk ise yüksek değerlerin düşük değerle çevrelendiğini gösterir. Düşük değerlerin düşük değerle çevrelendiği yerler koyu mavi rengin temsil ettiği düşük-düşük ile (low-low) adlandırılır. Düşük değerlerin yüksek değerlerle çevrelendiği yerler ise açık mavinin temsil ettiği düşük-yüksek (low-high) olarak adlandırılır. Beyaz olan yerler ise istatistiksel olarak anlamlı olmayan yerleri göstermektedir.



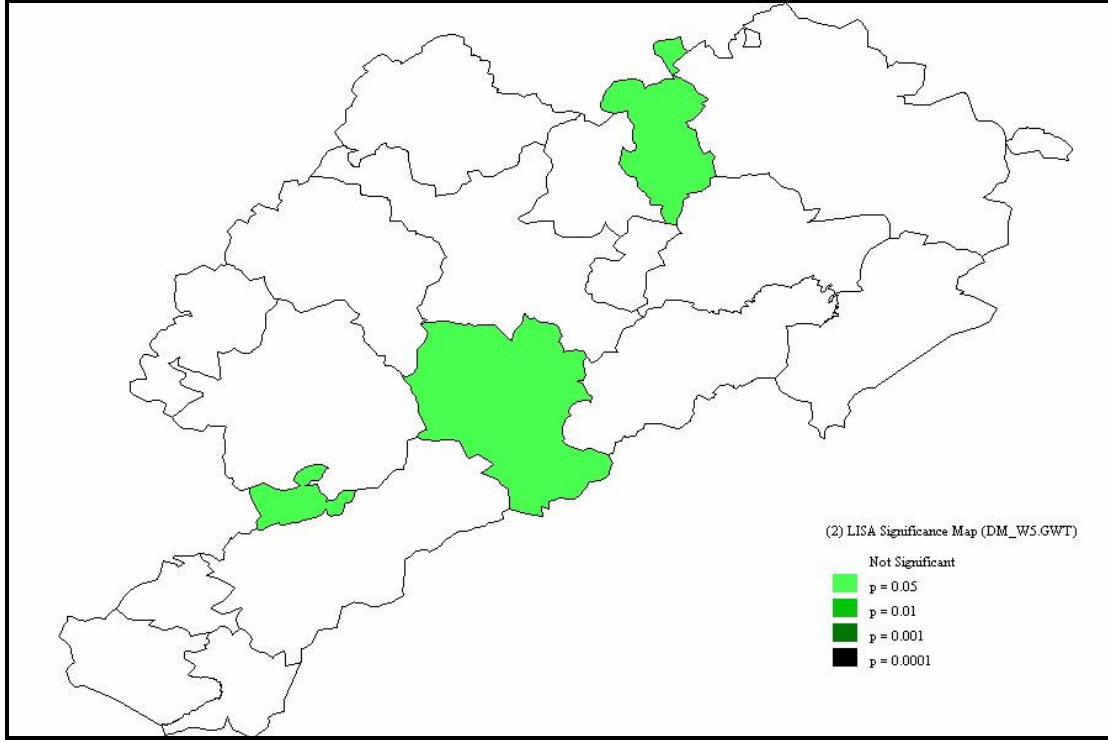
**Şekil 4.28** GeoDA programında LISA yönteminin uygulanması

(Şekil 4.28) de komşu sayısı 5 olarak oluşturulan ağırlık matrisi kullanılarak ( $w=5$ ), DM kadınlarda görülme durumunun görselleştirilmesi için oluşturulan haritada bölgedeki en tehlikeli yer koyu kırmızı ile gösterilen Kızılören tespit edilmiştir. Kızılören ve komşu ilçelerinin (Dinar-Sandıklı) yüksek değere sahip olmasından dolayı burası koyu kırmızı ile renklendirilmiştir. Komşu ilçelerin yüksek değerlere sahip olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığı için buralar program tarafından renklendirilmemiştir. Eğer komşu ilçelerin yüksek değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunsaydı bu ilçelerde koyu kırmızı ile temsil edilmiş sonuç olarak yüksek değerlerin kümelenmesi olmuş olacak ve o ilçelerin oluşturmuş olduğu alanın çok yönlü incelenmesi gerekecekti.

Haritada koyu mavi ile temsil edilen Şuhut ilçesi ise DM vakalarının kadınlarda görülme durumunun en risksiz olduğu bölgedir. Şuhut ve komşuları (Sinanpaşa-Merkez-Çay) düşük değerlere sahip olduğu için Şuhut ilçesi koyu mavi ile gösterilmiştir. Komşularının düşük değerleri istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığından dolayı program tarafından renklendirilmemiştir. Haritada renklendirilmiş diğer ilçe ise Bayat ilçesidir. Bayat ilçesinin yüksek, komşu ilçelerinin ise düşük değerlere sahip olmasından dolayı açık kırmızı ile renklendirilmiştir. Bayat ilçesinin komşularının sahip olduğu düşük değerlerin istatistiksel olarak anlamlı olmamasından dolayı komşuları renklendirilmemiştir.

LISA, uygulamalarda istenirse bulunan sonuçların anlamlılığını ifade eden görsel bir harita da (signifinance map) sunar. Bulunan sonuçların istenen güven seviyesine göre hangilerinin kabul edilebilir olduğu bu haritaya bakılarak tespit edilebilir.



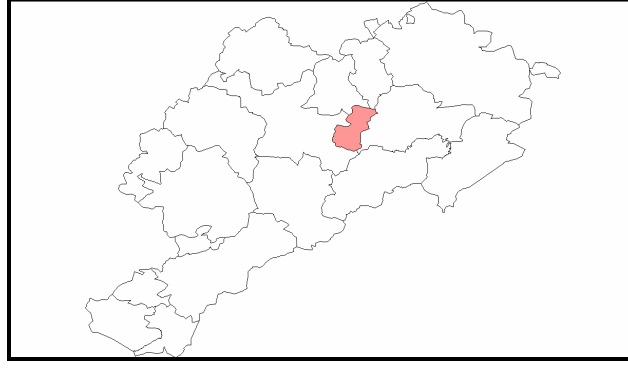


**Şekil 4.29** GeoDA programında elde edilen sonuçların anlamlılık haritası

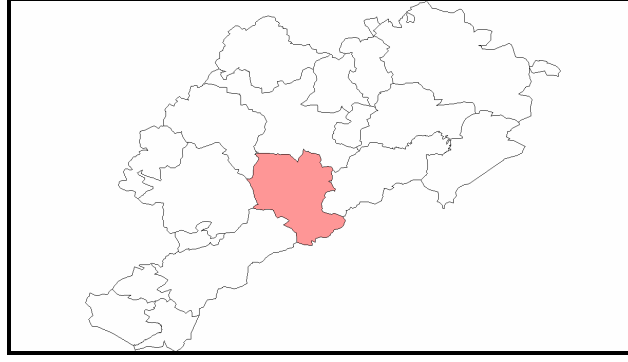
GeoDA programında LISA yöntemi kullanılarak oluşturulan haritalarda güvenilirlik seviyesini temsil eden renkler yeşil rengin tonları şeklinde sunulmuştur. Rengin tonu arttıkça bulunan bölgenin güvenilirlik seviyesi de artmaktadır. (Şekil 4.29) da tespit edilmiş olan üç ilde bir önceki örnekte bulduğumuz sonuçların aynı güvenilirlik seviyesinde olduğunu yani bulunan sonuçlarda hata yapma olasılığımızın en fazla %5 olduğunu ( $p = 0.05$ ) göstermektedir.

