

**T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOİSTATİSTİK ve TIBBİ BİLİŞİM ANABİLİM DALI**

**YERSEL, ZAMANSAL VE YERSEL - ZAMANSAL KÜMELEME
(SPACE, TIME, SPACE - TIME CLUSTERING) YÖNTEMLERİNİN
TANITIMI, TÜRETİLMİŞ VE GERÇEK VERİLERDE
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZGE BOLLUK

**TEZ DANIŐMANI
DOÇ. DR. CANAN BAYDEMİR**

NİSAN - 2012

**T.C.
ESKİŞEHİR OSMANGAZI ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİYOİSTATİSTİK ve TIBBİ BİLİŞİM ANABİLİM DALI**

**YERSEL, ZAMANSAL VE YERSEL - ZAMANSAL KÜMELEME
(SPACE, TIME, SPACE - TIME CLUSTERING) YÖNTEMLERİNİN
TANITIMI, TÜRETİLMİŞ VE GERÇEK VERİLERDE
ETKİNLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZGE BOLLUK

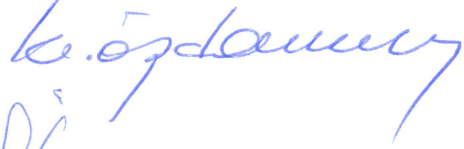
**TEZ DANIŐMANI
DOÇ. DR. CANAN BAYDEMİR**

KABUL VE ONAY SAYFASI

Özge BOLLUK' un Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığı “Yer, Zaman ve Yersel-Zamansal Kümeleme (Space, Time, Space-Time Clustering) Yöntemlerinin Tanıtımı, Türetilmiş ve Gerçek Verilerde Etkinliklerinin Araştırılması” başlıklı bu çalışma Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddesi uyarınca değerlendirilerek “KABUL” edilmiştir.

Tarih: 17.04.2012

Üye Prof. Dr. Kazım ÖZDAMAR



Üye Doç. Dr. Setenay ÖNER



Üye Doç. Dr. Fezan MUTLU



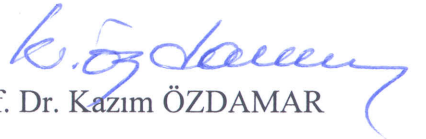
Üye Doç. Dr. Didem ARSLANTAŞ



Üye Doç. Dr. Canan BAYDEMİR



Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 18.../04.../2012... tarih ve 912/4254 sayılı kararıyla onaylanmıştır.


Prof. Dr. Kazım ÖZDAMAR
Enstitü Müdürü

ÖZET

Bolluk, Ö. Yer, Zaman ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemlerinin Tanıtımı, Türetilmiş ve Gerçek Verilerde Etkinliklerinin Araştırılması, Eskişehir, 2012.

Amaç: Bu araştırmada t zaman periyodu ve A^2 alanda gözlenen sağlık olayının gözlenme sayısının, rasgele ya da koşullu olarak gözlenme biçiminin ve dağılım biçiminin Tarama İstatistiği üzerine etkileri araştırılmıştır.

Yöntem: Bir bölgede belirli bir zaman periyodunda gözlenen sağlık olayının oluşumu ve yaygınlığının önemliliğini belirlemek için yersel, zamansal ve yersel-zamansal kalıplarının önemliliğini araştırmak için Tarama İstatistikleri geliştirilmiştir. Tarama istatistiğinin, olayın bir bölgede ve t zaman periyodundaki gözlenme sıklığından, dağılım biçiminden ve yer, zaman ve yersel-zamansal aralığından etkilenme biçiminin araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmada, hastalık görülme zamanları, görülme yerleri olarak boylam (doğu) ve enlem (kuzey) koordinatları ve görüldüğü toplum nüfusu türetilmiştir. Normal Dağılım ve Uniform Dağılım gösteren olgu sayıları $n=50, 100, 250, 1000$ olarak türetilmiştir. Aynı yerleşim yerinde rasgele türetilen olgu sayılarına ek olarak bir ve iki kez tekrarlayan olgu sayıları koşullu olarak türetilmiş (n_k), dağılım biçimi ve gözlenme sıklığına göre Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal kümelenmeleri araştırılmıştır.

Bulgular: Bernoulli Dağılım Modülü birim sayısının, Poisson Dağılım Modülüne göre daha duyarlı olduğu, Yersel kümelenmelerde modüller açısından bir farklılık olmadığı, zamansal kümelenmelerde Bernoulli Dağılım Modülünde daha az sayıda birimde önemli kümelenmeler görüldüğü ve Yersel-zamansal kümelenmelerde ise, Poisson Dağılım Modülünde daha az sayıda birimle önemli kümelenmeler görüldüğü söylenebilir.

Sonuç: Türetilmiş verilerde rasgele dağılım olduğunda önemli kümelenmeler görülmemiş fakat, rasgeleliğin bozulduğu, bir ve iki yerleşim yerinde hastalık görülmesi durumunda önemli kümelenmeler bulunmuş ve hastalıkların epidemik karakterde olduğu sonucuna da ulaşılmıştır. Ayrıca gözlenme sayısı düşük sağlık olaylarında

yerleşim ünitesi ve komşu yerleşim üniteleri arasındaki etkileşimleri de ortaya koyan bir istatistiksel bir yöntem olduğu ortaya konmuştur.

Anahtar Kelimeler: Tarama İstatistikleri, Yersel Kümeleme, Zamansal Kümeleme, Yersel-Zamansal Kümeleme

SUMMARY

Bolluk, O. Space, Time and Space-Time Clustering Methods for the Identification and Evaluation of Effectiveness of the Scan Statistics Using Randomly and Conditionally Simulated Data, Eskisehir, 2012.

Objective: In this study, the effects of number of observed health events that monitored in a t time period and A^2 area, the observation and distribution form, obtained randomly or conditionally were investigated on scan statistics.

Method: In order to reveal the cluster of health events such as illness, death, birth and vehicle accident in a given time period in a given region, space, time and space-time clusters have to be studied. Scan Statistics has been developed to investigate the importance of space, time and space-time patterns for establishing the development and prevalence of a health event. The effects of the frequency and distribution form of a health event in a given t time period and in a given region on Scan Statistics and interference of space, time and space-time interval should be investigated.

In this study, occurrence times and places of disease as longitude and latitude coordinates and the population that disease seen were derived. The number cases which shows normal and uniform distributions were generated as $n=50, 100, 250, 1000$. In addition to number of cases which were derived in the same locality, the number of cases that repeats once or twice were generated conditionally (n_k), according to the form of distribution and prevalence space, time and space-time clusters were investigated in this study.

Results: The number of units of Bernoulli distribution model were found more sensitive according to Poisson distribution model. In Space clusters no difference were found considering models and in time clusters, the substantial clusters were seen less in Bernoulli distribution models as well for space-time clusters, less units were seen in Poisson distribution model.

Conclusions: In the derived data when the distribution was random, substantial clusters weren't seen, but substantial clusters were found in the case of disease occurrence in one or two settlements and diseases were concluded to be in epidemic character when randomness were retrograded. Also, it is a statistical method that presents the

interaction between settlement units and neighbor settlement units in the health events that have a low prevalence rate.

Keywords: Scan Statistics, Space Cluster, Time Cluster, Space - Time Cluster

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	iv
SUMMARY.....	vi
İÇİNDEKİLER.....	viii
TABLO DİZİNİ.....	xi
ŞEKİL DİZİNİ.....	xiii
EKRAN DİZİNİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	7
2.1 Kümeleme Analizi	7
2.2 Hastalıkların Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemleri	7
2.2.1 Hastalıkların Yersel Kümeleme Yöntemleri	7
2.2.1.1 Global Kümeleme Yöntemi.....	7
2.2.1.1.1 Cuzick ve Edward Yöntemi	8
2.2.1.1.2 Global Moran I Yöntemi	8
2.2.1.1.3 Global Geary C Yöntemi	9
2.2.1.1.4 Besag ve Newell Yöntemi.....	9
2.2.1.1.5 Rafine En Yakın Komşu Yöntemi	10
2.2.1.1.6 En Yakın Komşu Analizi Yöntemi	10
2.2.1.2 Lokal Kümeleme Yöntemleri	11
2.2.1.2.1 Lokal Moran I Yöntemi	11
2.2.1.2.2 Lokal $G_i(d)$ ve $G_i^*(d)$ İstatistikleri Yöntemi	12
2.2.1.2.3 Lokal K-Fonksiyonu Yöntemi	12
2.2.1.2.4 Turnbull Yersel Kümeleme Yöntemi.....	13
2.2.1.3 Odaklanmış Kümeleme Yöntemleri	13
2.2.1.3.1 Lawson ve Waller Skor Yöntemi.....	13
2.2.1.3.2 Stone Yöntemi.....	14
2.2.1.3.3 K Fonksiyonu Yöntemi	15
2.2.1.3.4 Ağırlıklı K Fonksiyonu Yöntemi	16
2.2.2 Zamansal Kümeleme Yöntemleri	16
2.2.2.1 Dat'ın 0–1 Matris Yöntemi	17
2.2.2.2 Ederer Myers-Mantel (EMM) Yöntemi	17

2.2.2.3	Boş Hücreler Yöntemi (Empty Cells Test)	17
2.2.2.4	Grimson Yöntemi	18
2.2.2.5	Larsen K İstatistiği (Larsen's K Statistics) Yöntemi.....	19
2.2.2.6	Naus Scan İstatistiği (Naus's Scan Statistics) Yöntemi	19
2.2.2.7	Tango C Kümelenme İndeksi Yöntemi	19
2.2.3	Hastalıkların Yersel-zamansal Kümelenmesi	20
2.2.3.1	Pike-Smith Olgu-Kontrol Yaklaşımı Yöntemi	20
2.2.3.2	Mantel Genel Regresyon Yöntemi	21
2.2.3.3	Knox Yöntemi	22
2.2.3.4	Kulldorff'un Yersel-Zamansal Scan İstatistiği Yöntemi.....	22
3.	GEREÇ ve YÖNTEM	26
3.1	Veri Türetimi	26
3.2	Veri Analizi.....	28
3.3	Kulldorff Tarama İstatistiği	28
3.4	Kulldorff'un Yersel-Zamansal Tarama İstatistiği Yönteminde Benzerlik Oranlarının Elde Edilmesi	28
3.5	SatScan V9.1. Paket Programının Uygulanması	31
3.5.1	Bernoulli Dağılım Modülünde Veri Girişi.....	32
3.5.2	Poisson Dağılım Modülünde Veri Girişi	33
3.6	Bernoulli ve Poisson Dağılım Modülü'nde Veri Girişinin Gösterimi	34
4.	BULGULAR.....	38
4.1	Bernoulli Dağılım Modülü Kullanılarak Elde Edilen Bulgular	38
4.2	Poisson Modülü Kullanılarak Elde Edilen Bulgular.....	49
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ	60
6.	KAYNAKLAR DİZİNİ.....	67

TABLolar DİZİNİ

4.1. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	39
4.2. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	40
4.3. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	41
4.4. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	43
4.5. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	44
4.6. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	46
4.7. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	47

4.8. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	48
4.9. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	49
4.10. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	51
4.11. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	52
4.12. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	53
4.13. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	55
4.14. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	56
4.15. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri	57

4.16. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri 58

ŞEKİLLER DİZİNİ

2.1. Stone Yönteminin Gösterimi	14
3.1. Her Bir Yerleşim Yerinde Hastalık Görölme Sayıları (Sembolik Gösterim)	27

EKRANLAR DİZİNİ

3.1. SaTScan Paket Programı'nda Veri Girişinin Gösterimi	34
3.2. SaTScan Paket Programı'nda Bernoulli Modülü'nün Gösterimi	35
3.3. SaTScan Paket Programı'nda Poisson Modülünün Gösterimi	36
3.4. SaTScan Paket Programı'nda Sonuçların Girişinin Gösterimi	37

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

B	Beklenen
BO	Benzerlik Oranı
G/B	Gözlenen Değerin Beklenene Oranı
K	Koordinat
MC	Monte Carlo
n	Birim Sayısı
n_{k-}	Koşulsuz Türetilen Veri Sayısı
n_{k+}	Koşullu Türetilen Veri Sayısı
p	Kümelenme Olasılık Değeri
P(Y)	Yersel Kümelenme Olasılık Değeri
P(Z)	Zamansal Kümelenme Olasılık Değeri
P(YZ)	Yersel-Zamansal Kümelenme Olasılık Değeri
R	Radyan

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Bir coğrafik bölgede bir hastalığın epidemik karakterde ve belirli yersel, zamansal ya da yersel-zamansal dilimlerinde kümelenme özelliği gösterip göstermediğinin bilinmesi hastalığın epidemiyolojik kalıplarının çıkarılması, alınacak sağlık ve sosyal önlemler bakımından büyük önem taşımaktadır (26, 51, 52).

Nedensel kalıpları açıkça belirlenemeyen hastalıkların (kansere türleri, Down Syndromu ve nedenleri açıkça bilinmeyen diğer hastalıklar) özgün ileri istatistiksel yöntemlerle incelenerek toplumda/bölgede yayılış biçiminin saptanması ve etyolojik nedenlerinin klinik, epidemiyolojik ve istatistik araçlar yardımı ile saptanabilmesi en çok üzerinde çalışılan konulardan biri durumuna gelmiştir. Bir hastalığın belirli bir yerde (bölge), belirli bir zaman diliminde çeşitli nedenlere bağlı olarak kümelenme göstermesi o hastalık ile yer, zaman, yersel-zamansal etkenleri arasında bir birliktelik olduğu ve hastalığın o yer ve zaman için epidemik karakterde olduğu ya da kümelenme gösterdiği varsayılabilir (1, 2, 12, 52).

Hastalıkların bir bölgede bir risk odağı (hastalıklar, genetiksel semptomlar, enfeksiyon, kazaya neden olan yersel kısıt, termik santral, nükleer tesis, çöp yakma fırını vb.) çevresinde ya da belirli bir zaman aralığında kümelenip kümelenmediğini test etmek amacı ile geliştirilmiş birçok istatistiksel yöntem vardır. Bu çerçevede hastalık kümesi; “yer ve zamanda birlikte gruplanan ve sağlık örgütüne bildirilmiş olan sağlık olaylarının, gerçek ya da gözle görülür şekilde sıra dışı yığılması (toplanması)” şeklinde tanımlanmıştır (44). Araştırılan bölgede kümelenme bulunursa, sağlık ekiplerinin bu bölgeye yönelmesi sağlanır. Sağlık olaylarında kümeler yer, zaman ya da hem yer hem de zaman içinde olgu sayılarında aşırılikler olduğunda meydana gelir. Çalışmalarda genellikle kümelerdeki olguların ortak bir nedene bağlı olarak kümelenmiş olduğu düşünülmektedir (12, 22).

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemlerini kullanan bir başka analiz türü de Tarama İstatistikleri’ dir (Scan Statistics). Tarama istatistikleri yeryüzündeki coğrafi objelere ait yersel, zamansal ve yersel-zamansal verilerinin toplanması, saklanması, analiz edilmesi ve analizler sonucunda kullanıcıya mevcut sorunlarla ilgili alternatif çözüm yolları gösteren analiz yöntemidir. Tarama

istatistiklerine; sağlık uygulamaları, acil servisler, haritacılık, Őehir planlaması, evre yönetimi, sigorta, yerel yönetim, doğal kaynakların yönetimi, su ve atık suyun toplanmasının planlaması gibi uygulamalar örnek olarak gösterilebilir (31).

Hastalıkların incelenmesinde, risk altındaki toplumun belirlenmesi, coğrafik bölgedeki yerleşim yerlerinin yzlmlerinin farklılıkları ve hastalıkların incelenmesinde Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenme Yöntemleri zgn yaklaşımlar olarak ileri sürülmüŐtür (2, 12, 23).

Son yıllarda özellikle sağlık alanında tarama istatistikleri ile yapılan çalışmalarda önemli bir artıŐ olduğu gözlenmektedir. Tarama istatistiklerinin sağlık sektöründeki baŐlıca uygulamaları; hastalıkların coğrafik dağılımının haritalanması, hastalıkların görüldüğü yerlerin tespiti, hastalık görülme sıklığı, hastaların takibi ve sağlık hizmetlerine olan ihtiyacın coğrafik dağılıma göre açıklanması, risk altındaki toplumların haritalanması, risk faktörlerinin belirlenmesi, kaynak tahsis ve erişimi, zaman içindeki hastalık ve müdahalelerin gözlenmesi gibi çalıŐmalardır (9). Epidemiyolojik amaçlı uygulamalarda sorgulama ve analizlere uygun olan tarama istatistikleri yalnız verilerin saklanıp analiz edilmesinde değil aynı zamanda etkin bir biçimde sunulmasında da önemli bir araçtır (55).