Afyonkarahisar ilinde vakaların hem erkek hem kadında görülme durumu LISA yöntemi ile incelenmiş ve sonuçlar haritalarla gösterilmiştir.

Uygulamada DM vakalarının ve HB vakalarının hem kadınlarda hem erkeklerde görülme durumunun ( $w=5$ ,  $w=10$ ) LISA yöntemi ile incelenmesi sonucunda herhangi bir mekânsal aykırılık veya kümelenme tespit edilememiştir.

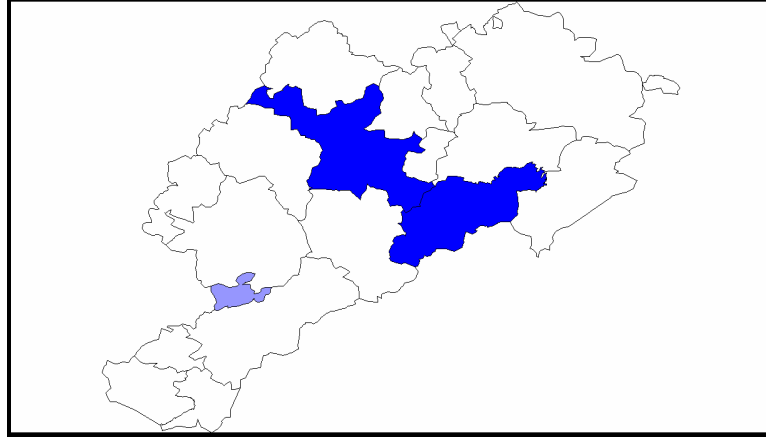


**Şekil 4.30** HT vakalarının hem kadın hem erkeklerde görülme durumunun ( $w=5$ ) LISA yöntemi ile incelenmesi

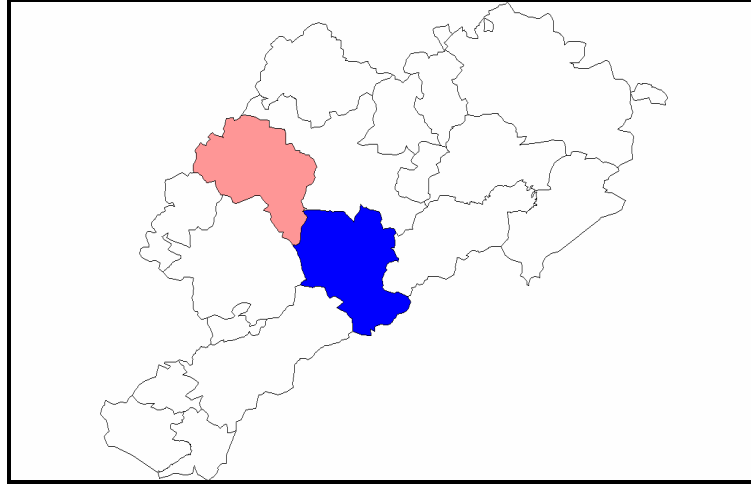


**Şekil 4.31** HT vakalarının hem kadın hem erkeklerde görülme durumunun ( $w=10$ ) LISA yöntemi ile incelenmesi

(Şekil 4.30) ve (Şekil 4.31) de en yakın komşu sayısı 5 ve 10 alınarak LISA yöntemi uygulanmıştır. Bu uygulama sonucu HT vakalarının Çobanlar ve Şuhut ilçesinde mekânsal aykırılık gösterdiği tespit edilmiştir. (Şekil 4.30) da Çobanlar ve (Şekil 4.31) de Şuhut ilçesi açık kırmızı ile renklendirilmiş olup bu ilçelerinin yüksek, komşularının ise düşük değere sahip olduğu belirtilmektedir.



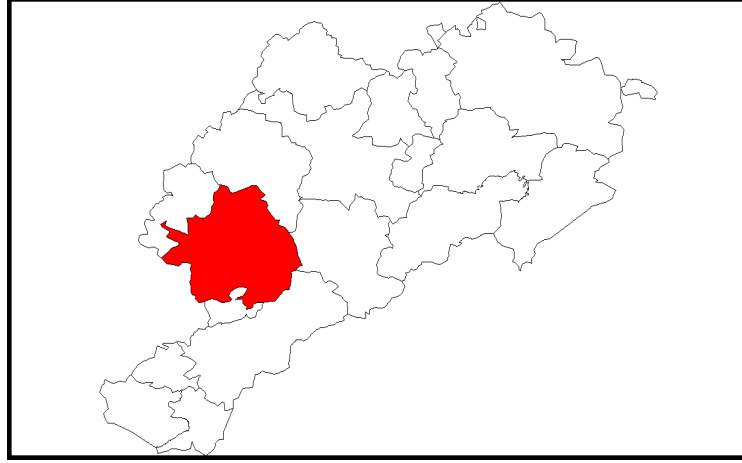
**Şekil 4.32** HLD vakalarının hem kadın hem erkekte görülme durumunun ( $w=5$ ) LISA yöntemi ile incelenmesi



**Şekil 4.33** HLD vakalarının hem kadın hem erkekte görülme durumunun ( $w=10$ ) LISA yöntemi ile incelenmesi

(Şekil 4.32) ve (Şekil 4.33) de en yakın komşu sayısı 5 ve 10 alınarak LISA yöntemi uygulanmıştır. (Şekil 4.32) de en yakın komşu sayısının 5 alınıp LISA yöntemi uygulanması ile Merkez ve Çay ilçelerinin kendileri ile birlikte çevresindeki ilçelerinde düşük değerde olduğu, açık mavi ile gösterilen Kızılören ilçesinin kendisinin düşük etrafındaki ilçelerin ise yüksek değerlere sahip olduğu yani Kızılören ilçesinde mekânsal aykırılık olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 4.33) de en yakın komşu sayısı 10 alınıp LISA yönteminin uygulanması sonucu Şuhut ilçesi ile çevresindeki ilçelerin düşük değerlere sahip olduğu belirlenmiştir. Açık kırmızı renkle gösterilen Sinanpaşa

ilçesinin ise yüksek değere, çevresindeki ilçelerin ise düşük değere sahip olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.34** TRD vakalarının hem kadın hem erkekte görülme durumunun (w=5) LISA yöntemi ile incelenmesi

(Şekil 4.34) de en yakın komşu sayısı 5 alınıp LISA yönteminin uygulanması sonucu Sandıklı ilçesinin ve çevre ilçelerinin yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir. En yakın komşu sayısının 10 alınıp LISA yönteminin uygulanması sonucu ise herhangi bir mekânsal aykırılık veya lokal kümelenme bulunamamıştır.

Uygulamada bulunan sonuçların kararlılığını güçlendirmek amacıyla ArcGIS programında bulunan sonuçlar ile GeoDA programında elde edilmiş sonuçlar karşılaştırılmıştır. ArcGIS programında bulunan Getis-Ord  $G_i^*$  yöntemi ve GeoDA programındaki LISA yöntemi kullanılarak her bir hastalık için en fazla %5 yanılma olasılığı ile herhangi bir lokal kümelenme bulunamamıştır.

Afyonkarahisar ilinde ilçeler genelinde DM oranı %12.2 ile %13.4 arasında tespit edilmiştir. 2003 UHY-ME Çalışması Hane Halkı Araştırması'na göre 18 yaş ve üzeri kişilerde beyana dayalı olarak diyabet sıklığı %4.75 olarak bulunmuştur. Türkiye Diyabet Epidemiyoloji Çalışmasına göre ise diyabet oranı %7,2 olarak saptanmıştır. Bu çalışmalardan en güncel olanı Bakanlığımız Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından 2004 yılında yayımlanan “Sağlıklı Beslenelim, Kalbimizi Koruyalım” çalışmasında toplam saptanan diyabet oranı olup bu oran %11.9 olarak bildirilmiştir

(HMM 2007) İl bazında yapılan çalışmalarda ise DM görülme oranı bölgenin coğrafik koşullarına bağlı olarak değişmekte olup Afyonkarahisar ili ile benzer koşullara sahip olan yerlerle karşılaştırılmaya çalışılmıştır. Maral ve arkadaşları, 2001 yılında yayınladıkları çalışmada 15 yaş ve üzeri yaşlarda Ankara ilinde DM oranını %4.5 olarak tespit etmişlerdir. Diğer bir çalışma ise Yumuk ve arkadaşlarının 2005 yılında yayınladıkları çalışmadır. Bu çalışmada Yumuk ve arkadaşları Konya ilinde 20 yaş ve üzerinde DM görülme oranını %8.4 olarak bildirmişlerdir. Sonuç olarak Afyonkarahisar ilinde DM görülme oranı hem Türkiye geneli yapılan çalışmalardan hem de benzer yapıya sahip bölge kapsamlı çalışmalarda tespit edilen orandan daha fazla olduğu görülmektedir.

Çalışmada Afyonkarahisar ilinde HT görülme oranının ise ilçeler genelinde %19.4 ile %28 arasında değiştiği tespit edilmiştir. HT görülme oranının tespiti için Türkiye genelinde yapılan en kapsamlı çalışma ise Arıcı ve arkadaşlarının, 2003 yılında yapmış olduğu “ Türk Hipertansiyon Prevalans Çalışması” dır. Bu çalışmada Türkiye genelinde erişkinlerde HT görülme oranı %31.8 olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada bu oranın İç Anadolu Bölgesi için %38.5, Ege Bölgesi için ise %28 olduğu açıklanmıştır. Türkiye genelinde yapılan diğer bir çalışma Satman ve arkadaşları tarafından yapılan ve 2002 yılında yayınlanan bir çalışma olup, bu çalışmada HT görülme oranı %29 olarak açıklanmıştır. Taşçı ve arkadaşları 1999 yılında Ankara’da yapılan 30 yaş ve üzerini kapsayan bir çalışma da ise HT görülme oranını %37 olarak tespit etmişlerdir. Öztürk ve arkadaşları 2006 yılında gene 30 yaş ve üstü yapılan bir çalışmada Kayseri ili için HT görülme oranını %34.6 olarak bulmuşlardır. Genel olarak Afyonkarahisar ilinde ilçeler bazında HT görülme oranının, Türkiye genelinden daha düşük olduğu görülmektedir. Bunun nedeni ise çalışma grubumuzun 19 yaş ve üzerini kapsamamasından kaynaklanmaktadır. Bilindiği gibi genç yaşta hipertansiyon görülme oranı oldukça düşüktür. Çalışma grubumuzun 41 yaş ve üzeri olarak değerlendirdiğimizde hipertansiyon görülme oranımız %30.38 olarak bulunmuştur. Bu değerinde diğer çalışmalara yakın bir değerdir.

Afyonkarahisar ilinde ilçeler bazında hiperlipidemi (hiperkolesterolemi ve/veya hipertrigliseridemi) görülme oranı %35 ile %36.4 arasında değişmektedir. Türkiye geneli için yapılan bir çalışmada hiperkolesterolemi oranı %38.6 olarak bulunmuştur.

Sonuç olarak Afyonkarahisar ilinde ilçeler bazında tespit edilen HLD oranının ülke değerlerine yakın olduğu tespit edilmiştir.

Afyonkarahisar ilinde ilçeler arası HB oranı ise %6.5 ile %8.5 arasında bulunmuştur. Ülkemizde anemi prevalansını belirlemek üzere yapılmış klinik araştırmalar sınırlıdır. Bu araştırmalarda farklı anemi kıstasları kullanılmış olmasına rağmen varılan ortak nokta süt çocuğu döneminde görülme oranının en yüksek olduğudur. Ülke genelinde kapsamlı bir çalışma mevcut olmayıp daha çok bölgesel çalışmalar yapılmıştır. Bu bölgesel çalışmalarda ise aneminin en çok görüldüğü çocuk ve gençler hedef kitle olarak belirlenmiştir. 0–5 yaş grubu çocukların ortalama %50.0'si, okul çağı çocuklarının % 30.0'u, gebe ve emzikli kadınların % 50'si anemiktir (Pekcan ve Karaağaoğlu, 2000). Koçak ve arkadaşları 1994 yılında Adana ili için yaptıkları bir çalışmada 14 yaş ve üstü grupta anemi oranını %16.9 olarak tespit etmişlerdir. Gür ve arkadaşlarının 2005 yılında yayınlanmış olan çalışmasında İstanbul'da 6–16 yaş arası 1534 kişilik bir grupta anemi oranı %27.6 olarak tespit edilmiştir. Berçem ve arkadaşlarının 1999 yılında yayınlanmış olan çalışmasında Sivas'ta 12–18 yaş arası 329 kişilik bir grupta demir eksikliği anemisi %5.5 olarak bildirilmiştir. Yavuz ve arkadaşlarının 2004 yılında yayınlanmış olduğu çalışmalarında Düzece'de 15–17 yaşları arasında 1271 kişinin bulunduğu bir grupta anemi oranını %5.9 olarak tespit etmişlerdir. Verilen örneklerden de anlaşılacağı üzere yapılan çalışmalar daha çok gençleri kapsadığı için Afyonkarahisar ilinde tespit edilen oranlarla bir kıyaslama yapılamamıştır.