Bir bölgede T zaman periyodunda gözlenen sağlık oluŐumları (hastalık, ölüm, hastalık risk faktörlerinin yer (evre) dağılımları vb.), o yerin/ bölgenin, coğrafik özellikleri, bölgede yer alan il, ilçe, köy gibi yerleşim yerlerinin coğrafik, demografik özellikleri, o yerde yaşayan bireylerin sosyal, kültürel ve ekonomik özellikleri gibi birçok faktrdn etkilenmektedir. Bir olaya ilişkin gözlemlerin gözlendiği yere/bölgeye ilişkin verilere yersel veri (spatial data), gözlemlerin oluŐtuđu zaman periyoduna ilişkin verilere ise zamansal veri/zaman serisi (temporal data, time series, panel data), gözlemlerin yer, zaman verilerinin birlikte verildiği veri setlerine ise yersel-zamansal verisi (spatio-temporal data) adı verilmektedir. Veriler kesitsel (cross sectional) ya da yersel olarak elde edilirler. A^2 alana sahip bir bölgede T zaman periyodunda gözlenen hastalık ya da ölüm olaylarına ilişkin veriler bir yersel-zamansal veri seti oluştururlar. H hastalığı gözlenme sayılarının yerleşim yeri ve gözlenme zamanı özelliklerinden

etkilenme biçimlerini ortaya çıkarmak için yer ve zaman serisi istatistiksel analiz yöntemlerinden yararlanılmaktadır (53).

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenme Yöntemleri, özellikle risk altındaki toplumun sağlıklı biçimde saptanamadığı kanser türleri, kalıtsal hastalıklar ve nedenleri açıkça bilinmeyen diğer durumlar için sıklıkla kullanılan yöntemlerdendir. Bu nedenle, seyrek olarak görülen olayların, risk altındaki toplum sayısına göre ya da risk altındaki toplum sayısından bağımsız olarak yer ve zaman boyutlarına göre incelenmesi kümelenme yöntemleri ile analiz edilmektedir (12, 34). Ayrıca Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemleri, T zaman dilimi ve A^2 genişlikteki bir bölgede az sayıda değişken kullanılarak (yer koordinat bilgileri, bölgenin nüfusu ve görülen olgu sayısı) kümeleme yapması ve salgın ihtimalini belirlemesi, güçlü istatistiksel kanıtlarla ortaya konması gerekliliği nedeniyle tercih edilebilir yöntemlerin başında gelmektedir (3, 11, 12, 25, 34).

Tarama istatistikleri, Naus (1965) tarafından coğrafik bölgelerde noktasal olarak tek boyutlu (yersel ya da zamansal) olguların kümelenmelerini belirlemek amacıyla kullanılmıştır (46). Tarama istatistikleri olguların tek boyutlu işlemler yerine farklı alt aralıklarda kümelenmelerinin gerekliliği nedeniyle geliştirilmiştir. Saperstein (1972) ve Naus (1974) olguların yersel ve zamansal kümelenmelerinin Bernoulli dağılımı ile ilgili çalışmışlardır (49, 61). Weinstock (1981), Poisson dağılımı gösteren olguların kümelenmelerini incelemiştir (70). Glaz ve Naus (1983) çoklu kümelenmeleri araştırmak amacıyla tarama istatistiklerini geliştirerek kullanmışlardır (15). Wallenstein ve arkadaşları (1989) olguların aylık sayılarının kümelenmesi ile ilgilenmiş, Loader (1991) sabit olmayan daire büyüklükleri ile olguların coğrafik kümelenmelerini incelemişlerdir (40, 68).

Kulldorff (1997) tarafından geliştirilen Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemleri, yersel tarama istatistiklerine dayanarak zamansal boyutları tanımlanan yersel tarama istatistiklerinin genişletilmiş bir biçimidir (35). Böylece kümelerin aynı anda her yersel hem de zamansal boyutlarını belirlemek amacıyla kullanılır. Belirli coğrafik bir bölgenin koordinatlarına göre harita üzerinde varsayımsal olarak oluşturulan dairesel alanlarda olguların taranması sonucunda kümelenme gösterip göstermediği ve bir salgının oluşabilme olasılığı bulunabilir. Bölgenin nüfusuna dayalı olarak belirlenen

gözlenen olgu sayıları ile hesaplanan beklenen olgu sayıları aracılığı ile coğrafik alanda görülen hastalık sayılarının kümelenme gösterip göstermediği araştırılır (3, 53).

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemleri, son yıllarda uluslar arası alanlarda kullanılmasının yanı sıra ülkemizde de sağlık alanında ve diğer alanlarda da uygulanmıştır (11).

Ülkemizde yapılan ilk çalışmalardan biri olan “Hastalıkların Yer, Zaman ve Yer-Zaman’da Kümelenmelerinin Belirlenmesinde Yararlanılan Yöntemler” isimli adlı çalışmasında Özdamar (2000), bir bölgede gözlenen hastalık, ölüm gibi sağlık olaylarının gözleme yer ve zamanının değişik özelliklerinden farklı biçimlerde etkilendiğini ve bu etkilenme biçimlerini ortaya koymak için sağlık olaylarının yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenme yaklaşımları ile analiz edilmesi gerekliliğini belirtmiştir (53).

Karabulut’un 2003 yılında yayınladığı çalışmasında, olguların yer ve zamana göre kümelenmesinde kullanılan yöntemleri karşılaştırmıştır. Grimson, Besag-Newell, Kulldorff’un yersel tarama ve Lawson-Waller skor yöntemleri tanıtılarak, nazofarinks kanseri tanısı ile tedavi gören 248 hastanın verilerini Grimson yöntemi ile kümelenmelerini elde etmiştir (23).

Çolak ve Çan’ın (2007) yaptıkları çalışmalarında Trabzon İli’nde görülen kanser vakalarının yersel kümelenmelerini yapmışlardır (8).

Erdoğan (2010)’ın yaptığı çalışmada Moran I ve Geary C yöntemlerini kullanarak 1996-2006 yılları arasında menenjit hastalığının yoğunlaştığı yerlerin belirlenmesi amacıyla yersel kümeleme yöntemini kullanmıştır (14).

Ward ve arkadaşları, 2006 yılında yaptıkları çalışmalarında Romanya’da 2005–2006 yıllarında görülen H5N1 Kuş Gribi Virüsünün yersel kümelemesini incelemişlerdir. Ocak 2005-Haziran 2006 yılları arasındaki üç epidemik evrede hastalığın daha sık görüldüğü tespit edilmiştir (67).

Hui ve arkadaşlarının (2009) yaptıkları çalışmada Çin’in Yunnan bölgesinde 1995-2000 ve 2001-2004 yılları arasında görülen Sıtma olgularının yersel-zamansal kümelenmeleri incelenmiştir (19).

Bir yerde/bölgede, belirli bir zamanda gözlenen hastalık olguları üç farklı yönden ele alınabilir (2, 12, 34, 36).

1. Olguların T zaman periyodunda bölgedeki ve bölgenin alt yerleşim yerlerindeki yoğunlaşmalarının, yersel kümelenmelerinin (spatial clustering) ve hastalığın yersel kalıplarının belirlenmesi (spatial pattern),
2. Belirli bir bölgede olguların görüldüğü zamandaki yoğunlaşmaların zaman kümelenmeleri (temporal clustering) ve zamansal kalıplarının belirlenmesi (temporal pattern),
3. Olguların hem yer hem de zamanda yoğunlaşmalarının, yersel-zamansal kümelenmelerinin (space-time clustering) ve yersel-zamansal kalıplarının belirlenmesi (Spatio-temporal pattern),

Bu yaklaşımlar hastalığın değişik bakış açılarından incelenmesini sağlamaktadır.

Yersel-zamansal verilerinin analizinde yararlanılan çok sayıda yöntem vardır. Bu yöntemler genel olarak üç ana başlık altında toplanabilir.

- a) Birimler arası ya da yerleşim yerleri arası uzaklıklara dayalı (distance-based) yöntemler,
- b) Frekanslara dayalı (tablo hücre frekanslarına dayalı - cell counts based) yöntemler,
- c) Yersel Regresyon yaklaşımlardır.

Bu çalışma, tarama istatistiklerinden yararlanarak İç Anadolu Bölgesi'nde orta büyüklükte bir ilin coğrafik koordinatları kullanarak;

- 1) $n=50, 100, 250$ ve 1000 birimlik Normal ve Uniform dağılım gösteren, rasgele ve koşullu yersel ve zamansal verilerin türetilmesi,
- 2) $n=50, 100, 250$ ve 1000 birimlik Normal ve Uniform dağılım gösteren, rasgele ve koşullu verilerin, yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelemelerini ortaya koymak,
- 3) Rasgeleliğin bozulduğu, tekrarlanma sayısının arttırıldığı durumunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelemelere etkisini değerlendirmek,

- 4) Koşullu türetim ve türetim sayısının hastalığın kümelenmesi üzerine etkisini test etmek, tarama istatistiğinin türetim sayısından etkilenme biçimini belirlenmek,
- 5) Olguların A^2 alandaki yersel ve zamansal dağılımının, Bernoulli ve Poisson dağılımlarına uygunluğunun tarama istatistiğinin duyarlılığına etkisini belirlenmek,
- 6) Küçük hacimli örneklerdeki olguların yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri ile büyük hacimli örneklerdeki olguların yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri arasındaki farklılıkları belirlemek,
- 7) Kümelenmiş verilerin doğru kümelenme ve önemliliklerinin belirlenmesi, amaçlarını gerçeklemek üzere yapılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kümeleme Analizi

Sağlık alanında kullanılan istatistiksel yöntemlerin başında kümeleme analizleri gelir. Kümeleme Analizi, X veri matrisinde yer alan ve doğal gruplamaları kesin olarak bilinmeyen birimleri, değişkenleri ya da birim ve değişkenleri birbirleri ile benzer olan alt kümelere ayırmaya yardımcı olan yöntemler topluluğudur (52, 54).

Kümeleme analizinden, alt toplum tanımlamaları açıkça yapılamamış ya da ayrı ayrı toplumlar oldukları kesin bilinmeyen karma toplumları birbirinden ayırmak, yeni tanımlamalar yapmak, birimler için yeni prototipler belirlemek, toplum ya da alt toplum profilleri tanımlamak, biyolojik materyaller için taksonomik sınıflandırma profilleri belirlemek amacı ile yararlanılmaktadır (54).

Kümeleme analizinden ayrıca, sağlık alanında hastalıkların sınıflandırılması, hastalıklara ya da semptomlara göre tedavilerin sınıflandırılması, hastalık semptomlarının doğru sınıflandırılması (teşhis profilleri oluşturulması), laboratuvar bulguları ile klinik bulguların oluşturduğu veri matrislerinden hastalık alt gruplamalarının ya da yeni semptomların tanımlanması gibi amaçları gerçekleştirmek üzere yararlanılmaktadır (53, 54).

2.2 Hastalıkların Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemleri

2.2.1 Hastalıkların Yersel Kümeleme Yöntemi

Yersel kümeleme yöntemleri, coğrafi bir bölgede yersel dağılımı inceleyen ve en uygun test yöntemi ile olguları kümeleyen yöntemdir. Global, Lokal ve Odaklanmış (Focus) Yersel Kümeleme olarak 3 gruba ayrılır.

2.2.1.1 Global Kümeleme Yöntemi

Global kümeleme yöntemi, geniş bir bölgede hastalığın genel yapısı ile ilgilendir. Coğrafi bir bölgede homojenliği ve kümeleme olup olmadığını araştırmak amacı ile geliştirilmiştir. Bu nedenle bu yöntemlerle elde edilmiş sonuçlar kanser atlaslarında ve hastalık haritalarının insidansları ile birlikte sıklıkla kullanılmaktadır.

2.2.1.1.1 Cuzick ve Edward Yöntemi

Cuzick and Edward (1990) tarafından geliştirilen bu yöntem, heterojen dağılım gösteren toplumlardaki yersel kümelenmelerin tespiti için önerilmiştir. Bu yöntemde, toplumdan kontroller seçilir ve kontrol ile hastalık olguları karşılaştırılır (7, 53). Bu yöntemde, noktalar arası uzaklıklar hesaplanır. Olgu kümelenmesine bakılmaksızın nüfusta meydana gelebilecek kümelenme ile kontrollerin aynı toplumdan seçilmiş oldukları varsayılır. Bu yöntem, heterojen toplumlarda kümelenmelerin değerlendirilmesi için kullanılır.

2.2.1.1.2 Global Moran I Yöntemi

Moran (1950) tarafından bulunan bu yöntem, yaygın olarak kullanılan, Normal dağılmış rasgele değişkenler için korelasyonlara dayanan bir yöntemdir. I değeri, -1 ile +1 arasında değer alır. (+1), olguların benzer olduğunu ve kümelenme olduğunu gösterir. (-1) ise, çalışma bölgesinde kümelenme olmadığını gösterir (45).

Moran I istatistiği,

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

ile verilir (4 - 6). Burada;

n : Bölge sayısı,

x_i : i . bölgedeki oranı,

w_{ij} : i . bölgeve j . bölge arasındaki bağlantının gücünü gösteren ağırlık matrisidir.

Global Moran I için hipotez testleri;

H_0 : Hastalık oranları yersel olarak bağımsız,

H_1 : Hastalık oranları yersel olarak bağımlı,

şeklinde kurulmaktadır (23).

2.2.1.1.3 Global Geary C Yöntemi

Global Geary C yöntemi, veri değerleri arasındaki farkların kareleri toplamını kullanır. Global Moran I yöntemi ile benzerlikler göstermektedir. Birlikte kullanılması doğru sonuç almak açısından tavsiye edilir (30).

Test istatistiği olan C değeri

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

ile elde edilir (60).

Burada;

$$S_0 = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N w_{ij}$$

N : Bölge sayısı,

x_i : i . bölgedeki oranı,

w_{ij} : i . bölgeve j . bölge arasındaki bağlantının gücünü gösteren ağırlık matrisini göstermektedir.

C katsayısı, 0-2 arasında değer alır. 0, en iyi pozitif, yersel otokorelasyonu gösterir. 2, en iyi negatif otokorelasyonu gösterir (22).

2.2.1.1.4 Besag ve Newell Yöntemi

Besag ve Newell yöntemi (1991), Coğrafi Analiz Aracı'nın (GAM: Geographical Analysis Machine) geliştirilmiş bir versiyonudur. GAM yöntemi nadir görülen hastalıkların kümelenmesini araştırmak için kullanılmıştır. Besag ve Newell yöntemi, hem global test hem de odaklanmış test amaçlı kullanılabilir (3).

Bu yöntemde, bir hastalık olgusunun görüldüğü bölge belirlenerek A_0 etiketi atanır. Diğer bölgelerde, kendi merkezlerinden A_0 'ın merkezine olan uzaklıklara göre etiketler atanır. Her bölgenin nüfusu ve olgu sayıları belirlenir. A_0 etrafındaki kümelenme Poisson dağılımı aracılığı ile değerlendirilir.

2.2.1.1.5 Rafine En Yakın Komşu (REKA, Refined Nearest-Neighbor Analysis, RNNA) Yöntemi

Bu yöntemde birimlerin gözlenen uzaklıklar dağılım fonksiyonu ile Teorik uzaklıklar dağılım fonksiyonu arasındaki enbüyük mutlak farkın önemliliği Monte Carlo (MC) testine göre değerlendirilir.

Tam Yersel Dağılım fonksiyonu ve tam yersel rastgelelilik fonksiyonu,

$$F(d_i \leq r) = \frac{n_1}{N - n_2}$$

$$P(d_i \leq r) = 1 - e^{-\frac{r}{\lambda}}$$

şeklinde belirlenir. Burada;

r: özgün herhangi bir uzaklığı,

d_i : $d_i = N/A$ biçiminde tahmin edilen beklenen nokta yoğunluğudur.

En büyük mutlak fark ise,

$$d_r = \text{Max} | F(d_i \leq r) - P(d_i \leq r) |$$

biçiminde belirlenir. MC permutasyonel test yaklaşımı ile en büyük fark d_r 'nin önemliliği belirlenir (59).

2.2.1.1.6 En Yakın Komşu Analizi (Nearest Neighbor Analysis, NNA) Yöntemi

Gözlemlenen ortalama komşu değerine dayanarak, her noktanın en kısa mesafesinin toplandığı bir yöntemdir. Bu yöntemde, en yakın komşudan daha yakın komşu noktaları içine alan bir sınır belirlenerek nokta sayısına göre bölünür. Beklenen en yakın komşu oranı ile karşılaştırılır (9). Test istatistiği,

$$R = r_a / r_e$$

şeklinde hesaplanmaktadır. Burada,

r_a : Gözlenen ortalama komşu uzaklığını,

r_e : Beklenen rasgele komşu uzaklığını gösterir (60).

2.2.1.2 Lokal Kümeleme Yöntemleri

Lokal Yersel Otokorelasyon İstatistikleri gözleme özgü yersel birliktelik ölçüleridir. Bu istatistikler, bireysel noktaların ya da bir alt bölgenin coğrafik alandaki yerine odaklanırlar. Her bir gözlemin genel ya da global yersel otokorelasyon istatistiklerine katkılarını ayrıntılı biçimde ortaya koymaya izin verirler (53). Global yöntemler bölgede homojenliği araştırmasına rağmen, lokal testler heterojenliği araştırır (23).

2.2.1.2.1 Lokal Moran I Yöntemi

Lokal Moran I Yöntemi, Anselin (1995) tarafından Moran I yöntemine dayanarak geliştirilmiştir (2). Yüksek pozitif yersel otokorelasyon değeri kümelenmeyi ve birimlerin benzerliklerini göstermektedir. Lokal Moran I değeri sıfıra yakın bir değer ise kümelenmenin olmadığını ve birimlerin benzerliklerinin olmadığını gösterir (22, 53).

Lokal Moran I İstatistiği,

$$I_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S^2} \sum_{j=1}^N w_{ij} (x_j - \bar{x})$$

olarak hesaplanır.

I_i 'nin beklenen değeri ve varyansı aşağıdaki gibi hesaplanır.

$$E(I_i) = \frac{\sum_{i=1}^N w_{ij}}{N-1}$$
$$Var(I_i) = \frac{(N-b_2) \sum_{i=1, j \neq i}^N w_{ij}^2}{N-1} + \frac{(2b_2 - N) \sum_{k=1, k \neq i}^N \sum_{h=1, h \neq i}^N w_{ik} w_{ih}}{(N-1)(N-2)}$$

$$b_2 = \frac{N \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^4}{\left(\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2 \right)^2}$$

biçiminde hesaplanır.

I_i değeri her bir nokta için ayrı ayrı hesaplanarak önemliliği Normal dağılım yaklaşımı ile belirlenir.

2.2.1.2.2 Lokal $G_i(d)$ ve $G_i^*(d)$ İstatistikleri Yöntemi

Ord ve Getis (1995) tarafından geliştirilen bu istatistiklerde $G_i(d)$, ayrılma ya da yayılma çalışmalarında kullanılmasına rağmen, $G_i^*(d)$ ise kümeleme çalışmalarında kullanılır (50). Pozitif $G_i(d)$ ve $G_i^*(d)$ değerleri önemli yersel kümelenmeye, negatif değerleri ise düşük yersel kümelenmeye gösterir.

Test istatistiği $G_i(d)$:

$$G_i(d) = \frac{\sum_{i=1, j \neq i}^N w_{ij}(d)x_i - \bar{x} \sum_{i=1, j \neq i}^N w_{ij}(d)}{S(i) \sqrt{\frac{(N-1) \sum_{i=1, j \neq i}^N w_{ij}^2(d) - (\sum_{i=1, j \neq i}^N w_{ij}(d))^2}{N-2}}}$$

Burada,

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

şeklinde hesaplanır. $G_i^*(d)$ istatistiği ise,

$$G_i^*(d) = \frac{\sum_{i=1}^N w_{ij}(d)x_i - \bar{x} \sum_{i=1}^N w_{ij}(d)}{S \sqrt{\frac{N \sum_{i=1}^N w_{ij}^2(d) - (\sum_{i=1}^N w_{ij}(d))^2}{N-1}}}$$

biçiminde hesaplanır. $G_i(d)$ ve $G_i^*(d)$ standart Normal dağılıma göre değerlendirilir (50).

2.2.1.2.3 Lokal K-Fonksiyonu Yöntemi

Getis (1984) tarafından geliştirilen Lokal K-fonksiyonu tüm olası çiftleri göz önüne alarak, $L_i(d)$ istatistiği hesaplanır. Bu yöntemde K-Fonksiyonundaki gibi çalışma alanı sınırları için yapılan sınır düzeltmelerini içermektedir (16).

$$L_i(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{j=1}^N k(i, j)}{\pi(N-1)}}$$

Burada,

A: Çalışılan bölgenin büyüklüğünü,

N: Nokta sayısını,

d: Uzaklığı göstermektedir.

$$\sum_{j=1}^N k(i, j)$$

: i noktasının d uzaklığında tüm noktaların toplamıdır. Bu yöntem sınır düzeltmelerini göstermektedir (53).

2.2.1.2.4 Turnbull Yersel Kümelene Yöntemi

Turnbull (1990) tarafından geliştirilen Turnbull istatistiği, her bir yer/bölge için veri setinde hesaplanan local kümeleme yöntemidir. Bu yöntemle daha önceden belirlenmiş toplum içindeki olguların kümelenemeleri araştırılmaktadır. Lokal yersel kümeleri tespit etmek amacıyla grup biçimindeki veriler kullanılır (66).

2.2.1.3 Odaklanmış Kümeleme Yöntemleri (Focus Tests, Proximity Tests)

İkili benzerlikler ya da farklılıkların kümeleneğinde kullanılan Odaklanmış Küme yöntemi genellikle bilinen küme konumu hakkında özel bilgi olduğunda kullanılmaktadır (20).

Odaklanmış yöntemde, hastalık riskinin daha çok olduğu özel kaynakların bulunduğu yerlere odaklanır (23).

2.2.1.3.1 Lawson ve Waller Skor Yöntemi

Lawson, Waller ve arkadaşları (1995) tarafından geliştirilen bu yöntem verilen bir konum etrafında hastalık kümelemesinin olup olmadığını test etmek için kullanılır (69). Hipotezler,

H_0 : Poisson rastlantısal değişken bilinen oran ile birlikte gözlenen olgu sayıları her bölge içerisinde bağımsızdır.

H_1 : Poisson rastlantısal değişken, hastalık oranının orantılı olarak artan fonksiyonu olduğu yerde gözlenen olgu sayıları her bölge içerisinde bağımsızdır.

şeklindedir. Test istatistiği U;

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

olarak hesaplanır. Burada, yokluk hipotezi altında hücre i'deki olguların beklenen sayısı $E_i = n_i c_i / n_+$ 'dir. Sıfır hipotezi altında test istatistiği U'nun beklenen değeri sıfır ve

yaklaşık varyansı; $\sum_{i=1}^I g_i^2 E_i$

ye eşittir. Standartlaştırılmış istatistik $U^* = \frac{U}{\sqrt{\text{var}(U)}}$ olarak bulunur (40, 69).

2.2.1.3.2 Stone Yöntemi

Stone, tarafından geliştirilen bu yöntemde, bir tek odaktaki kümelenmenin önemliliği test edilir. Odak için maruz kalma durumu bilinmediği için yöntemde Stone istatistiği hesaplanırken, odaktan uzaklaşıldığında maruz kalma düzeyinin artmadığı varsayılır. Stone istatistiği,

$$T_{Stone} = \theta_I = \max \frac{\sum_{i=1}^j c_i}{\sum_{i=1}^j E_i}$$

şeklinde hesaplanır (62, 63). Şekil 2.1.'de Stone yönteminde hastalıkların kümelenmeleri verilmiştir.



Şekil 2.1. Stone Yönteminin Gösterimi

2.2.1.3.3 K Fonksiyonu Yöntemi (Second-Order Statistics)

Bu yöntemde örnek hacmini, örnek sınırlarını ve noktaların yoğunluğunu dikkate alarak gözlenen tüm olası nokta uzaklıkları sayısını, beklenen tüm olası nokta uzaklıkları sayısı ile karşılaştırmak amacıyla $L(d)$ istatistiği hesaplanır. Olgular arasındaki uzaklıkların varyans veya ikinci momentine dayanarak analiz yapılır (57).

Burada $L(d)$,

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^N \sum k(i, j)}{\pi N(N-1)}}$$

şeklinde hesaplanır. Burada;

A: bölgenin (çalışma alanının) büyüklüğünü,

N: nokta sayısı,

d : uzaklığı belirtir.

Formülde yer alan $k(i,j)$ bir ağırlıktır ve aşağıdaki gibi hesaplanır.

a) Kenar çizgi düzeltmesi yok ise: $d(i,j) \leq d$ olan durumlarda $k(i,j)=0$, diğer hallerde $k(i,j)=1$ alınır.

b) i noktası, j noktasından sınır çizgisine daha yakın ise, sınır düzeltmesi kullanılarak $k(i,j)$,

$$k(i, j) = \left(1 - \frac{\cos^{-1}\left(\frac{e}{d(i, j)}\right)}{\pi} \right)^{-1}$$

hesaplanır (e kenara en yakın uzaklıktır).

c) i noktası j noktasından iki dik açılı kenara daha yakın ise $k(i,j)$,

$$k(i, j) = \left(1 - \frac{\cos^{-1}\left(\frac{e_1}{d(i, j)}\right) + \cos^{-1}\left(\frac{e_2}{d(i, j)}\right) + \left(\frac{\pi}{2}\right)}{2\pi} \right)^{-1}$$

biçiminde hesaplanır (e_1 ve e_2 sırası ile dikey ve yatay sınırlara en yakın olan uzaklıklar). K-Fonksiyonun'un uygulanması için çalışma alanının kare ya da dikdörtgen biçiminde olması gerekir (57).

2.2.1.3.4 Ağırlıklı K Fonksiyonu (Weighted Second Order Statistics) Yöntemi

Getis (1984) tarafından geliştirilen ve K-Fonksiyonuna dayalı olan bir yöntemdir. Bu yöntemde bir noktanın hem yeri hem de değeri dikkate alınır ve Tam Yersel Rasgelelik (CSR) varsayımına dayanır (53).

L(d) istatistiği

$$L(d) = \sqrt{\frac{A \sum_{i=1}^N \sum_{j \neq i}^N (z(i) * z(j) * k(i, j))}{\pi \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N (z(i) * z(j))}}$$

şeklinde hesaplanır. Burada;

A: çalışma alanının yüzölçümünü,

$z(i)$: i. noktasının ağırlığı,

$k(i,j)$: sınır düzeltme değeridir.

2.2.2 Zamansal Kümelene Yöntemleri

Naus (1966) tarama testi olarak da bilinen hastalıkların ve olayların hastalık kümelenemelerinde zamana göre kümelenemeleri dikkate alınır. Bu kümeleme yöntemlerinde veriler zaman serisidir (48). Haftalık ya da aylık olarak meydana gelen olayları zaman serisi şeklinde değerlendirilir. Zaman serisinin tekli ya da daha fazla olmasına göre zamansal kümeleme yöntemleri 2 gruba ayrılır.

2.2.2.1 Dat'ın 0–1 Matris Yöntemi

Dat (1982) tarafında bulunan bu test, belirli bir bölgede tekli ya da çoklu zaman serisi içerisindeki kümelenmeyi aralıklara gelen olguları sayarak test etmekte kullanılır. Zaman içinde nüfusun değişmediği varsayılarak hesaplanır. Testi uygulayabilmek için aşağıdaki koşullar göz önüne alınmalıdır.

- Veriler her bir zaman aralığında görülen toplam birim sayılarıdır.
- Bu yöntemde 5–10 zaman aralığı kullanıldığında mevsimsel etkilerden kaçınmak gerekir.
- Zaman aralığındaki toplam olgu sayısı beklenen olgu sayısından daha büyük olmalıdır. Bu nedenle beklenen olgu sayısı 2'den az olduğu durumlarda kullanılmamalıdır (22).

2.2.2.2 Ederer Myers-Mantel (EMM) Yöntemi

Ederer-Myers-Mantel (1964) tarafından geliştirilen bu yöntemde tekli zaman serileri yerine çoklu zaman serileri kullanılır. Nüfusta meydana gelebilecek değişikliklerden etkilenir. Uygulanabilmesi için, verilerin oran yerine sayılardan oluşması ve zaman aralığının 2 - 5 yıl arasında olması gereklidir (12).

Kümelerin oluşturulmasında önemliliği belirlemek amacıyla Kikare Test istatistiğinden yararlanır. Normallik varsayımı altında, tüm yersel konumları ve zamanın alt aralıkları için düzeltilmiş X^2 'nin serbestlik derecesi ile test istatistiği;

$$\chi_1^2 = \frac{\left(\sum m_1 - E(\sum m_1) - 0.5\right)^2}{\sum Var(m_1)}$$

$\sum m_1$: Bir yılda meydana gelen tüm deneysel kümelerin toplamıdır (12, 22).

2.2.2.3 Boş Hücreler Yöntemi (Empty Cells Test)

Bu yöntem, aynı anda hem tekli hem de çoklu zaman serilerinin kümelenmesini test etmek amacı ile geliştirilmiştir. Bazı zaman aralıklarında gözlenen birim yoksa ya da çok az ise bu yöntem uygulanmalıdır. Kümelenmelerin önemliliği için bir serbestlik dereceli kıkare test istatistiğinden yararlanılır. E_i gözlenen hastalık sayısı olduğunda, test istatistiği,

$$\chi^2 = \frac{\left(\sum_{i=1}^t E_i - \sum_{i=1}^t E(E_i) \right)^2}{\sum_{i=1}^t \text{Var}(E_i)} - 0.5^2$$

şeklinde hesaplanır (22).

2.2.2.4 Grimson Yöntemi

Bu test, zaman aralıklarını etiketleyerek çok sayıda olgu olduğunda yüksek riskli olarak değerlendirilir ve ardaşıklıkları test eder. Hem yer hem zaman hem de yersel-zamansal kümelenmelerinde kullanılır. Veri tipinin oran ve sayı olması testin kullanılabilmesi için önemli değildir. Testin önemliliği A katsayısının Poisson ya da Normal dağılıma göre belirlenir.

$$E(A) = \frac{yn(n-1)}{2(N_t - 1)}$$

Burada RC; temel (regularity) bileşen ve VC; değişebilen bileşendir.

$$RC = E(A) \left(\frac{2(y-1)(n-2)}{N_t - 2} + \frac{(N_t y - 4y + 2)(n-2)(n-3)}{2(N_t - 2)(N_t - 3)} - E(A) \right)$$

$$VC = \text{Var}(y) \left[\frac{n(n-1)(n-2)}{N_t(N_t - 1)} \left(1 - \frac{(n-3)}{N_t - 2} \right) \right]$$

A'nın varyansı,

$$\text{Var}(A) = RC + VC$$

şeklinde hesaplanmaktadır (18, 23).

$$z = \frac{(A - E[A])}{\sqrt{V[A]}}$$

2.2.2.5 Larsen K İstatistiği (Larsen's K Statistics) Yöntemi

Larsen, Holmes Heath (1973) tarafından geliştirilen bu yöntem hem tekli hem de çoklu zaman serisinde kullanılmaktadır. Tekdüze dağılımdan çoklu kümelenmeleri ayırt edemeyeceği için duyarlı olmayan bir yöntemdir. K istatistiği aracılığı ile değerlendirilir. K, asimptotik olarak standart Normal dağılım gösterdiği için önemliliğinde de standart Normal dağılım kritik değerleri kullanılır (39).

$$K = \sum_{i=1}^m |y_i - y_r + 1|$$

$$E(K) = \frac{(t+1) \left[\frac{m}{2} \right] \left[\frac{m+1}{2} \right]}{m+1}$$

$$Var(K) = \frac{r(t+1)(t-m)((m+1)^2 - 2r^2 - \delta(m))}{12 \left(2 \left[\frac{m+1}{2} \right] + 1 \right)^2}$$

$$Z = \frac{K - E(K)}{\sqrt{Var(K)}}$$

2.2.2.6 Naus Scan İstatistiği (Naus's Scan Statistics) Yöntemi

Zaman serisindeki olguların sayısı ve taranan pencere genişliğine dayanan bu yöntem Naus (1965) tarafından geliştirilmiştir (45). Tekli zaman serilerinde kullanılmaktadır. Zaman serisi boyunca genişliği önceden belirlenen pencere (window) süreklili hareket ettirildiğinde görünen olguların maksimum sayısına dayanan test istatistiğidir (51).