Afyonkarahisar ilinde çalışılan beş hastalık içerisinde ilçeler bazında görülme oranların birbirleri arasında en fazla farklılık gösterdiği hastalık TRD olarak tespit edilmiş olup bu oran %0.06 ile %40 arasında değişmektedir. Urgancıoğlu ve Hatemi 1988 yılında yapmış olduğu çalışmada guatr prevalansını Türkiye genelinde %30.5 olarak tespit etmişlerdir (DPT 2001). İl genelinde yapılan çalışmaların yaş gruplarının farklı olmasından dolayı oranlarda farklılık gösterdiği görülmektedir. Örneğin Çolak ve arkadaşlarının 2004 yılında yayınlanmış olan çalışmasında Elazığ ilinde yaşları 15 ile 88 arasında değişen 253 kişilik grupta guatrın elle bulunma oranını %45.5 olarak tespit etmişlerdir. Bayram ve arkadaşlarının 2003 yılında yayınlanmış olduğu çalışmada Kayseri ilinde öğrenci ve yetişkinlerde guatrın elle bulunma oranını %54.8 olarak

bildirmişlerdir. Eğri ve arkadaşlarının 2006 yılında yayınlanmış çalışmasında Malatya ilinde yaşları 7 ile 11 arasında değişen 568 okul öğrencisinde guatr prevalansının %26.8 olduğu açıklanmıştır. Sonuç olarak TRD oranının Türkiye geneli ile karşılaştırılması mümkün olmayıp, ilde en yüksek görülme oranına sahip ilçeler Şuhut (%40) ve Dinar (%36) tespit edilmiştir.

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Hastalıklar günlük hayatta insanların yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler. Toplumda daha iyi bir yaşam kalitesi oluşturmak ve daha iyi bir gelecek için sağlık alanında bu tür hastalıkların takip altına alınması ve önlenmesi için gerekli tedbirlerin alınması gerekir. Hastalıkların takip altına alınabilmesi için sürekli gözlem altında bulunması, gerekli tedbirlerin oluşturulabilmesi için de neden-sonuç ilişkisinin bilinmesi gerekir. Araştırmalarda neden-sonuç ilişkilerinin anlamlılığı matematiksel sayılara dayanan istatistiklerle ifade edilir. Coğrafi Bilgi Sistemi bu işlemleri tek bir çatı altında toplayıp gerçekleştirebilen bir bilgi sistemidir. Bu yüzden son yıllarda diğer birçok dalda olduğu gibi epidemiyolojik çalışmalarda da tercih edilmektedir.

Bu tez çalışmasında CBS teknolojisinden yararlanarak DM, HT, HLD, HB ve TRD hastalıkları olmak üzere beş hastalığın Afyonkarahisar genelinde ilçe bazında yoğunlaştığı ve kümелendiği yerler tespit edilmeye çalışılmış ve hastalıkların bölge üzerindeki trendleri incelenmiştir. Çalışmada kullanılan veriler 2005 Temmuz ve 2006 Temmuz yılında elde edilen veriler olup uygulamada 19 yaş ve üstü gruplara ait veriler kullanılmıştır. Farklı nüfus boyutlarında görülen farklı hastalık vakaları özellikle hastalık oranları ile ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacıyı yanıltabileceğinden mekânsal kümelenme çalışmalarına geçmeden oranlar yumuşatılmıştır. Uygulamada hastalıkların Afyonkarahisar ilinde en az ve en yoğun olduğu ilçeler tespit edilmiştir. Buna göre;

- DM vakalarının Afyonkarahisar ilinde ilçe bazında en az yoğun olduğu yer Merkez, en yoğun olduğu yer ise Bolvadin,
- HT vakalarının en az yoğun olduğu yer Merkez en çok yoğun olduğu yerler ise Başmakçı, Şuhut, Emirdağ ve Sultandağ,
- HLD vakalarının en az yoğun olduğu yerler Şuhut, Merkez ve Çobanlar en yoğun olduğu yerler ise Başmakçı, Sandıklı ve Emirdağ,
- HB vakalarının en az yoğun olduğu yer Bolvadin, en yoğun olduğu yerler ise Dazkırı, İncehisar, Çay ve Emirdağ,
- Son olarak TRD vakalarının en az yoğun olduğu ilçeler Bolvadin, Çobanlar ve İhsaniye en yoğun olduğu yerler ise Dinar ve Şuhut ilçeleri olarak tespit edilmiştir.



Genel olarak bakıldığında beş hastalıktan üçünün en fazla görülen yerlerden birinin Emirdağ en az görüldüğü yerlerden birinin ise Merkez ilçesi olması dikkat çekmektedir. Çalışma esnasında GeoDA programında bulunan verilerin dağılımı ve aykırılıkların tespitinde hızlı bir grafiksel metot olan kutu çizgileri uygulaması da yapılmıştır. Bu uygulamada kutu çizgisinin üst ekstrem limit değeri  $Q_3 + 1.5IQR$  değeri olup bu değeri aşan yerler aykırı yer olarak belirlenmiştir. Buna göre;

- DM vakaları için vakanın erkekte ve hem kadın hem erkekte görülme durumu için Bolvadin ilçesi,
- HLD vakalarının kadınlarda görülme durumu için Merkez ilçe,
- HB vakalarının erkeklerde görülme durumu için, Dazkırı, Sinanpaşa, 19–40 yaş grubunda görülme durumu için Sinanpaşa, Çobanlar ve 41–64 yaş grubunda görülme durumu için ise Çay, İncehisar ve Dazkırı ilçeleri,
- TRD vakalarının kadınlarda, hem kadın hem erkekte, 19–40 yaş grubunda, 41–64 yaş grubu ve 65 ve üstü yaş grubunda Şuhut ve Dinar ilçeleri aykırılık göstermiştir.
- HT vakalarında ise herhangi bir aykırılık tespit edilememiştir

Kutu çizgileri uygulamasından sonra çalışmada hastalıkların trendleri hakkında bilgi elde edebilmek için GeoDA programında bulunan mekânsal oran uygulaması yapılmıştır. Buna göre;

- DM hastalığı için  $w=5$  durumunda herhangi bir trend tespit edilememiş olmasına karşın  $w=10$  durumunda ise Afyonkarahisar ilinde DM vakası görülen kadınlarda, ilin kuzeydoğusundan güneybatısına doğru, erkeklerde ise ilin güneybatısından kuzeydoğusuna doğru DM vakalarının artan bir trende sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tip 2 Diyabetes Mellitus'ta genetik özelliklerin yanı sıra beslenme alışkanlığı, sedanter yaşam ve obezite de önemli faktörler arasındadır. Bu bağlamda kadınların beslenme alışkanlıkları ve bölgeye has yaşam tarzı nedeniyle obez oldukları buna bağlı diyabet vakalarında artış olduğunu düşünülmektedir.

- HT hastalığı için ise gerek  $w=5$  gerek  $w=10$  için bölgede herhangi bir trend tespit edilememiştir.
- HLD hastalığı için  $w=5$  durumunda uyguladığımız yöntemde herhangi bir trend tespit edilememiştir.  $w=10$  durumunda ise HLD vakası görülen erkeklerde ilin kuzeydoğudan güneybatıya doğru vakaların artan bir trendde sahip olduğu, hastalığın görüldüğü 19–40 yaş arası grupta ise kuzeydoğudan güneybatıya doğru vaka görülme durumunun azalan bir trendde sahip olduğu tespit edilmiştir.

Kanda lipid yüksekliği (hiperlipidemi) beslenme tarzı ve genetik yatkınlıkla bağlantılı bir durum olup görülen bazı farklı trendlerin o bölge veya yaş grubundaki beslenme alışkanlığı, sedanter yaşam ve kalıtsal özelliklerle ilişkili olduğunu düşünmekteyiz. Bu konunun da diğer parametrelerimizde olduğu gibi yeni araştırmalarla doğrulanması gerekmektedir.

- HB vakaları için  $w=5$  için herhangi bir trend tespit edilememesine karşın  $w=10$  için, HB vakası görülen kadınlarda ve 41–64 yaş grubunda ilin güneybatısından kuzeydoğusuna doğru vakaların artan bir trendde sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tip 2 Diyabetes Mellitus ile anemi arasında ters bir korelasyon tespit edilmiştir. Diyabeti olan insanların diyetlerine dikkat etmeleri ve daha sık doktor kontrolüne gitmeleri nedeniyle anemilerinin erken saptandığı ve tedavi edildiği veya uygun diyet uygulamaları ile oluşmadığını düşünmekteyiz. Bu nedenle ters bir ilişki oluşmaktadır.

- Son olarak ele alınan TRD vakaların bölgedeki dağılımı, cinsiyet ve yaş grupları ( $w=5, w=10$ ) olarak ayrı ayrı incelediğinde genel olarak TRD vakalarının ilin kuzeydoğusundan güneybatısına doğru bir artan trendde sahip olduğu görülmüştür.

Bu sonuç ilimiz için yeni bir bulgu olup o bölgede sularındaki iyot miktarı ölçümü ve beslenme alışkanlıklarının tekrar gözden geçirildiği bir ikinci aşama araştırmanın gerekli olduğunu düşünmekteyiz. Bu şekilde su ve besin kaynaklı tiroid hastalıklarının varlığı belirlenebilecektir.

Hastalıkların kümelenmesini global olarak değerlendirmek için ArcGIS'te mekânsal istatistiğin altbaşığı olan mekânsal otokorelasyon Moran I ve Getis-Ord General G

yönteminden yararlanılmış ve Afyonkarahisar ilinde global olarak sadece HLD vakalarının erkeklerde görülme durumu için bölgede düşük değerlerin kümelendiği istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Global kümelenmenin altında kalabilecek lokal kümelerin tespiti için ise ArcGIS'te mevcut olan Lokal Moran I ve Getis-Ord Gi\* yöntemi uygulanmıştır ve HLD hastalığı görülen 41–64 yaş grubunun Merkez, İhsaniye, İncehisar ve Çobanlar ilçelerinde düşük değerlerin kümelendiği tespit edilmiştir. ArcGIS'te bulunan sonuçları kontrol edebilmek için GeoDA yazılımında lokal kümelerin tespiti için LISA yöntemi uygulanmış olup herhangi bir lokal kümelenme tespit edilememiştir.

Uygulamanın son aşamasında ise beş hastalığın kadın ve erkekte beraber görülme oranları ile Türkiye ve benzer coğrafi koşullara sahip bölgelerdeki görülme oranları karşılaştırılmıştır. Buna göre;

HLD için Türkiye değerleri ile yaklaşık aynı değerde, DM için Türkiye ve benzer coğrafi koşullara sahip bölgelerdeki ortalamasının üzerinde, 41 yaş ve üstü yaş grubu için HT' nin benzer bölgelerdeki değerlere çok yakın olduğu sonuçlarına varılmıştır.

Ülke geneline bakıldığında küme kavramı ile birlikte yürütülen sağlık çalışmalarının fazla olmadığı görülmektedir oysaki hastalıklarla ilgili etiyolojilerin üretilmesinde küme kavramı önemli bir potansiyele sahiptir. Belirli bir alanda istatistiksel olarak anlamlı bir küme tespit edilirse epidemiyolojik araştırmalarda hedef bölge küçültülmüş, hedef boyutunun küçülmesi ile yapılan sağlık harcamaları azaltılmış ve hastalığın gelişimi açısından zaman kazanılmış olunur. Bu yüzden sağlık çalışmalarında özellikle de epidemiyolojik çalışmalarda kümeleme analizi ile yapılan çalışmalara önem verilmelidir.

Sağlıkla ilgili epidemiyolojik çalışmalarda ise ülke genelinde CBS teknolojilerinden çok az yararlanıldığı görülmektedir. Oysaki CBS, verilerin sağlam bir yerde depolanmasında, analiz edilmesinde ve sonuçların görsel olarak sunulmasıyla sağlık politikalarının geliştirilmesinde de önemli bir gücü sahiptir. Bu yüzden sağlık ile ilgili çalışmalarda CBS ile birlikte yürütülen çalışmaların sayısı arttırılmalıdır.

Hastalık oranları ile ilgili çalışmalarda daha çok yorumların ham oranlara göre yapıldığı görülmektedir. Farklı nüfus boyutlarında görülen farklı hastalık vakaları özellikle hastalık oranları ile ilgili yapılan çalışmalarda araştırmacıyı yanıltabilir bu yüzden bu tür çalışmalarda yumuşatma metotlarından yararlanılmalıdır.

Uygulamada dikkat çeken diğer bir konu ise ülkemizde yapılan sağlık taramalarında hastalıkların görülme oranları ile ilgili farklı sayıların mevcut olmasıdır. Bunun nedeni ise ülkemizde Sağlık Bilgi Sisteminin yeni olması bundan dolayı da henüz sistemin tam oturtulamamasından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden çeşitli sağlık kurumları veya üniversiteler tarafından yapılan Türkiye genelinde ya da bölge kapsamlı çalışmalarda aynı zaman diliminde yapılmasına rağmen bulunan sonuçlar arasında çok farklılıklar olabilmektedir bu yüzden bu tür sağlık taramalarında standart formlar kullanılmalı anketler ona göre yapılmalıdır.

## 6. KAYNAKLAR

- Açikkol, A., Yılmaz, H., Özer, İ., Sağır, M., Güleç, E., “Eski Anadolu Toplumlarının Kladistik Analizi”, 20. Arkeometri Sonuçları Toplantısı, Konya, 24-28 Mayıs, 113-124
- Alkoy, S., Doğru, A.Ö., Uluğtekin, N., Eskikoçak, M., 2007, “Edirne’de Aşılama Hizmetlerinin Kalitesinin LOT Kalite Tekniği (LKT) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) İle Değerlendirilmesi”, 11. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi Bildiri Özeti, Denizli, 23-26 Ekim
- Anselin, L., 1995, “Local indicators of spatial association-LISA”, *Geographical Analysis*, Vol.27, pp.93-115
- Anselin, L., Lozano, N., Koschinsky, J., 2006, “Rate Transformations and Smoothing”, *Spatial Analysis Laboratory Department of Geography, University of Illinois, Urbana-Champaign*
- Arıcı, M., Altun, B., Erdem, Y., Derici, Ü., Nergizoğlu, G., Turgan, Ç., Sindel, Ş., Erbay, B., Karatan, O., Hasanoğlu, E., Çağlar, Ş. ve Türk Hipertansiyon Böbrek Hastalıkları Derneği, 2005, “Prevalence, awareness, treatment and control of hypertension in Turkey in 2003”, *Journal of Hypertension*, Vol.23(10), pp.1817-1825
- Bailey, T.C., Gatrell, A.C., 1995, “Interactive Spatial Data Analysis”, Longman Scientific & Technical, Harlow, UK
- Barut, H., 2005, “CBS’nin İstatistik Amaçlı Kullanılması: İzmir’de Kurumsal Olarak Kullanımı”, Y.Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Bayram, F., Borazan, B., Torun, E., Tanrıverdi, F., Erdoğan, N., Muhtaroğlu, S., Ünlühızcı, K., Tutuş, A., Keleştimur, F., 2003, “The Prevalence of Endemic Goiter and Iodine Deficiency and Evaluation of Thyroid Functions in an Area of Central Anatolia”, *Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism*, Vol.1, pp.37-43