2.2.2.7 Tango C Kümelenme İndeksi (Tango's C Clustering Index) Yöntemi

Tango (1984) tarafından geliştirilen Tango C kümelenme indeksi, ardışık ve eşit zaman aralıkları olduğunda kullanılır. Farklı nüfusa sahip yerel bölgelerdeki kümelenmeleri bulmak amacıyla geliştirilmiştir (63).

m ardışık eşit zaman aralıklarına sahip T zaman periyodunda gözlenen N olgunun ($N=n_i$, $i=1,2,..m$) gözlem vektörü $f=(n_1, n_2, \dots, n_m)$ olarak belirlenmektedir. Her bir zaman aralığındaki görsel frekanslar vektörü ise $r=(r_1, r_2, \dots, r_m)$ biçiminde belirlenmektedir. $r_i=n_i/N$. i ve j zaman aralıkları arasındaki farklara (d_{ij}) göre hesaplanan ve zaman aralıkları arasındaki yakınlığın bir ölçüsü olarak alınan a_{ij} katsayılarını içeren $m*m$ boyutlu A matrisi tanımlanır ($A=(a_{ij})$). Burada a_{ij} , d_{ij} 'nin monotonik olarak artmayan bir fonksiyonudur.

Tango C Kümelenme indeksi;

$$C_G = (r - p)^t$$

olarak hesaplanan bir değer olarak belirlenmiştir (52, 64).

2.2.3 Hastalıkların Yersel-zamansal Kümelenmesi (Space-Time Interactions Methods, Space-Time Clustering Methods)

Belirli bir yer ve zamanda görülen olayların kümelenmelerini yapmak amacı ile geliştirilmiştir. Bölgesel bir salgın hem yersel hem de zamansal olarak incelenmek istenir ise yer ve zaman kümeleme yöntemi kullanılır. Yersel-zaman kümeleme yöntemleri bir hastalığın etyolojisi ve dağılımı incelenmek istendiğinde yer ve yer arasındaki etkileşimi de araştırmaktadır. Bazı hastalıklarda beklenen sayıdan daha fazla kümelenme olduğunda yersel-zamansal etkileşimi testlerini kullanmak uygundur.

2.2.3.1 Pike-Smith Olgu-Kontrol Yaklaşımı Yöntemi

Pike ve Smith (1974) tarafından geliştirilen bu yöntemde olgu ve kontrol çiftlerinin toplamlarına dayanarak oluşan kümelenmeler incelenmiştir. Hastalığa yakalanan bir birimin diğerine de bulaştırabileceği mantığına dayanarak doğru yer ve doğru zamanda her iki birimin bulunabileceği varsayılmaktadır. Tüm mümkün ikililerin tamamının toplamı alınarak eğer a ve b birimleri etkili bir birliktelik içinde iseler $x_{ab}=1$, diğer durumlarda ise $x_{ab}=0$ değerlerini alarak test istatistiği,

$$Z = \sum \sum X_{ab}$$

olarak bulunur. Test istatistiği $E(z)$ ve $V(z)$ belirlenip Monte Carlo simülasyonu ile ya da 1 serbestlik dereceli χ^2 kritik değerleri ile önemliliği test edilir (56).

2.2.3.2 Mantel Genel Regresyon Yöntemi

Mantel (1967) tarafından geliştirilen bu yöntemde, bir bölgede T zaman periyodunda belirlenen n olgunun yersel uzaklıkları farkları X ile zamansal uzaklıkları Y hesaplanır. n olgunun $(n(n-1)/2)$ olgu çiftleri arasındaki yer ve zaman uzaklıkları çiftleri belirlenir (41).

Mantel Z istatistiğinde, kural olarak, i ve j olguları arasındaki ilişkilerin permutasyonel olarak elde edilebilir olduğudur. Z 'nin sıfır hipotezinin permutasyonel yaklaşımla elde edilmesinde MC yaklaşımından yararlanır (38, 40).

$n \times n$ boyutlu D ve T matrisleri alınsın, D matrisi i ve j olguları arasındaki yer uzaklıklarını, T matrisi zaman aralıklarını gösterecek şekilde, $X_{ij} = D_{ij}, Y_{ij} = T_{ij}$ 'dir. Tanım gereği $X_{ii} = 0, Y_{ii} = 0$ dir. Buradan rasgele veri setlerinde $Z, E(Z)$ ve $VAR(Z)$, değerleri şu şekilde hesaplanabilir.

$$Z = \sum_i \sum_j X_{ij} Y_{ij}$$

$$E(Z) = \text{Exp} \left(\sum_i \sum_j X_{ij} Y_{ij} \right) \rightarrow \sum_i \sum_j X_{ij} \text{Exp}(Y_{ij})$$

$$\sum_i \sum_j X_{ij} \sum_i \sum_j Y_{ij} / n(n-1)$$

$$VAR(Z) = \sum_i \sum_j X_{ij} X_{kl} \text{Cov}(Y_{ij}, Y_{kl})$$

$$\sum_i \sum_j X_{ij} X_{kl} \text{Exp} Y_{ij} Y_{kl} - \frac{(\sum_i \sum_j X_{ij})^2 (\sum_i \sum_j Y_{ij})^2}{n^2 (n-1)^2}$$

Buradan;

$$z = \frac{Z - E(Z)}{\sqrt{VAR(Z)}}$$

test istatistiği elde edilir (42, 43).

2.2.3.3 Knox Yöntemi

Kümelenme yöntemler içinde Knox'un yersel-zamansal kümelenme yöntemi en eski yöntemlerden biridir. Bu yöntemin en önemli özelliği kritik yer ve zaman değerleri kullanıcı tarafından tanımlanmalıdır. Bu yöntem, diğer yöntemlere göre tercih edilmesinin nedeni basit, güvenilir ve yaygın kullanılmasıdır (23).

Olgu çiftleri arasındaki yer uzaklığı, daha önce kullanıcı tarafından tanımlanmış kritik yer uzaklığından küçük ise, yer bakımından yakın olduğu zaman aralığı, eğer kritik zaman aralığından küçük ise olguların zaman açısından yakın olduğu düşünülür. Eğer Knox'un kümeleme test istatistiği kıkare testi, Poisson ve Normal dağılım yaklaşımı ile test edilir (27 - 29).

2.2.3.4 Kulldorff'un Yersel-Zamansal Scan İstatistiği Yöntemi

Naus tarafından geliştirilen (1965) scan istatistiği yaygın olarak tek boyutlu nokta işlemlerinin (point process) tamamen rasgele olup olmadığını ya da herhangi bir kümelenmenin belirlenip belirlenemeyeceğini test etmek için kullanılır (46).

Scan istatistiği Kulldorff tarafından sonraki yıllarda geliştirilmiştir. Yersel scan testinde ve diğer scan testlerinde sıklıkla kullanılacak olan *pencere* tanımı kullanılmıştır. Pencere, incelenecek coğrafik bölgede büyüklüğü önceden belirlenen ya da çalışma sürecinde değişikliğe uğrayabilen (genişleyebilen veya daralabilen) küçük geometrik alanlardır (daire, kare vb. gibi). Kulldorff'un yersel scan testi, önceden belirlenmiş bir büyüklüğe kadar tarama penceresinin değişmesine olanak verir. Küme tarafından kaplanan alanın büyüklüğü hakkında önsel bilgi olmadığında değişken pencere büyüklüğünü kullanmak daha yararlıdır. Bu yöntemde, çapının büyüklüğü sürekli değişen çember çalışma bölgesi içinde hareket ettirilir.

Scan istatistiklerinde kullanılan Sıfır hipotezi, olguların yer ve zamanda sabit risk ile Poisson dağıldığı, alternatif hipotez ise en az bir silindirin içinde ve dışında farklı riskle Poisson dağıldığı şeklindedir. Her bir silindirin içindeki ve dışındaki hastalık olgularının gözlenen sayısı ve risk altındaki nüfusu yansıtan, beklenen sayısı belirlenir. Gözlenen ve beklenen sayılar kullanılarak her bir silindir için olasılık hesaplanır.

Olabilirliği en büyük ve beklenen olgu sayısı daha büyük olan silindir en çok olası küme olarak gösterilir. Önemlilik MC benzetimiyle değerlendirilir. Kulldorff'un önerdiği yersel scan testinde klasik scan testine göre üç yönde bir genişletme vardır:

i) çok-boyutlu nokta işlemlerinde kümelerin belirlenmesi,

ii) tarama penceresinin alanının değişmesine olanak sağlanması,

iii) temel işlemin (baseline process), bazı bilinen fonksiyonlara yoğunlukla orantılı olan herhangi bir homojen olmayan Bernoulli ya da Poisson işlemi olabilmesidir.

Kulldorff'un scan istatistiklerinde konu, temel işlemle (baseline process) açıklanamayan kümelerin belirlenmesidir. Yukarıda belirtildiği gibi scan istatistiği nokta işlemlerinde kümeleri belirlemek için kullanılır. Tek-boyutlu düzenler başta Naus (1965) olmak üzere birçok kişi tarafından çalışılmıştır (46). Bir nokta işlemi için $[a, b]$ aralığında $[t, t+w]$ penceresi, $w < b-a$ sabit büyüklüğündeki aralık boyunca hareket ettirilir. t 'nin tüm olası değerleri üzerinde penceredeki noktaların maksimum sayısı kaydedilir ve tamamen rasgele bir Poisson sürecinin sıfır hipotezi altındaki dağılımıyla karşılaştırılır.

İlerleyen yıllarda, tek-boyutlu işlemlerdeki sorun çeşitli yönlerde genişletilmiştir. Noktalar birkaç alt-aralıkta (subinterval) gruplandırıldığında veri bir araya getirilir. Bu durum Wallenstein ve arkadaşları (1989) tarafından çalışılmış ve örneğin, bazı olayların aylık sayısı ile ilgilenilmiştir (68). Weinstock (1981), temel alınan Poisson işleminin yoğunluğunun homojen olmadığının bilindiği sıfır hipotezi altındaki sorunla ilgili çalışmıştır (70). Saperstein (1972) ve Naus (1974) ikili sonuçların sırası ile Bernoulli modeliyle ilgili çalışmıştır (40, 61). Loader (1991) sabit olmayan pencere büyüklüğüne odaklanmıştır (39). Glaz ve Naus (1983) çoklu kümeleri araştırmak için scan istatistiğine bakmıştır (15). Bu eklemelerin herhangi biri için ve uygulamaya bağlı olarak, scan istatistiği gözlenen noktaların toplam sayısına bağlı olabilmekte ya da olmayabilmektedir.

Kulldorff'un 1997 yılında yayınladığı makalesinde önerilen scan istatistiğinde hastalık kümelerinin tanımlanmasında kullanılan grup verileri kullanılır. Belirli bir

bölgede, risk altındaki toplumun değerleri ve tekrarlı ölçümler için yeni ortaya çıkan birimler belirlenir. Çalışmanın yapıldığı bölge için yersel koordinatlar verilir (32).

Scan istatistiğinde, pencere daha önceden tanımlanmış herhangi bir şekil olabilir ve pencerenin büyüklüğünün tüm çalışma bölgesini tarayacak şekilde değişmesine izin verilebilir. Seçilen bölge potansiyel kümedir ve genellikle bir geometrik figürler içine düşen tüm alanların alt setleri olarak tanımlanır. Tipik olarak yerdeki geometrik figürler içindeki yer koordinatlı ve belirli bir aralık içindeki zaman koordinatlı silindirdir.

Tarama istatistiklerinde kullanılan geometrik şekiller için aşağıdaki özellikler kullanılır;

1. Bütün daireler alt alanların her birinin merkezinde toplanır,
2. Bütün dikdörtgenler sabit boyutta ve şekildedir,
3. Elipsler odakta veya merkezde toplanır.

Küme tarafından kaplanan alanın büyüklüğü hakkında önsel bilgi olmadığında değişken pencere büyüklüğü çok kullanışlıdır. Hatta yöntem, sıfır hipotezi altında noktaların dağılımını düzenleyen yoğunluk için bir miktar keyfiliğe de olanak tanır. Bu keyfilik, uygulamaya bağlı olarak çok farklı biçimler olabilir. Keyfilik, G olarak tanımlanan bir coğrafi bölgede bir μ ölçüsü olarak modellenir. G ; bir doğru ve μ ; $[a,b]$ 'de tekdüze ölçü olduğunda, özel bir durum olarak klasik tek-boyutlu problem elde edilir. Tek boyut (örneğin, zaman içerisinde ya da bir otoyol, nehir boyunca olgular incelendiğinde) olduğunda, test istatistiğinin dağılımı sadece özel durumlarda bilinebilmektedir.

Naus (1965b), tekdüze ölçümle ve sabit ancak keyfi büyüklükteki dikdörtgen pencere ile bir karede iki boyutlu scan istatistiği için dağılımsal sınırları elde etmiştir (47). Loader (1991), aynı sorunla ilgilenmiş ama değişken pencere büyüklüğüne izin vermiştir (40). Turnbull ve ark. (1990), sabit ölçümle dairesel bir pencere kullanmışlardır (66). Test istatistiğinin kesin dağılımı belirlenemediğinden, hipotez testini gerçekleştirmek için MC benzetimini kullanmışlardır. Tarama penceresinin büyüklüğü sabit olduğunda, test istatistiği her zaman verilen herhangi bir zamanda penceredeki noktaların maksimum sayısı olarak alınır. Değişken pencere büyüklüğünde bu mümkün olmamakta ve bunun yerine olabilirlik oranı test istatistiği kullanılmaktadır (32). Kulldorff'un yersel-zamansal scan istatistiği, çembersel coğrafik tabanı ve zamana

karşılık gelen yüksekliği ile silindir biçiminde bir pencereyle tanımlanır. Çapının büyüklüğü sürekli değişen taban, çalışma bölgesi içinde çeşitli olası merkezler etrafında yerleştirilir. Yükseklik, çalışma aralığından daha küçük olan ve değişen olası zaman aralıklarını gösterir. Sonra, bu silindir biçimindeki pencere yer ve zamanda hareket ettirilir (22).

Her bir çemberin içindeki ve dışındaki hastalık olgularının gözlenen sayısı ve risk altındaki nüfusu yansıtan beklenen sayısı belirlenir. Bu sayılar temelinde her bir çember için olabilirlik hesaplanır. Olabilirliği en büyük olan çember, en çok olası küme olarak gösterilir. Önemlilik MC benzetimiyle değerlendirilir (32, 33).

Kulldorff tarama istatistikleri silindir biçiminde pencereler olarak tanımlanır. Buarada silindir yüksekliği zaman olarak ifade edilir (33).

Kulldorff Tarama İstatistiklerinin formülasyonu Yöntemler bölümünde ayrıntılı olarak verilmiştir.

3. GEREÇ ve YÖNTEM

Bu araştırmada, A^2 genişliğinde bir bölgede T zaman diliminde hastalığın salgın özelliğinde ya da herhangi bir nedene bağlı olarak yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenme gösterip göstermediğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümeleme analizinde son yıllarda kullanılan Kulldorff Tarama İstatistiği incelenmiştir. Bu nedenle türetilmiş Normal ve Uniform Dağılan verilerden yararlanılmıştır.

3.1 Veri Türetimi

Yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümeleme analizlerinin Bernoulli ve Poisson Dağılım Modüllerinde kullanmak üzere Hasta görülme zamanları, bir yıllık süre için (2010 yılı) aylar (1-12) farklı olacak şekilde Uniform dağılıma uygun olarak Minitab 16.0 Paket Programı kullanılarak türetilmiştir. Hesaplamalarda kullanılmak üzere koordinatlar, İç Anadolu Bölgesi'nde orta büyüklükte bir il için boylam (doğu) ve enlem (kuzey) koordinatları, 39.20 ile 40.00 doğu boylamlarına ve 30.30 ile 31.90 kuzey enlemlerine sahip bir alan için türetim yapılmıştır.

Normal Dağılımında koordinatları verilen yerde boylam için 31.27 ortalamalı ve 0.30 standart sapmalı, enlem için 39.48 ortalamalı ve 0.15 standart sapmalı yer koordinatları türetilmiştir. Analizlerde kullanılacak enlem ve boylam koordinatları türetilirken, yükseklik değerleri dikkate alınmamıştır.

Uniform Dağılımına ilişkin veri türetiminde ise, boylam için 39.20-40.00 (doğu) ve enlem için 30.30-31.90 (kuzey) aralığında yer koordinatları türetilmiştir. İki enlem arasındaki uzaklık 111 km., iki boylam arasındaki uzaklık yaklaşık 85 km. olması nedeniyle bu çalışma, yaklaşık olarak 12000 km² bir alan için uygulanmıştır. Bu işlemler n=50, 100, 250 ve 1000 birimlik veri setleri için tekrarlanmıştır.

Tarama istatistiği analiz modülü olan Poisson Dağılım Modülünde kullanmak üzere, İç Anadolu Bölgesi'nde orta büyüklükte bir il için ilçe nüfus ortalaması dikkate alınarak Normal dağılım için 41749 ortalamalı, 764 standart sapmalı yerleşim yerleri nüfus sayıları türetilmiştir.