- Baysal, G., 2006, "İzmir İlinde Dizanteri Hastalığının Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) Tabanlı Risk Analizi Uygulaması", Toksikoloji Dergisi, Cilt.4, Sayı 3-4, 35-41
- Berçem, İ., İçağasıoğlu, D., Cevit, Ö., Ergür, A.T., Berçem, G., Gültekin, A., Sütçü, İ., 1999, "Sivas'ta 12-18 Yaş Grubu Adolesanlarda Demir Eksikliği Ve Demir Eksikliği Anemisi Prevalansı" Türkiye Klinikleri Journal of Pediatrics, Cilt 8, 15-20
- Bilgel, N., 2005, "Bayesian Olasılık Kuramının Tıpta Kullanılması", 8. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, Uludağ Üniversitesi, Bursa, 20-22 Eylül, 285-292
- Bithell, J.F., 1995, "The choice of test for detecting raised disease risk near a point source" Statistics in Medicine, Vol.4, pp.2309-2322
- Brooker, S., Leslie T., Kolaczinski, K., Mohsen, E., Mehboob, N., Saleheen, S., Khudonazarov, J., Freeman, T., Clements, A., Rowland, M., Kolaczinski, J., 2006, "Spatial Epidemiology of Plasmodium vivax, Afghanistan" Emerging Infectious Diseases, Oct., Vol.12, pp.1600-1602
- Cliff, A.D., Ord, J.K., 1973, "Spatial Autocorrelation", Pion, London, UK
- Cliff, A.D. and Ord, J.K., 1981, "Spatial Processes: Models and Applications", Pion, London, UK
- Çolak, H.E., Yıldırım, V., Aydınöğlü, A., 2006, "Kentler İçin Coğrafi Bilgi Sistem Tabanlı Sağlık Bilgi Sistemi Uygulaması: Trabzon Kent Örneği", Kent ve Sağlık Sempozyumu, Bursa, 07-09 Haziran, 256-257
- Çolak, H.E., 2005, "Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Trabzon İli Kanser Haritalarının Üretimi", Y.Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Çolak, R., Özkan, Y., Keçeci, M., Doğan, H., Ataseven, H., Ulusoy, Ş.C., İlhan, N., 2004, "The Prevalence of Endemic Goiter in Keban County in Elazığ City and

Evaluation of Iodine Levels”, Turkish Journal of Endocrinology and Metabolism, Vol.8, pp.009-014

Diggle, P.J., Rowlingson, B.S., 1994, “A Conditional Approach to Point Process Modelling of Elevated Risk” Journal of the Royal Statistical Society, Series A, Vol.157, Part 3, pp.433-40

Doğan, İ., 2002, “Selection by Cluster Analysis”, Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences, Feb., Vol.26, pp.47-53

Daşdemir, İ., Güngör, E., 2002, “Çok Boyutlu Karar Verme Metotları ve Ormancılıkta Uygulama Alanları”, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Dergisi, Cilt 4, 1-19

Demiralay, M., Çamurcu, A.Y., 2005, “CURE, AGNES ve K-Means Algoritmalarındaki Kümeleme Yeteneklerinin Karşılaştırılması”, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri dergisi, İstanbul

Diggle, P.J., 1990, “A point process modelling approach to raised incidence of a rare phenomenon in the vicinity of a prespecified point”, Journal of the Royal Statistical Society, Vol.153, pp.349-362

Diggle, P.J., Rowlingson, B.S., 1994, “A conditional approach to point process modeling of elevated risk”, Journal of the Royal Statistical Society, Vol.157, pp. 433-440.

Doherr, M.G., Hett, A.R., Rufenacht, J., Zurbriggen, Z., Heim, D., 2002, “Geographical clustering of cases of bovine spongiform encephalopathy (BSE) born in Switzerland after the feed ban” Veterinary Record, Vol.151, pp.467-472

DPT, 2001, “Ulusal Gıda ve Beslenme Stratejisi Çalışma Grubu Raporu” Ankara

Durduran, S.S., Erdi, A., Kara, F., Durduran, Y., 2005, “Diyaliz Hastalarının Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla İzlenmesi: Konya Örneği”, 10.Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 28 Mart-1 Nisan

- Durduran, S.S., Erdi, A., Kara, F., Durduran, Y., 2005, "Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Fenilketonüri Hastalığının İzlenmesi: Konya Örneği", 3. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul, 06-09 Ocak
- Durduran, S.S., Erdi, A., Büyükkenderci, H., Durduran, Y., 2006, "Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Sağlık Ocaklarının Tespiti, İzlenmesi ve Planlama Açısından Önemi", Kent ve Sağlık Sempozyumu, Bursa, 07-09 Haziran, 380
- Durduran, B., Durduran, S.S., 2007, "Nüfusa Dayalı Sağlık Sistemi Uygulamalarında Coğrafi Bilgi Sisteminin (CBS) Kullanımı ve Örnek Bir Uygulama", 11. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi Bildiri Özeti, Denizli, 23-26 Ekim
- Eğri, M., Bayraktar, N., Temel, İ., Ercan, C., Ilgar, M., Pehlivan, E., Karaoğlu, L., Güneş, G., Genç, M., 2006, "Prevalence of goiter and urinary iodine status of 7-11-year-old children in Malatya province, Turkey", The Turkish Journal of Pediatrics, Vol.48, pp.119-123
- Erdoğan, C., Can, M., Alkan, R.M., 2005, "Tokat Turhal İlçesi Coğrafi Bilgi Sistemi", 2. Mühendislik Ölçmeleri Sempozyumu, İTÜ, İstanbul, 23-25 Kasım, 337-350.
- Ergün, S.G., Saraç, İ., 2006, "Sağlık Coğrafyasında CBS'nin Kullanımı: Samsun Sağlık Ocakları Örneği" 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul, 13-16 Eylül
- Fosgate, G.T., Carpenter, T.E., Chomel, B.B., Case, J.T., DeBess, E.E., Reilly., K.F., 2002, "Time-space clustering of human brucellosis, California, 1973-1992", Emerging Infectious Diseases Vol.8, pp.672-678
- Getis, A. and Ord, J.K.,1992, "The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics", Geographical Analysis, Vol.24, pp.189-206
- Gilman, E.A., McNally, R.J.Q., Cartwright R.A., 1999, "Space-time clustering of acute lymphoblastic leukaemia in parts of the UK" European Journal of Cancer, Vol.35, pp.91-96



- Gümüş, N., Gündüzoğlu, G., Aşkın, Y., Yanılmaz, B., Sofuoğlu, T., Keskin, H., Özmen, Ö., 2006, "İzmir Anakentinde 112 Ambulans İstasyonlarının Dağılışı ve CBS Yöntemiyle Hizmet Alanlarının Sorgulanması", 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul, 13-16 Eylül
- Gür, E., Yıldız, I., Celkan T., Can, G., Akkuş, S., Arvas, A., Guzelöz, S., Cifçili, S., 2005, "Prevalence of anemia and the risk factors among schoolchildren in İstanbul", Journal of Tropical Pediatrics, Dec., Vol.51(6), pp.346-350
- Haghdoost, A.A., Kawaguchi, L., Mirzazadeh, A., Rashidi, H., Sarafinejad, A., Baniasadi, A.R., 2007, "Using GIS in Explaining Spatial Distribution of Brucellosis in an Endemic District in Iran", Iranian J. Publ. Health, Vol.36, pp.27-34
- Hıfzıssıhha Mektebi Müdürlüğü, 2007, "Türkiye'de Sağlığa Bakış 2007", Bölük Ofset Matbaacılık, Ankara
- Jacquez, G.M., 1996, "A k-nearest neighbor test for space-time interaction", Statistics in Medicine, Vol.15, pp1935-1949
- Kafadar, K., Kim, A.K., Al-Rumazian, S.A., Ayala, C.J., Been, A.J., Chen, J., Cook, J., Duarte, G.G., Durso, C.S., Gonzales, J.R., Huynh, C.N., Huynh, T.V., Lashuk, I.V., Wagner, D.M., Sanabria, S.S., 2004, "A brief evaluation of statistical methods for detecting disease clusters in time and/or space", Colorado Department of Public Health and the Environment, USA.
- Karabulut E., 2003, "Hastalıkların Yer ve Zamana Göre Kümelenmesinde Kullanılan Yöntemlerin Karşılaştırılması", Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Kaygısız, Z., Saraçlı, S., Dokuzlar, K.U, 2005, "İllerin Gelişmişlik Düzeyini Etkileyen Faktörlerin Path Analizi ve Kümeleme Analizi İle İncelenmesi", " 7. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 26-27 Mayıs.

- Koçak, R., Alparslan, N.Z., Ağrıdağ, G., Başlamışlı, F., Aksungur, P.D., Koltaş, S., 1994, "The frequency of anaemia, iron deficiency, hemoglobin S and beta thalassemia in the South of Turkey", *European Journal of Epidemiology*, Vol.11, pp.181-184
- Knox, G., 1963, "Detection of low intensity epidemicity: application to cleft lip and palate" *British Journal of Preventive and Social Medicine*, Vol.18, pp17-24
- Knox, G., 1964, "The detection of space-time interactions", *Applied Statistics*, Vol.13, pp. 25-29
- Kulldorff, M., Nagarwalla, N., 1995, "Spatial disease clusters: detection and inference" *Statistics in Medicine* Vol.14, pp.799-810
- Kulldorff, M., 1997, "A spatial scan statistic. Communications in Statistics-Theory and methods", Vol.26, pp.1481-1496
- Kulldorff, M., 1999, "Spatial scan statistics: models, calculations, and applications, in *Scan Statistics and Applications*", Glaz, J & Balakrishnan (eds.), Birkhauser, Boston, pp.303-322
- Küçükönder, H., Efe, E., Akyol, E., Şahin, M., Üçkardeş, F., 2004, "Çok Değişkenli İstatistiksel Analizlerin Hayvancılıkta Kullanımı" 4. Ulusal Zootekni Bilim Kongresi, Isparta, 1-3 Eylül, 550-556
- Local Government Data Unit and Welsh Local Government Association, 2005, "Smoothing", *Performance Management Support Portfolio 5.4*, Cardiff, Wales
- Machado-Coelho, G.L.L., Assuncao, R., Mayrink, W., Caiaffa, W.T., 1999, "American cutaneous leishmaniasis in southeast Brazil: space-time clustering", *International Journal of Epidemiology*, Vol.28, pp.982-989
- Mantel, N., 1967, "The detection of disease clustering and a generalized regression approach", *Cancer Research*, Vol.27 pp.209-220

- Maral, I., Aksakal, N., Baykan, Z., Özkan, S., Yıldırım, A., Aycan, S., Aygün, R., Bumin M.A., 2001, “Prevalence And Risk Factors Of Diabetes Mellitus In People Over Fifteen Years Old In Rural Area of Gölbaşı District of Ankara” *Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences*, Vol.21, pp.363-368
- Oden, N., 1995, “Adjusting Moran's I for population density”, *Statistics in Medicine* , Vol.14, pp.17-26
- Oğuzlar, A., 2003, “Veri Ön İşleme”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Sayı:21, 67-76
- Ord, J.K., Getis, A., 1995, “Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distribution Issues and an Application”, *Geographical Analysis*, Vol.27(4), pp.286-306
- Özatan, A.C., Durduran S.S, 2006, “Coğrafi Bilgi Sisteminden Yararlanılarak Obezite Hastalarının Dağılımı ve Obezite Haritasının Oluşturulması: Konya Örneği” *Kent ve Sağlık Sempozyumu, Bursa, 07-09 Haziran*, 379
- Özdamar, K., 2000, “Hastalıkların Yer, Zaman ve Yer-Zaman’da Kümelenmelerinin Belirlenmesinde Yararlanılan Yöntemler”, 5. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 13-15 Eylül, 234-261
- Özekes, S., 2003, “Veri Madenciliği Modelleri ve Uygulama Alanları”, *İstanbul Ticaret Üniversitesi Dergisi*, No.3, 65-82
- Özkan, G., Güngör, H.C., 2006, “Coğrafi Bilgi Sistemi Yardımıyla Kanser Haritaları Üretimi ve Konya Örneği”, 11. Türkiye Bilimsel Harita ve Teknik Kurultayı, 2-6 Nisan
- Öztürk, A., Aykut, M., Günay, O., Gün, İ., Özdemir, M., Çıtıl, R., Öztürk, Y., 2006, “Kayseri İlinde 30 Yaş ve Üzeri Yaş Grubunda Hipertansiyon Prevalansı ve Etkileyen Faktörler”, 11. Ulusal Halk Sağlığı Kongresi Bildiri Özeti, Denizli, 23-26 Ekim