Tarama istatistiği analiz modülü olan Bernoulli Dağılım Modülünde kullanmak üzere, oluşturulan kontrol dosyasında türetilen hasta sayılarının tersine (bölgede görülen hasta sayısı 1 olarak alındığında kontrol dosyasında 1 olan hasta sayıları sıfır olacak şekilde) oluşturulmuştur.

Kümelenmelerde hastalık görülme sayılarının yerleşim yerinden ve zamandan etkilenmelerini ortaya koymak amacıyla koşullu veriler oluşturulmuş ve oluşturulan koşullara göre kümelenmeleri değerlendirilmiştir. Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda rasgele veri seti olarak analiz edilmiştir.

Koşullu veri setlerinin oluşturulmasında, tüm yerleşim yerinde 1 hasta, sonuncu yerleşim yerinde ise 2 - 20 olgu ilave edilerek analizler gerçekleştirilmiştir. Poisson modülünde test edilen veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda rasgele veri seti olarak, koşullu veri setlerinin oluşturulmasında ise tüm yerleşim yerinde 1 hasta, son yerleşim yerinde 2 - 20 olgu ilave edilerek analizler gerçekleştirilmiştir.

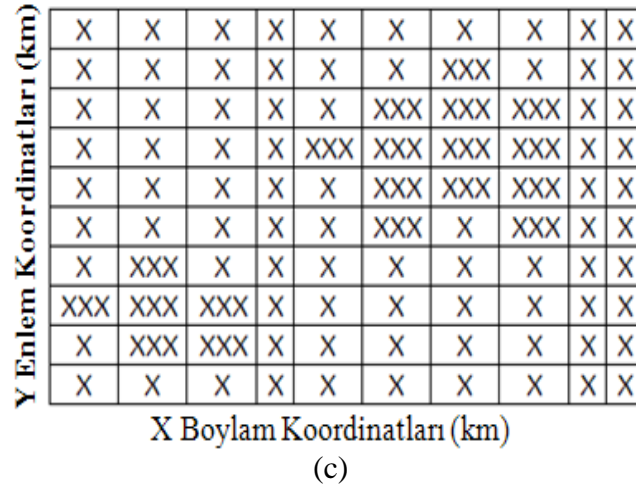
Veri analizi rasgele ve koşullu türetilen verilerde Kulldorff Tarama İstatistiği Yöntemi ile analiz edilmiştir. Aşağıda, Şekil 3.1.'de sembolik olarak her bir yerleşim yerinde hastalık görülme sayıları verilmiştir.

Y Enlem Koordinatları (km)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
X Boylam Koordinatları (km)										

(a)

Y Enlem Koordinatları (km)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	XX	X	X	X	X	X	X
	X	X	XX	XX	XX	X	X	XX	X	XX
	X	X	X	XX	X	X	X	XX	XX	X
	X	X	X	X	X	XX	XX	XX	XX	XX
	X	X	X	X	X	X	XX	XX	XX	X
	X	XX	X	X	X	X	X	XX	X	XX
	XX	XX	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	XX	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
X Boylam Koordinatları (km)										

(b)



- (a): Verilerin Rasgele Dağılımı
(b): Verilerin Tek Koşullu Dağılımı
(c): Verilerin İki Koşullu Dağılımı

Şekil 3.1. Her bir yerleşim yerinde hastalık görülme sayıları (sembolik gösterim)

3.2 Veri Analizi

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal verilerin analizinde ve görselleştirilmelerinde farklı yazılımlar kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları; ESRI tarafından geliştirilen ArcGIS 9.3, Illinois Üniversitesi Sosyal Bilimler Merkezinden Luc Anselin tarafından geliştirilen GeoDa 0.9.5-I ve Terraseer şirketi tarafından geliştirilen Clusterseer 2.2.8.1, R-sürveyans ve GeoSurveillance 1.1-2 Paket Programları ve Martin Kulldorff tarafından geliştirilen SaTScan yazılımlarıdır (71). Ayrıca R paket programının spatstat modülü yersel verilerin kümelemesi için kullanılmaktadır.

3.3 Kulldorff Tarama İstatistiği

Naus tarafından geliştirilen (1965) tarama istatistiği, Kulldorff'un (1997) makalesinde yersel tarama istatistiği olarak önerilmiştir. Önemliliği olabilirlik oran test istatistiğine (likelihood ratio) göre belirlenir.

3.4 Kulldorff'un Yersel-Zamansal Tarama İstatistiği Yönteminde Benzerlik Oranlarının Elde Edilmesi

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal kümeleme yönteminde önemli kümelerin bulunma aşamasında Benzerlik Oranlarından (Maximum Likelihood Ratio) yararlanılır.

Bernoulli ve Poisson modelleri için farklı olabilirlik oran testi formülleri kullanılmaktadır. Bu formüllerde; n_z , Z bölgesindeki olgu sayısını, n_G , çalışmadaki toplam olgu sayısını göstermektedir.

Bernoulli modeli için olabilirlik fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$L(Z, p, q) = p^{n_z} (1-p)^{\mu(Z)-n_z} q^{n_G-n_z} (1-p)^{(\mu(G)-\mu(Z))-(n_G-n_z)}$$

$$\hat{Z} = \{Z : L(Z) \geq L(Z') \forall Z' \in z\}$$

çözümü elde edilir ve sıfır hipotezi altında olabilirlik fonksiyonu ise

$$L_o \stackrel{def}{=} \sup_{p=q} L(Z, p, q) = \left(\frac{n_G}{\mu(G)} \right)^{n_G} \left(\frac{\mu(G) - n_G}{\mu(G)} \right)^{\mu(G)-n_G}$$

olur. Böylece olabilirlik oranı

$$\lambda = \frac{\sup_{Z \in z, p > q} L(Z, p, q)}{\sup_{p=q} L(Z, p, q)} = \frac{L(\hat{Z})}{L_o}$$

ya eşit olur. Dağılım MC yöntemi ile analiz edilir.

Poisson modeli için olabilirlik oranı

$$L(Z, p, q) = \frac{e^{-p\mu(Z)-q(\mu(G)-\mu(Z))} [p\mu(Z) + q(\mu(G) - \mu(Z))]^{n_G}}{n_G!}$$

$$x \prod_{x_i \in Z} \frac{p\mu(x_i)}{p\mu(Z) + q(\mu(G) - \mu(Z))} \prod_{x_i \notin Z} \frac{q\mu(x_i)}{p\mu(Z) + q(\mu(G) - \mu(Z))}$$

$$= \frac{e^{-p\mu(Z)-q(\mu(G)-\mu(Z))}}{n_G!} p^{n_z} q^{(n_G-n_z)} \prod_{x_i} \mu(x_i)$$

olarak tanımlanır.

$$L_o = \sup_p \frac{e^{-p\mu(G)} p^{n_G}}{n_G!} \prod_{x_i} \mu(x_i) = \frac{e^{-n_G}}{n_G!} \left(\frac{n_G}{\mu(G)} \right)^{n_G} \prod_{x_i} \mu(x_i)$$

Sabit bir Z için payda tüm p ve q üzerinde supremum alınır. Olabilirlik fonksiyonunda $p = n_Z / \mu(Z)$ ve $q = (n_G - n_Z) / (\mu(G) - \mu(Z))$ olduğunda en büyük değerini alır. Böylece $L(Z)$ aşağıdaki gibi yazılır.

$$L(Z) = \begin{cases} \frac{e^{-n_G} \left(\frac{n_Z}{\mu(Z)} \right)^{n_Z} \left(\frac{n_G - n_Z}{\mu(G) - \mu(Z)} \right)^{n_G - n_Z} \prod_{x_i} \mu(x_i) \frac{n_Z}{\mu(Z)}}{n_G!} > \frac{n_G - n_Z}{\mu(G) - \mu(Z)} \\ \frac{e^{-n_G} \left(\frac{n_G}{\mu(G)} \right)^{n_G} \prod_{x_i} \mu(x_i)}{n_G!} \end{cases}$$

Olabilirlik oran testinin test istatistiği (λ), aşağıda verilmiştir.

Ez az bir Z bölgesinde $\frac{n_Z}{\mu(Z)} > \frac{n_G - n_Z}{\mu(G) - \mu(Z)}$ ise,

$$\lambda = \frac{\sup_{Z \in z} L(Z)}{\frac{e^{-n_G} \left(\frac{n_G}{\mu(G)} \right)^{n_G} \prod_{x_i} \mu(x_i)}{n_G!}}$$

$$\lambda = \sup_{Z \in z} \frac{\left(\frac{n_Z}{\mu(Z)} \right)^{n_Z} \left(\frac{n_G - n_Z}{\mu(G) - \mu(Z)} \right)^{n_G - n_Z}}{\left(\frac{n_G}{\mu(G)} \right)^{n_G}} I \left(\frac{n_Z}{\mu(Z)} > \frac{n_G - n_Z}{\mu(G) - \mu(Z)} \right)$$

Aksi halde $\lambda = 1$ 'dir. Yukarıdaki

$$I \left(\frac{n_Z}{\mu(Z)} > \frac{n_G - n_Z}{\mu(G) - \mu(Z)} \right)$$

gösterge fonksiyonudur.

Monte Carlo örnekleme yöntemine göre çok sayıda parametre tahmin edilir. Elde edilen benzerlik oranlarına göre önemlilik düzeyi belirlenir (17).

Önemlilik düzeyi hesaplanırken tüm benzerlik oranları büyükten küçüğe sıralanır. Benzerlik oranlarına ilişkin ranklar ve p değerleri verilir. Her bir MC türetiminden birincil (most likely cluster-primary) ve diğer kümeler belirlenir ve p değeri bulunur (21, 32, 37, 40).

3.5 SatScan V9.1. Paket Programının Uygulanması

Çalışmamızda türetilen veriler SatScan V9.1 (Software for Spatial and Space-Time Scan Statistics) paket programı ile analiz edilmiştir. SatScan V9.1 paket programı, uygulama kolaylığı açısından, program çıktılarının anlaşılması kolay, internetten erişimi ücretsiz, ayrıntılı kullanım klavuzunun ve örnek veri setleri ile referanslarının olması nedeniyle tercih edilmiştir. Ayrıca veri girişinin ASCII modda olması, parametre tanımlamalarını, çıktı sayfası için text dosyası ve database dosyası olarak seçeneklerinin bulunması, çalışma penceresinin genişliği kullanıcının isteğine uygun olarak genişletilebilmesi, yersel, zamansal ya da yersel-zamansal veri setlerinin prospektif ve retrospektif olarak kullanımına imkan vermesi açısından tercih edilmiştir. Farklı olasılık modelleri (Bernoulli, Poisson, v.b.) kullanılması, klasik tarama biçimi olan daire tarama alanının yanı sıra eliptik ya da kullanıcının isteğine göre yersel birimlere göre seçim imkanı vermesi ve windows ve linux işletim sistemlerine göre versiyonlarının bulunması sebebiyle de çalışmamızda SatScan V9.1 paket programı kullanılmıştır.

SatScan paket programında Giriş (Input) sayfası, Analiz (Analysis) sayfası ve Çıktı (Output) sayfası olmak üzere 3 ayrı modül bölüm bulunmaktadır.

Giriş sayfası, veri girişinin yapıldığı bölümdür. Bu bölümde Olgu Dosyası (Case File), Kontrol Dosyası (Control File), Yerleşim Yeri Nüfus Bilgileri Dosyası (Population File), Yersel Koordinat Dosyası'nı içermektedir. Zaman Duyarlılığı (Time Precision) kısmında zamanın gösterilme biçimi (yıllık, aylık, günlük olarak) verilmektedir. Çalışma Periyodunda (Study Period) kısmında hangi zaman aralığında çalışıldığı belirtilmektedir. Koordinat Dosyası (Coordinates File) kısmında yersel koordinatların Kartezyen ya da Enlem/Boylam şeklinde girileceği bilgileri yer almaktadır. Alan Dosyası (Grid File) kısmında hastalıkların görüldüğü alan tanımlamaları yer almaktadır.

Analiz sayfası, analiz tipleri, olasılık modelleri, çalışılan alanın tarama bilgisi ve zaman duyarlılığını içermektedir. Analiz tiplerinden retrospektif ve prospektif olmak üzere 2 bölümden oluşmaktadır. Retrospektif analiz kısmında yersel, zamansal ve yersel-zamansal olarak kullanıcıya seçim şansı verilmektedir. Prospektif kısımda ise zamansal ve yersel-zamansal seçenekleri bulunmaktadır. Olasılık modelleri kesikli tarama istatistikleri ve sürekli tarama istatistikleri olmak üzere 2 kısımdan oluşmaktadır. Kesikli tarama istatistiklerinde Bernoulli, Poisson, Yersel-Zamansal Permütasyon, Multinomial, Ordinal, Üstel ve Normal Modeller yer alırken, Sürekli tarama istatistiğinde Poisson Modeli yer almaktadır. Çalışılan bölgede görülen hastalıkların yüksek oranlarda, düşük oranlarda ya da yüksek/düşük oranlarda olarak tarama yapılabilmesine imkan verilmektedir. Zaman tanımlamaları (Time Aggregation) bölümünde zamanı yıl, ay ya da gün olarak seçip zaman aralığı kullanıcının isteğine göre düzenlenebilmektedir. Bu çalışmada, Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal kümelenmenin üçünü de yapan Bernoulli ve Poisson Modülleri kullanılmıştır.

Çıktı sayfası analiz sonuçlarını içermektedir. Bu modülde, yazdırılma seçenekleri kullanıcıya bırakılmaktadır. Çıktı sayfasına ek olarak küme bilgisi, tabakalanan küme bilgisi, yer bilgisi, her bir bölge için risk tahminleri ve simülasyonu yapılan logaritmik benzerlik oranı ASCII ve dBase olarak seçime sunulmuştur.

3.5.1 Bernoulli Dağılım Modülünde Veri Girişi

Türetilen veriler Olgu Dosyası'na (Case File), türetilen koordinatlar, Yersel koordinat dosyasına (Coordinates File) ve hastalığın görülme sayıları, Kontrol Dosyası'na (Control File) kaydedilmiştir. Olgu Dosyası'nda hastanın bulunduğu yerleşim yeri sıra numarası, her bir yerleşim yerinde görülen hasta sayısı, hastanın kayıt edildiği tarih yer almaktadır. Her bir yerleşim yerinde 1 hasta olacak şekilde veriler düzenlenmiştir. İkinci ve sonraki denemelerde hastalık görülme sayıları birer arttırılmıştır.

Kontrol Dosyası'nda hastanın bulunduğu yerleşim yeri sıra numarası, Olgu Dosyası'nda görülen hastalık sayılarına göre tersini alarak (hastalık görülme 1, görülme 0) olacak şekilde hasta sayıları, Olgu Dosyası'nda türetilen tarihler

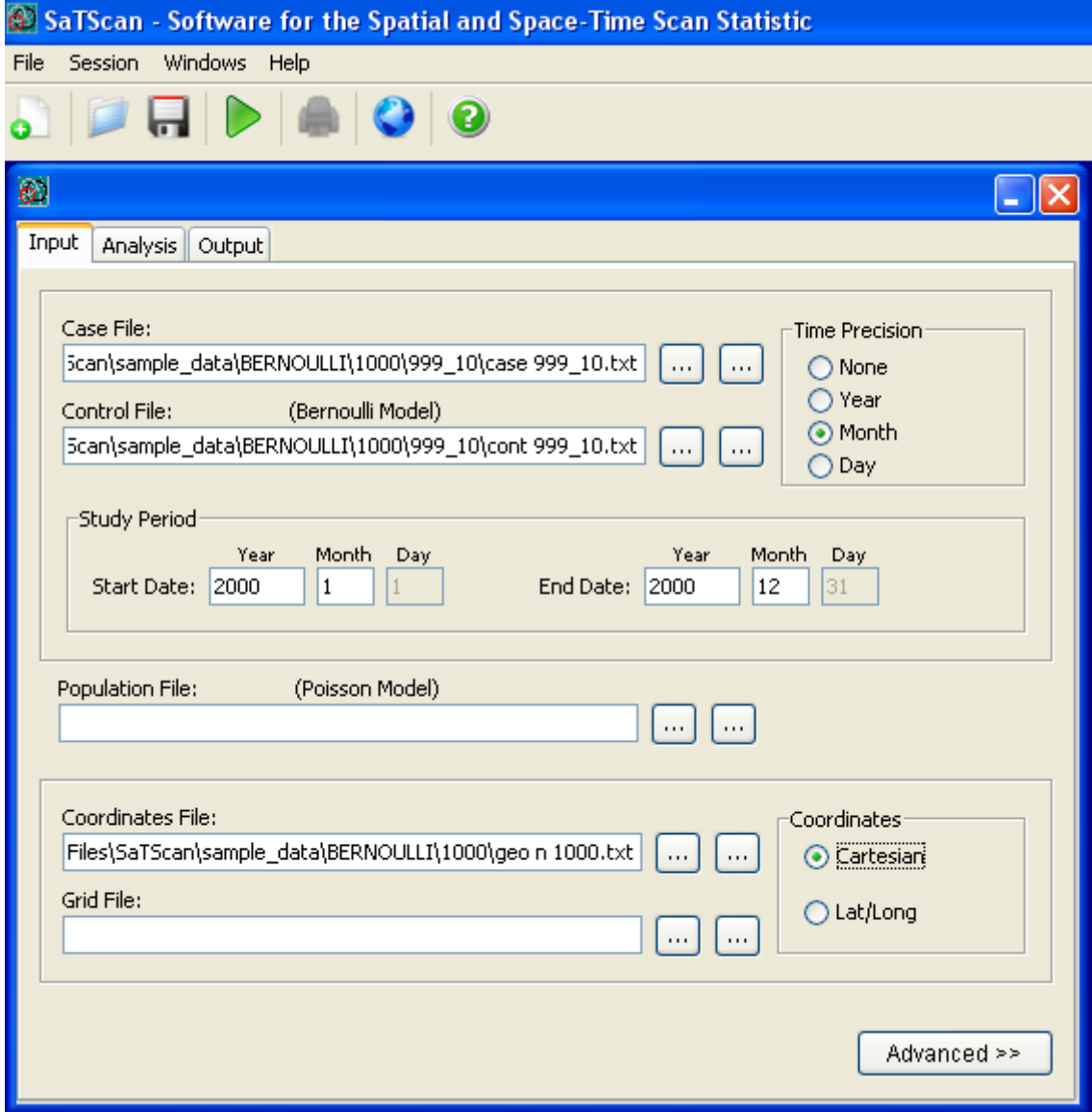
bulunmaktadır. Koordinat Dosyası'nda hastanın bulunduğu yerleşim yeri sıra numarası, türetilen koordinatlar yer almaktadır.