- Pekcan, G., Karaağaoğlu, N., 2000, "State of Nutrition in Turkey", Nutrition and Health, Vol.14(1), pp.41-52
- Satman, I., Yılmaz, T., Şengül, A., Salman, S., Salman, F., Uygur,S., Bastar, I., Tütüncü, Y., Sargin, M., Dinççag, N., Karsidag, K., Kalaça, S., Özcan, C., King, H., 2002, "Population-based study of diabetes and risk characteristics in Turkey: results of the turkish diabetes epidemiology study (TURDEP)", Diabetes Care, Sep., Vol.25(9), pp.1551-1556
- Samuelsson, U., Löfman, O., 2004, "Geographical mapping of type 1 diabetes in children and adolescents in south east Sweden", Journal of Epidemiology and Community Health, Vol.58, pp.388-392
- Sözbilir, H., Çekirdekçi, A., Toprak, D., 2006, "Afyonkarahisar İli Sağlık Taraması", Afyonkarahisar Eğitim, Sağlık ve Bilimsel Araştırmalar Vakfı Yayını, No:9, Uyum Ajans, Ankara
- Sümbüloğlu, K., 1990, "Sağlık Alanına Özel İstatistiksel Yöntemler" Hatiboğlu Yayınları, 3. Baskı, Ankara.
- Taşçı, S., Öztürk, A., Öztürk, Y., "Hisarcık Ahmet Karamancı Sağlık Ocağı Kıranardı Bölgesinde 30 Yaş ve Üstü Nüfusta Hipertansiyon Prevalansı ve Etkileyen Faktörler", Sağlık Bilimleri Dergisi, Sayı:14, 59-65
- Tekşen, S., Arık, H., 2006, "CBS Yöntemi ile Kuş Gribine Karşı Güvenli Tavuk Çiftliği Alanlarının Oluşturulması" Özel Fatih Fen Lisesi Proje Raporu
- Toker, M., Demir, U., 2003, "Coğrafi Bilgi Sistemleri" Hacettepe Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
- Turan, A., Işık, S., Doğan, E., 2005, "Türkiye Akarsu ve Verimlerinin Küme Analizi ile Sınıflandırılması", Bilimde Modern Yöntemler Sempozyumu, Kocaeli, 16-18 Kasım, 307-315

- Turnbull, B.W., 1990, "Monitoring for clusters of disease: Application to leukemia incidence in upstate New York", American Journal of Epidemiology, Vol.132, pp.136-143
- Turnbull, B.W., E.J. Iwano, W.S. Burnett, H.L. Howe, and Clark L.C., 1990, "Monitoring for clusters of disease: Application to leukemia incidence in upstate New York", American Journal of Epidemiology Vol.132, pp.136-143
- Uluğtekin, N.N., Doğru, A.Ö., Alkoy, S., 2007, "Hekim ve Harita Mühendislerinin Ortak Paydası CBS: Epidemiyoloji Uygulaması" 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, Ankara, 2-6 Nisan
- Waller, L.A., Turnbull, B.W., Clark, L.C., Nasca, P., 1992, "Chronic disease surveillance and testing of clustering of disease and exposure: Application to leukemia incidence and TCE-contaminated dumpsites in upstate New York", Environmetrics, Vol.3, pp.281-300
- Ward, M.P., Maftai, D., Apostu, C., Suru, A., 2007, "Evolution of the 2005–2006 Avian Influenza H5N1 Epidemic in Romania: GIS and Spatial Analysis" GISVET '07 - Pre Conference Draft
- Yavuz, T., Korkut, S., Yavuz, Ö., Kocabay, K., 2004, "Prevalence Of Anemia And Iron Deficiency Anemia Among Adolescents In The Western Black Sea Region", Türkiye Klinikleri Journal of Pediatrics, Vol.3, pp.71-75
- Yaylalı, M., Oktay, M., Akan, Y., 2005, "Kişi Başına Düşen GSYİH Değerlerine Göre Türkiye'deki Coğrafi Bölgelerin ve GSYİH'yı Oluşturan Sektörlerin Kümelenmesi" 7. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 26-27 Mayıs
- Yıldırım, Ü., Döker, M.F., 2005, "İnteraktif Online Türkiye Atlası İçin ARCIMS'ın Kullanımı", Ege Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Ege Üniversitesi, İzmir, 27-29 Nisan, 35-44.

- Yomralıoğlu, T., 2002, “Coğrafi Bilgi Sistemleri Temel Kavramlar ve Uygulamalar” İber Ofset, 2. Baskı, Trabzon
- Yumuk, V.D., Hatemi, H., Tarakçı, T., Uyar, N., Turan, N., Bağriaçıık, N., İpbuker, A., 2005, “High prevalence of obesity and diabetes mellitus in Konya, a central Anatolian city in Turkey”, Diabetes Res Clin Pract., Nov., Vol.70, pp.151-158
- Zenilman, J.M., Glass, G., Shields, T., Jenkins, P.R., Gaydos, J.C., McKee, K.T, 2002, “Geographic epidemiology of gonorrhoea and chlamydia on a large military installation: application of a GIS system”, Sexually Transmitted Infections, Vol.78, pp.40-44
- Zhong, S., Xue, Y., Cao, C., Cao, W., Li, X., Guo, J., Fang, L., 2005, “The application of space/time analysis tools of GIS in spatial epidemiology: a case study of Hepatitis B in China using GIS”, Geoscience and Remote Sensing Symposium, Vol.3, pp.1612-1615

## 6.1 İnternet Kaynakları

Erişim Tarihi

- 1-<http://www.toraks.org.tr/kisokulu.php?pid=30&sayfa=4>, 04.06.2007
- 2-<http://zappa.nku.edu/~longa/geomed/> 06.07.2007
- 3-<https://www.geoda.uiuc.edu/support/help/glossary.html#distwgts> 09.07.2007
- 4-[http://en.wikipedia.org/wiki/Box\\_plot](http://en.wikipedia.org/wiki/Box_plot) 11.08.2007
- 5-<http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.1/index.cfm?TopicName=welcome> 04.08.2007
- 6-[http://www.terraseer.com/products/csr/clusterseer\\_methods.html](http://www.terraseer.com/products/csr/clusterseer_methods.html) 15.08.2007
- 7-<http://www.nku.edu/~longa/cgi-bin/cgi-tcl-examples/generic/ppa/ppa.cgi> 17.08.2007
- 8-<http://arcscripsts.esri.com/details.asp?dbid=13905> 19.08.2007
- 9- <http://www.saglikbilgisi.com/kelime/Nazofarinks> 31.12.2007
- 10- [http://tr.wikipedia.org/wiki/Test\\_istatisti%C4%9Fi](http://tr.wikipedia.org/wiki/Test_istatisti%C4%9Fi) 31.12.2007

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı	Levent ÖZGÜR
Doğum Yeri	İSKENDERUN
Doğum Tarihi	25.06.1983
Medeni Hali	Bekâr
Yabancı Dili	İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise	İzmir Konak Anadolu Lisesi (1998-2001)
Lisans	Afyon Kocatepe Üniversitesi Jeodezi ve Fotogrametri Müh. (2001-2005)
Yüksek Lisans	Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Bölümü (2005-)

Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl aralığı: Kaplan Harita İnşaat Ltd. Şti. 2005 – 2007

### Yayımları (SCI ve diğer)

Diğer konular