3.5.2 Poisson Dağılım Modülünde Veri Girişi

Türetilen veriler Olgu Dosyası'na (Case File), türetilen koordinatlar Yersel koordinat dosyasına (Coordinates File) ve türetilen yerleşim yeri nüfusları, Yerleşim Yeri Nüfus Bilgileri Dosyasına (Population File) kaydedilmiştir. Yerleşim Yeri Nüfus Bilgileri Dosyası'nda hastanın bulunduğu yerleşim yeri sıra numarası, Olgu Dosyası'nda türetilen tarihler koordinatlar yer almaktadır.

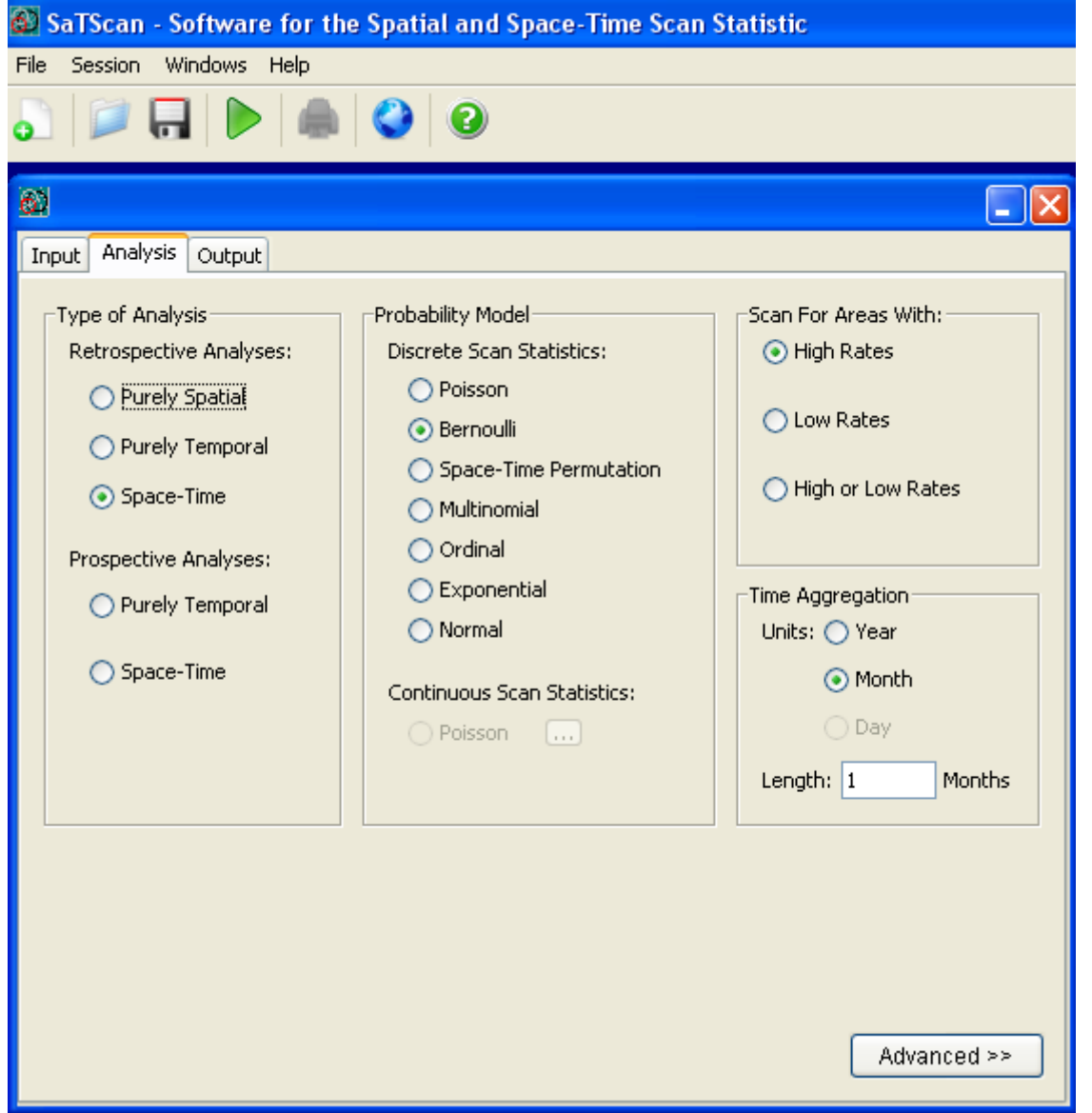
3.6 Bernoulli ve Poisson Dağılım Modülü'nde Veri Girişinin Gösterimi

Aşağıda Ekran 3.1.'de, SaTScan V9.1 Paket Programı'nda Bernoulli ve Poisson Modülü verilmiştir.



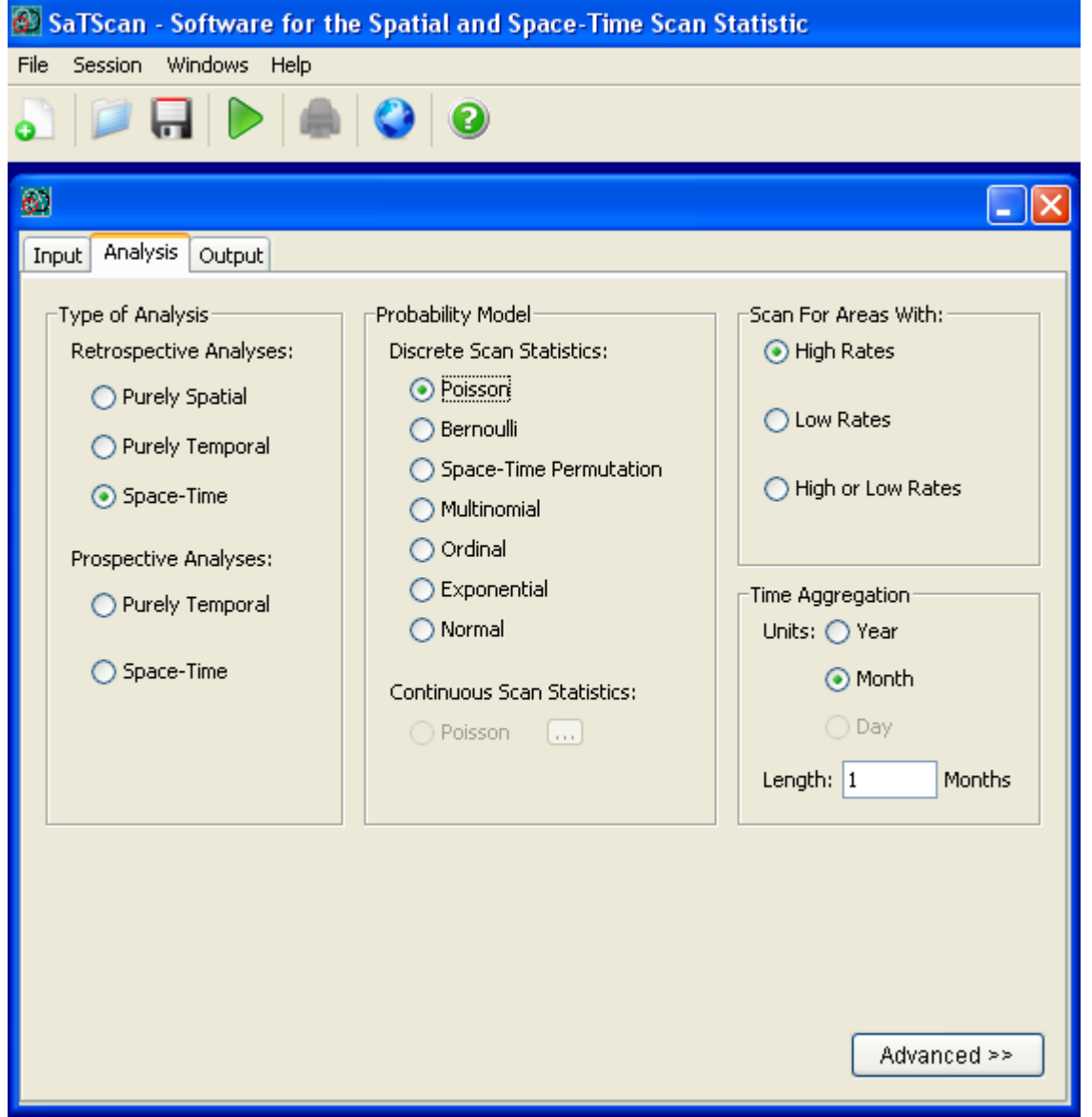
Ekran 3.1. SaTScan Paket Programı'nda Veri Girişinin Gösterimi

Aşağıda Ekran 3.2.'de SaTScan Paket Programı'nda Bernoulli Modülü'nün gösterimi verilmektedir.



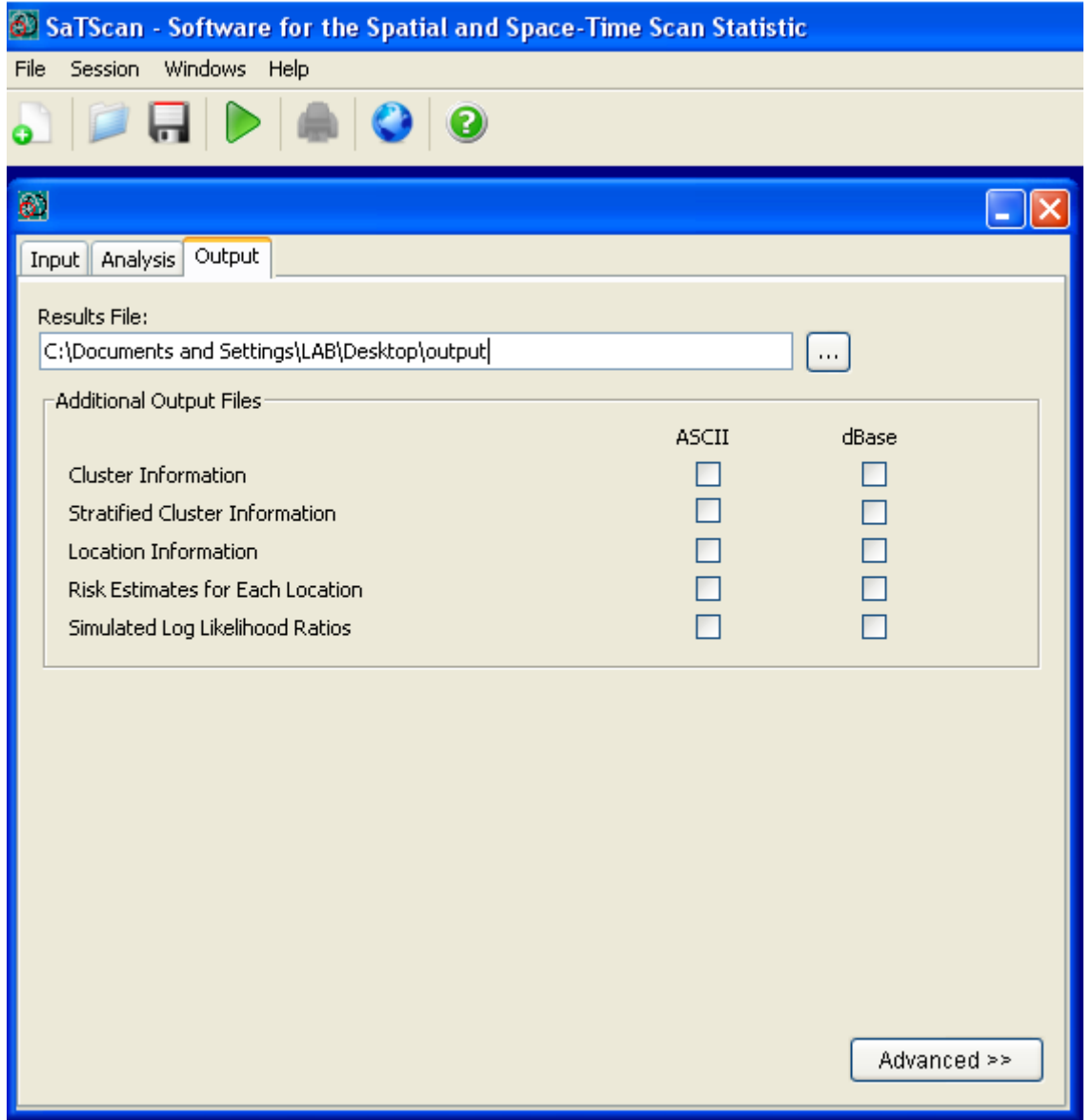
Ekran 3.2. SaTScan Paket Programı'nda Bernoulli Modülü'nün Gösterimi

Aşağıda Ekran 3.3.'te SaTScan Paket Programı'nda Poisson Modülü'nün gösterimi verilmektedir.



Ekran 3.3. SaTScan Paket Programı'nda Poisson Modülünün Gösterimi

Aşağıda Ekran 3.4.'te SaTScan Paket Programı'nda sonuçların girişinin gösterimi verilmektedir.



Ekran 3.4. SaTScan Paket Programı'nda Sonuçların Girişinin Gösterimi

4. BULGULAR

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal kümeleme analizlerini uygulamak amacıyla türetilen veriler, SaTScan Paket Programında 1000 tekrarlı MC örnekleme yöntemi ile değerlendirilmiştir.

Bernoulli ve Poisson Dağılım Modülünde türetilmiş verilere uygulanan analiz sonuçları, kümelenmenin bulunduğu koordinatlar, birim sayıları, beklenen hastalık sayısı, gözlenen hastalık sayısının beklenen hastalık sayısına oranı, benzerlik oranı ve olasılık değeri olarak verilmiştir. Birincil kümeler tabloların ilk satırında, analiz sonuçlarına göre eğer ikincil kümeler bulunuyorsa tablonun ikinci satırında verilmiştir.

4.1 Bernoulli Dağılım Modülü Kullanılarak Elde Edilen Bulgular

Bernoulli Dağılım Modülü'nde test edilen 50 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri aşağıda Tablo 1'de verilmiştir. Tablolarda koşulsuz türetilen veri sayısı n_{k-} , koşullu türetilen veri sayısı n_{k+} ile gösterilmektedir. Analizlerde kullanılan kontrol dosyalarında, olgu dosyasında görülen hastalık sayılarına göre tersi alınmıştır (hastalık görülme 1, görülmeme 0). Olgu dosyası verileri ile kontrol dosyasının verileri yer değiştirdiğinde (hastalık görülme 0, görülmeme 1) sonuçların değişmediği, aynı sonuçların elde edildiği görülmüştür.

Aşağıda verilen Tablo 4.1. incelendiğinde, Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 50 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. İlk 49 yerleşim yerinde 1 hasta, 50. yerleşim yerinde hastalığın görüldüğü 5 olgu ilave edildiğinde zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 10 olduğunda hem yersel hem de zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Koşullu hastalık görülme sayısı 11 olduğunda tüm analizlerde hem yersel, hem zamansal hem de yersel-zamansal önemli kümelenme olduğu görülmüştür.

Tablo 4.1. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=50		K	n	B	G/B	BO	p
n_k =49 n_{k+} =1	P(Y)	30.7751,39.1958	25	24.50	1.02	0.703352	1.000
	P(Z)		27	26.46	1.02	0.788523	0.467
	P(YZ)	30.9933,39.7157	19	18.62	1.02	0.484274	0.649
n_k =49 n_{k+} =5	P(Y)	30.7751,39.1958	27	24.50	1.10	3.721282	0.204
	P(Z)		27	24.50	1.10	3.721282	0.044
	P(YZ)	30.7751,39.1958	20	18.15	1.10	2.461265	0.098
n_k =49 n_{k+} =10	P(Y)	31.1283,39.0488	28	23.25	1.20	7.356882	0.010
		31.4780,39.7395	9	7.47	1.20	1.829542	0.951
	P(Z)		27	22.42	1.20	6.974900	0.003
	P(YZ)	30.7751,39.1958	20	16.61	1.20	4.648189	0.052
		31.9351,39.6298	15	12.46	1.20	3.267429	0.356
n_k =49 n_{k+} =11	P(Y)	31.1283,39.0488	28	22.87	1.22	7.992901	0.002
		31.478,39.7395	9	7.35	1.22	1.993550	0.922
	P(Z)		27	22.05	1.22	7.579664	0.002
	P(YZ)	30.7751,39.1958	20	16.33	1.22	5.057880	0.041
		31.9351,39.6298	15	12.25	1.22	3.557925	0.274
n_k =49 n_{k+} =12	P(Y)	31.1283,39.0488	28	22.49	1.24	8.614333	0.001
		31.4780,39.7395	9	7.23	1.24	2.154616	0.886
	P(Z)		27	21.69	1.24	8.170787	0.001
	P(YZ)	30.7751,39.1958	20	16.07	1.24	5.459235	0.030
		31.9351,39.6298	15	12.05	1.24	3.842865	0.197
n_k =49 n_{k+} =13	P(Y)	31.1283,39.0488	28	22.13	1.27	9.221851	0.001
		31.4780,39.7395	9	7.11	1.27	2.312844	0.841
	P(Z)		27	21.34	1.27	8.748889	0.001
	P(YZ)	30.7751,39.1958	20	15.81	1.27	5.852592	0.023
		31.9351,39.6298	15	11.85	1.27	4.122458	0.168
n_k =49 n_{k+} =14	P(Y)	31.1283,39.0488	28	21.78	1.29	9.816082	5E-4
		31.4780,39.7395	9	7.00	1.29	2.468333	0.805
	P(Z)		27	21.00	1.29	9.314545	0.001
	P(YZ)	30.7751,39.1958	20	15.56	1.29	6.238267	0.018
		31.9351,39.6298	15	11.67	1.29	4.396902	0.126
n_k =49 n_{k+} =15	P(Y)	31.1283,39.0488	28	21.44	1.31	10.397612	2E-4
		31.4780,39.7395	9	6.89	1.31	2.621176	0.767
	P(Z)		27	20.67	1.31	9.868294	0.001
	P(YZ)	30.7751,39.1958	20	15.31	1.31	6.616558	0.010
		31.9351,39.6298	15	11.48	1.31	4.666386	0.089

Aşağıda Tablo 4.2.'de Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 50 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.2. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=50		K	n	B	G/B	BO	p
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=1$	P(Y)	30.4280,39.4458	25	24.50	1.02	0.703352	1.000
	P(Z)		27	26.46	1.02	0.788523	0.467
	P(YZ)	30.7562,39.2179	16	15.68	1.02	0.390447	0.889
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=5$	P(Y)	30.4280,39.4458	27	24.50	1.10	3.721282	0.253
		31.8000,39.4137	11	9.98	1.10	1.202613	0.997
	P(Z)		27	24.50	1.10	3.721282	0.044
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=10$	P(Y)	30.4280,39.4458	18	16.33	1.10	2.152865	0.230
		30.4280,39.4458	29	24.08	1.20	7.754239	0.003
		31.8000,39.4137	11	9.14	1.20	2.286140	0.734
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=11$	P(Z)		27	22.42	1.20	6.974900	0.003
	P(YZ)	30.5564,39.3059	19	15.78	1.20	4.356258	0.070
	P(Y)	30.4280,39.4458	30	24.50	1.22	8.869898	0.001
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=12$		31.8000,39.4137	11	8.98	1.22	2.490559	0.692
	P(Z)		27	22.05	1.22	7.579664	0.002
	P(YZ)	30.5564,39.3059	19	15.52	1.22	4.740946	0.051
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=13$	P(Y)	30.4280,39.4458	30	24.10	1.24	9.554848	7E-4
		31.8000,39.4137	11	8.84	1.24	2.691235	0.613
	P(Z)		27	21.69	1.24	8.170787	0.001
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=14$	P(YZ)	30.5564,39.3059	19	15.26	1.24	5.117909	0.033
		31.8000,39.4137	8	6.43	1.24	1.895094	0.997
	P(Y)	30.4280,39.4458	31	24.50	1.27	10.756226	2E-4
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=15$		31.8000,39.4137	11	8.69	1.27	2.888304	0.535
	P(Z)		27	21.34	1.27	8.748889	0.001
	P(YZ)	30.3311,39.2605	20	15.81	1.27	5.852592	0.024
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=16$		31.8000,39.4137	8	6.32	1.27	2.034453	0.995
	P(Y)	30.4280,39.4458	31	24.11	1.29	11.441436	1E-4
		31.8000,39.4137	11	8.56	1.29	3.081894	0.455
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=17$	P(Z)		27	21.00	1.29	9.314545	0.001
	P(YZ)	30.3311,39.2605	20	15.56	1.29	6.238267	0.019
		31.8000,39.4137	8	6.22	1.29	2.171423	0.989
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=18$	P(Y)	30.4280,39.4458	32	24.50	1.31	12.730401	2.1E-5
		31.8000,39.4137	11	8.42	1.31	3.272125	0.423
	P(Z)		27	20.67	1.31	9.868294	0.001
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=19$	P(YZ)	30.3311,39.2605	20	15.31	1.31	6.616558	0.011
		31.8000,39.4137	8	6.13	1.31	2.306083	0.987

Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 50 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. İlk 49 yerleşim yerinde 1 hasta 50. yerleşim yerinde ise hastalığın görüldüğü 5 olgu ilave edildiğinde zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 10 olduğunda yersel kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.3.'te Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer artırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.3. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=100		K	n	B	G/B	BO	p
$n_k=99$ $n_{k+}=1$	P(Y)	31.5614, 39.4260	50	49.50	1.01	0.698198	1.000
	P(Z)		55	54.45	1.01	0.804685	0.446
	P(YZ)	31.5668, 39.8499	31	30.69	1.01	0.373329	0.738
$n_k=99$ $n_{k+}=5$	P(Y)	31.5614, 39.4260	52	49.50	1.05	3.592052	0.303
		30.7836, 39.3665	31	29.51	1.05	1.822773	0.934
	P(Z)		55	52.36	1.05	3.904938	0.026
$n_k=99$ $n_{k+}=6$	P(Y)	31.5614, 39.4260	52	49.03	1.06	4.280437	0.178
		30.7836, 39.3665	31	29.23	1.06	2.174679	0.866
	P(Z)		55	51.86	1.06	4.652165	0.010
$n_k=99$ $n_{k+}=7$	P(Y)	31.5614, 39.4260	53	49.50	1.07	5.099712	0.094
		30.7836, 39.3665	31	28.95	1.07	2.522594	0.770
	P(Z)		55	51.37	1.07	5.388915	0.006
$n_k=99$ $n_{k+}=8$	P(Y)	31.5614, 39.4260	53	49.04	1.08	5.788186	0.057
		30.7836, 39.3665	31	28.68	1.08	2.866610	0.676
	P(Z)		55	50.89	1.08	6.115491	0.005
$n_k=99$ $n_{k+}=9$	P(Y)	31.5614, 39.4260	54	49.50	1.09	6.647981	0.025
		30.7836, 39.3665	31	28.42	1.09	3.206814	0.568
	P(Z)		55	50.42	1.09	6.832180	0.004
$n_k=99$ $n_{k+}=10$	P(Y)	31.5614, 39.4260	54	49.05	1.10	7.336541	0.007
		30.7836, 39.3665	31	28.16	1.10	3.543289	0.448
	P(Z)		55	49.95	1.10	7.539259	0.003
$n_k=99$ $n_{k+}=11$	P(Y)	31.5614, 39.4260	55	49.50	1.11	8.236994	0.004
		30.3876, 39.3387	30	27.00	1.11	3.727193	0.455
	P(Z)		55	49.50	1.11	8.236994	0.002
$n_k=99$ $n_{k+}=12$	P(Y)	31.5967, 39.5979	33	29.70	1.11	4.180171	0.066
	P(Y)	31.5614, 39.4260	55	49.05	1.12	8.925636	0.001
		30.3876, 39.3387	30	26.76	1.12	4.043954	0.334
$n_k=99$ $n_{k+}=13$	P(Z)		55	49.05	1.12	8.925636	0.001
	P(YZ)	31.5967, 39.5979	33	29.43	1.12	4.534912	0.065
	P(Y)	31.5614, 39.4260	56	49.50	1.13	9.866919	0.001
$n_k=99$ $n_{k+}=14$		30.3876, 39.3387	30	26.52	1.13	4.357379	0.262
	P(Z)		55	48.62	1.13	9.605430	0.001
	P(YZ)	31.5967, 39.5979	33	29.17	1.13	4.885841	0.056
$n_k=99$ $n_{k+}=15$	P(Y)	31.5614, 39.4260	56	49.06	1.14	10.555641	5E-4
		30.3876, 39.3387	30	26.28	1.14	4.667537	0.241
	P(Z)		55	48.19	1.14	10.276608	0.001
$n_k=99$ $n_{k+}=16$	P(YZ)	31.5967, 39.5979	33	28.91	1.14	5.233041	0.050
	P(Y)	31.5614, 39.4260	57	49.50	1.15	11.537960	2E-4
		30.7836, 39.3665	31	26.92	1.15	5.172511	0.162
$n_k=99$ $n_{k+}=17$	P(Z)		55	47.76	1.15	10.939393	0.001
	P(YZ)	31.4598, 39.5687	34	29.53	1.15	5.782800	0.025
	P(Y)	31.5614, 39.4260	59	49.08	1.20	15.693335	5E-6
$n_k=99$ $n_{k+}=18$		30.7836, 39.3665	31	25.79	1.20	6.719715	0.043
	P(Z)		55	45.76	1.20	14.134657	0.001
	P(YZ)	31.4598, 39.5687	35	29.12	1.20	7.778737	0.006

Bernoulli Dağılım modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. İlk 99 yerleşim yerinde 1 hasta 100. yerleşim yerinde hastalığın görüldüğü 5 olgu ilave edildiğinde zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 9 olduğunda yersel kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 15 olduğunda yersel-zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 14 olduğunda tüm analizlerde önemli kümelenme olduğu görülmüştür.

Aşağıda Tablo 4.4.'te Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer artırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Aşağıda verilen Tablo 4.4.'te bulgular incelendiğinde, Bernoulli dağılım modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. İlk 99 yerleşim yerinde 1 hasta 100. yerleşim yerinde hastalığın görüldüğü 5 olgu ilave edildiğinde zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 8 olduğunda yersel kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 12 olduğunda yersel-zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 12 olduğunda tüm analizlerde önemli kümelenme olduğu görülmüştür.

Tablo 4.4. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelermeleri

n=100		K	n	B	G/B	BO	p
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=1$	P(Y)	30.6269,39.8480	50	49.50	1.01	0.698198	1.000
	P(Z)		55	54.45	1.01	0.804685	0.446
	P(YZ)	30.7779,39.7365	34	33.66	1.01	0.418113	0.651
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=5$	P(Y)	30.6269,39.8480	52	49.50	1.05	3.592052	0.265
		31.6313,39.9271	33	31.41	1.05	1.966730	0.908
	P(Z)		55	52.36	1.05	3.904938	0.026
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=6$	P(YZ)	30.7779,39.7365	34	32.37	1.05	2.040294	0.276
	P(Y)	30.6269,39.8480	52	49.03	1.06	4.280437	0.166
		31.6313,39.9271	33	31.11	1.06	2.346224	0.800
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=7$	P(Z)		55	51.86	1.06	4.652165	0.010
	P(YZ)	30.7779,39.7365	34	32.06	1.06	2.433873	0.170
	P(Y)	30.6269,39.8480	53	49.50	1.07	5.099712	0.084
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=8$		31.6313,39.9271	33	30.82	1.07	2.721353	0.678
	P(Z)		55	51.37	1.07	5.388915	0.006
	P(YZ)	30.7779,39.7365	34	31.75	1.07	2.822891	0.053
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=9$	P(Y)	30.6269, 39.848	53	49.04	1.08	5.788186	0.046
		31.6313, 9.9271	33	30.53	1.08	3.092216	0.550
	P(Z)		55	50.89	1.08	6.115491	0.005
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=10$	P(YZ)	30.7779,39.7365	34	31.46	1.08	3.207453	0.085
	P(Y)	30.6269,39.8480	54	49.50	1.09	6.647981	0.022
		31.6313,39.9271	33	30.25	1.09	3.458912	0.467
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=11$	P(Z)		55	50.42	1.09	6.832180	0.004
	P(YZ)	31.2406,39.8771	35	32.08	1.09	3.718285	0.057
	P(Y)	30.6269,39.8480	54	49.05	1.10	7.336541	0.017
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=12$		31.6313,39.9271	33	29.97	1.10	3.821533	0.367
	P(Z)		55	49.95	1.10	7.539259	0.003
	P(YZ)	31.2406,39.8771	35	31.79	1.10	4.107754	0.087
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=13$	P(Y)	30.6269,39.8480	55	49.50	1.11	8.236994	0.004
		31.6081,39.7883	32	28.80	1.11	4.027092	0.338
	P(Z)		55	49.50	1.11	8.236994	0.002
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=14$	P(YZ)	31.2898,39.8139	36	32.40	1.11	4.652646	0.065
	P(Y)	30.6269,39.8480	55	49.05	1.12	8.925636	0.001
		31.6081,39.7883	32	28.54	1.12	4.369012	0.273
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=15$	P(Z)		55	49.05	1.12	8.925636	0.001
	P(YZ)	31.2898,39.8139	36	32.11	1.12	5.046866	0.044
	P(Y)	30.6269,39.8480	56	49.50	1.13	9.866919	0.001
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=16$		31.6081,39.7883	32	28.29	1.13	4.707283	0.221
	P(Z)		55	48.62	1.13	9.605430	0.001
	P(YZ)	31.2898,39.8139	37	32.71	1.13	5.625732	0.020
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=17$	P(Y)	30.6269,39.8480	56	49.06	1.14	10.555641	5E-4
		31.6081,39.7883	32	28.04	1.14	5.041982	0.147
	P(Z)		55	48.19	1.14	10.276608	0.001
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=18$	P(YZ)	31.2898,39.8139	37	32.42	1.14	6.024556	0.012
	P(Y)	30.6269,39.8480	57	49.50	1.15	11.537960	1E-4
		31.6081,39.7883	29	25.18	1.15	4.779068	0.210
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=19$	P(Z)		55	47.76	1.15	10.939393	0.001
	P(YZ)	31.2987,39.9761	38	33.00	1.15	6.637330	0.007
	P(Y)	30.6269,39.8480	59	49.08	1.20	15.693335	9E-6
$n_{k-}=99$ $n_{k+}=20$		31.6874,39.8957	28	23.29	1.20	5.960887	0.098
	P(Z)		55	45.76	1.20	14.134657	0.001
	P(YZ)	31.2987,39.9761	38	31.61	1.20	8.611755	0.002

Aşağıda Tablo 4.5.'te Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.5. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel–Zamansal Kümelenmeleri

n=250		K	n	B	G/B	BO	p
n_{k-}=249 n_{k+}=1	P(Y)	31.0503,39.4860	125	124.50	1.00	0.695155	0.995
	P(Z)		115	114.54	1.00	0.617896	0.670
	P(YZ)	30.4774,39.5877	70	69.72	1.00	0.329284	0.810
n_{k-}=249 n_{k+}=7	P(Y)	31.0503,39.4860	128	124.50	1.03	4.950437	0.110
		31.9565,39.3474	89	86.57	1.03	3.042498	0.580
	P(Z)		115	111.86	1.03	4.255043	0.047
	P(YZ)	30.6583,39.5949	71	69.06	1.03	2.311299	0.413
n_{k-}=249 n_{k+}=8	P(Y)	31.0503,39.4860	128	124.02	1.03	5.641638	0.068
		31.9565,39.3474	89	86.23	1.03	3.468644	0.481
	P(Z)		115	111.42	1.03	4.849874	0.027
	P(YZ)	30.6583,39.5949	71	68.79	1.03	2.635373	0.370
n_{k-}=249 n_{k+}=9	P(Y)	31.0503,39.4860	129	124.50	1.04	6.401011	0.042
		31.9565,39.3474	89	85.90	1.04	3.892729	0.367
	P(Z)		115	110.99	1.04	5.441553	0.013
	P(YZ)	30.8530,39.1377	72	69.49	1.04	3.007423	0.298
n_{k-}=249 n_{k+}=10	P(Y)	31.0503,39.4860	129	124.02	1.04	7.092227	0.031
		31.9565,39.3474	89	85.56	1.04	4.314773	0.274
	P(Z)		115	110.56	1.04	6.030115	0.008
	P(YZ)	30.8530,39.1377	72	69.22	1.04	3.333888	0.254
n_{k-}=249 n_{k+}=11	P(Y)	31.0503,39.4860	130	124.50	1.04	7.867670	0.012
		31.9565,39.3474	89	85.23	1.04	4.734795	0.228
	P(Z)		115	110.13	1.04	6.615593	0.004
	P(YZ)	30.8530,39.1377	72	68.95	1.04	3.658866	0.227
n_{k-}=249 n_{k+}=12	P(Y)	31.0503,39.4860	130	124.02	1.05	8.558901	0.005
		31.9565,39.3474	89	84.91	1.05	5.152816	0.167
	P(Z)		115	109.71	1.05	7.198022	0.003
	P(YZ)	30.8530,39.1377	72	68.69	1.05	3.982372	0.222
n_{k-}=249 n_{k+}=13	P(Y)	31.0503,39.4860	131	124.50	1.05	9.350425	0.002
		31.9565,39.3474	89	84.58	1.05	5.568853	0.135
	P(Z)		115	109.29	1.05	7.777432	0.002
	P(YZ)	30.8856,39.6176	73	69.38	1.05	4.375486	0.170
n_{k-}=249 n_{k+}=14	P(Y)	31.0503,39.4860	131	124.03	1.06	10.041671	0.002
		31.9565,39.3474	89	84.26	1.06	5.982928	0.112
	P(Z)		115	108.88	1.06	8.353856	0.001
	P(YZ)	30.8856,39.6176	73	69.11	1.06	4.701349	0.142
n_{k-}=249 n_{k+}=15	P(Y)	31.0503,39.4860	132	124.50	1.06	10.849289	9.4E-4
		31.9565,39.3474	89	83.94	1.06	6.395057	0.067
	P(Z)		115	108.47	1.06	8.927326	0.001
	P(YZ)	30.8856,39.6176	74	69.80	1.06	5.107764	0.126
n_{k-}=249 n_{k+}=20	P(Y)	31.0503,39.4860	134	124.04	1.08	14.586690	3.1E-5
		31.9565,39.3474	89	82.38	1.08	8.427167	0.013
	P(Z)		115	106.45	1.08	11.751422	0.001
	P(YZ)	30.8530,39.1377	75	69.42	1.08	6.842729	0.050

Bernoulli dağılım modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. İlk 99 yerleşim yerinde 1 hasta 250. yerleşim yerinde hastalığın görüldüğü 7 olgu ilave edildiğinde zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 9 olduğunda yersel kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 20 olduğunda tüm analizlerde önemli kümelenme olduğu görülmüştür.

Aşağıda Tablo 4.6.'da Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Aşağıda verilen Tablo 4.6. incelendiğinde, Bernoulli dağılım modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. İlk 249 yerleşim yerinde 1 hasta 250. yerleşim yerinde hastalığın görüldüğü 7 olgu ilave edildiğinde zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 9 olduğunda yersel kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Hastalığın görülme sayısı 20 olduğunda tüm analizlerde önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.7.'de Bernoulli dağılım modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.6. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=250		K	n	B	G/B	BO	p
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=1$	P(Y)	31.3241,39.4312	125	124.50	1.00	0.695155	1.000
	P(Z)		115	114.54	1.00	0.617896	0.670
	P(YZ)	31.6103,39.9429	71	70.72	1.00	0.334871	0.700
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=7$	P(Y)	31.3241,39.4312	128	124.50	1.03	4.950437	0.129
		30.3944,39.8637	77	74.89	1.03	2.546645	0.800
	P(Z)		115	111.86	1.03	4.255043	0.047
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=8$	P(YZ)	31.4075,39.6139	72	70.03	1.03	2.349978	0.463
	P(Y)	31.3241,39.4312	128	124.02	1.03	5.641638	0.084
		30.3944,39.8637	77	74.60	1.03	2.903599	0.706
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=9$	P(Z)		115	111.42	1.03	4.849874	0.027
	P(YZ)	31.4075,39.6139	72	69.76	1.03	2.679458	0.391
	P(Y)	31.3241,39.4312	129	124.50	1.04	6.401011	0.038
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=10$		30.4635,39.9953	48	46.33	1.04	1.889507	0.998
	P(Z)		115	110.99	1.04	5.441553	0.013
	P(YZ)	31.4075,39.6139	73	70.45	1.04	3.057157	0.228
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=11$	P(Y)	31.3241,39.4312	129	124.02	1.04	7.092227	0.024
		30.4635,39.9953	48	46.15	1.04	2.094917	0.984
	P(Z)		115	110.56	1.04	6.030115	0.008
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=12$	P(YZ)	31.4075,39.6139	73	70.18	1.04	3.388999	0.246
	P(Y)	31.3241,39.4312	130	124.50	1.04	7.867670	0.014
		30.4635,39.9953	48	45.97	1.04	2.299449	0.979
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=13$	P(Z)		115	110.13	1.04	6.615593	0.004
	P(YZ)	31.4075,39.6139	74	70.87	1.04	3.780117	0.206
	P(Y)	31.3241,39.4312	130	124.02	1.05	8.558901	0.005
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=14$		30.4635,39.9953	48	45.79	1.05	2.503110	0.947
	P(Z)		115	109.71	1.05	7.198022	0.003
	P(YZ)	31.4075,39.6139	74	70.60	1.05	4.114289	0.156
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=15$	P(Y)	31.3241,39.4312	131	124.50	1.05	9.350425	0.002
		30.4635,39.9953	48	45.62	1.05	2.705908	0.928
	P(Z)		115	109.29	1.05	7.777432	0.002
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=16$	P(YZ)	31.4075,39.6139	75	71.28	1.05	4.518799	0.125
	P(Y)	31.3241,39.4312	131	124.03	1.06	10.041671	0.001
		30.4635,39.9953	48	45.44	1.06	2.907850	0.869
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=17$	P(Z)		115	108.88	1.06	8.353856	0.001
	P(YZ)	31.4075,39.6139	75	71.01	1.06	4.855272	0.105
	P(Y)	31.3241,39.4312	132	124.50	1.06	10.849289	7.5E-4
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=18$		30.4635,39.9953	48	45.27	1.06	3.108942	0.823
	P(Z)		115	108.47	1.06	8.927326	0.001
	P(YZ)	31.4075,39.6139	75	70.74	1.06	5.190228	0.099
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=19$	P(Y)	31.3241,39.4312	134	124.04	1.08	14.586690	2.5E-5
		30.4635,39.9953	48	44.43	1.08	4.101919	0.549
	P(Z)		115	106.45	1.08	11.751422	0.001
$n_{k+}=20$	P(YZ)	31.4075,39.6139	75	69.42	1.08	6.842729	0.034

Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. İlk 999 yerleşim yerinde 1 hasta 1000. yerleşim yerinde hastalığın görüldüğü 10 olgu ilave edildiğinde yersel ve zamansal kümelenmede önemli kümelenme olduğu görülmüştür.

Hastalığın görülme sayısı 20 olduğunda tüm analizlerde önemli kümelenme olduğu görülmüştür.

Tablo 4.7. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=1000		K	n	B	G/B	BO	p
n_k=999 n_{k+}=1	P(Y)	30.9728,39.4252	500	499.50	1.00	0.693648	0.994
	P(Z)		502	501.50	1.00	0.697660	0.744
	P(YZ)	31.1931,39.3448	266	265.73	1.00	0.309428	0.720
n_k=999 n_{k+}=10	P(Y)	30.9728,39.4252	504	499.00	1.01	6.971517	0.027
		31.5489,39.7641	211	208.91	1.01	2.359266	0.964
	P(Z)		502	497.02	1.01	6.931596	0.002
	P(YZ)	31.1931,39.3448	267	264.35	1.01	3.091629	0.188
n_k=999 n_{k+}=11	P(Y)	30.9728,39.4252	505	499.50	1.01	7.685181	0.021
		31.5444,39.7555	256	253.21	1.01	3.235958	0.736
	P(Z)		502	496.53	1.01	7.619310	0.001
n_k=999 n_{k+}=12	P(Y)	30.9728,39.4252	505	499.01	1.01	8.377833	0.005
		31.5444,39.7555	256	252.96	1.01	3.528103	0.662
	P(Z)		502	496.04	1.01	8.306045	0.001
	P(YZ)	31.1475,39.1929	267	263.83	1.01	3.705649	0.078
n_k=999 n_{k+}=13	P(Y)	30.9728,39.4252	506	499.50	1.01	9.095500	0.003
		31.5444,39.7555	256	252.71	1.01	3.819913	0.573
	P(Z)		502	495.55	1.01	8.991805	0.001
	P(YZ)	31.1475,39.1929	267	263.57	1.01	4.012126	0.071
n_k=999 n_{k+}=14	P(Y)	30.9728,39.4252	506	499.01	1.01	9.788154	0.002
		31.5444,39.7555	256	252.46	1.01	4.111388	0.488
	P(Z)		502	495.06	1.01	9.676592	0.001
	P(YZ)	31.1475,39.1929	267	263.31	1.01	4.318248	0.060
n_k=999 n_{k+}=15	P(Y)	30.9728,39.4252	507	499.50	1.02	10.509825	0.001
		31.5444,39.7555	256	252.21	1.02	4.402530	0.448
	P(Z)		502	494.57	1.02	10.360410	0.001
	P(YZ)	31.1475,39.1929	268	264.04	1.02	4.644316	0.064
n_k=999 n_{k+}=20	P(Y)	30.9728,39.4252	509	499.01	1.02	14.043145	9E-5
		31.5444,39.7555	256	250.98	1.02	5.853256	0.205
	P(Z)		502	492.15	1.02	13.765050	0.001
	P(YZ)	31.1475,39.1929	268	262.74	1.02	6.174568	0.032
n_k=999 n_{k+}=25	P(Y)	30.9728,39.4252	512	499.50	1.03	17.641525	5.7E-6
		31.5444,39.7555	256	249.75	1.03	7.295751	0.079
	P(Z)		502	489.74	1.03	17.145867	0.001
	P(YZ)	31.1879,39.2268	269	262.43	1.03	7.729714	0.023
n_k=999 n_{k+}=50	P(Y)	31.4218,39.2999	524	499.02	1.05	35.859066	3.7E-12
		30.9741,39.8029	192	182.85	1.05	10.384526	0.013
	P(Z)		502	478.07	1.05	33.704370	0.001
	P(YZ)	31.1494,39.3146	279	265.70	1.05	15.908799	7.2E-5

Aşağıda Tablo 4.8.'de Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.8. Bernoulli Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel –Zamansal Kümellemeleri

n=1000		K	n	B	G/B	BO	p
n_k=999 n_{k+}=1	P(Y)	30.6936,39.7577	500	499.50	1.00	0.693648	0.997
	P(Z)		502	501.50	1.00	0.697660	0.744
	P(YZ)	31.0988,39.9547	272	271.73	1.00	0.317641	0.749
n_k=999 n_{k+}=10	P(Y)	30.6936,39.7577	504	499.00	1.01	6.971517	0.042
		31.7641,39.3172	384	380.19	1.01	4.820345	0.213
	P(Z)		502	497.02	1.01	6.931596	0.002
n_k=999 n_{k+}=11	P(YZ)	31.0988,39.9547	274	271.28	1.01	3.187065	0.052
	P(Y)	30.6936,39.7577	505	499.50	1.01	7.685181	0.018
		31.5898,39.5139	407	402.57	1.01	5.714500	0.096
n_k=999 n_{k+}=12	P(Z)		502	496.53	1.01	7.619310	0.001
	P(YZ)	30.9389,39.7803	273	270.03	1.01	3.488676	0.025
	P(Y)	30.6936,39.7577	505	499.01	1.01	8.377833	0.012
n_k=999 n_{k+}=13		31.5898,39.5139	407	402.17	1.01	6.229955	0.072
	P(Z)		502	496.04	1.01	8.306045	0.001
	P(YZ)	30.9389,39.7803	273	269.76	1.01	3.803611	0.030
n_k=999 n_{k+}=14	P(Y)	30.6936,39.7577	506	499.50	1.01	9.095500	0.003
		31.5898,39.5139	407	401.77	1.01	6.744743	0.042
	P(Z)		502	495.55	1.01	8.991805	0.001
n_k=999 n_{k+}=15	P(YZ)	30.9389,39.7803	273	269.49	1.01	4.118179	0.021
	P(Y)	30.6936,39.7577	506	499.01	1.01	9.788154	0.002
		31.5898,39.5139	407	401.38	1.01	7.258866	0.030
n_k=999 n_{k+}=16	P(Z)		502	495.06	1.01	9.676592	0.001
	P(YZ)	30.9389,39.7803	273	269.23	1.01	4.432383	0.019
	P(Y)	30.6936,39.7577	507	499.50	1.02	10.509825	0.001
n_k=999 n_{k+}=17		31.5898,39.5139	407	400.98	1.02	7.772327	0.030
	P(Z)		502	494.57	1.02	10.360410	0.001
	P(YZ)	30.9389,39.7803	274	269.95	1.02	4.766687	0.017
n_k=999 n_{k+}=18	P(Y)	30.6936,39.7577	509	499.01	1.02	14.043145	1E-4
		31.6355,39.4022	402	394.11	1.02	10.164302	0.003
	P(Z)		502	492.15	1.02	13.765050	0.001
n_k=999 n_{k+}=19	P(YZ)	30.9389,39.7803	274	268.62	1.02	6.337180	0.053
	P(Y)	30.6936,39.7577	512	499.50	1.03	17.641525	3.5E-6
		31.6355,39.4022	402	392.19	1.03	12.664884	3.9E-4
n_k=999 n_{k+}=20	P(Z)		502	489.74	1.03	17.145867	0.001
	P(YZ)	30.9623,39.8514	276	269.26	1.03	7.966545	0.020
	P(Y)	30.6936,39.7577	524	499.02	1.05	35.859066	4.5E-12
n_k=999 n_{k+}=21		31.8546,39.2445	365	347.60	1.05	22.044444	1.5E-6
	P(Z)		502	478.07	1.05	33.704370	0.001
	P(YZ)	31.0988,39.9547	283	269.51	1.05	16.178080	8.1E-5

Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları her bir yerleşim yerinde eşit ve bir hasta olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümellemelerde önemli bir kümelmenin ve analizin duyarlı olmadığı görülmüştür. İlk 999 yerleşim yerinde 1 hasta 1000. yerleşim yerinde hastalığın görüldüğü 10 ve 11 olgu ilave edildiğinde zamansal kümelmede önemli kümelme olduğu ve analizin duyarlı olduğu görülmüştür.

4.2 Poisson Modülü Kullanılarak Elde Edilen Bulgular

Poisson Dağılım Modülünde kullanılan verilerde her bir yerleşim yerinde bir hasta görüldüğü varsayılarak analizler uygulanmıştır. Analiz sonuçlarının yer ve zamandan etkilenmelerini ortaya çıkarmak amacıyla tabloların ilk sütunlarında kullanılan koşullar verilmiştir. Koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri aşağıda Tablo 4.9.'da verilmiştir.

Tablo 4.9. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel–Zamansal Kümelenmeleri

n=50		K	n	B	G/B	BO	p
n_k=49 n_{k+}=2	P(Y)	31.2819,39.5926	2	1.24	1.62	0.204851	1.000
	P(Z)		7	5.31	1.32	0.274166	1.000
	P(YZ)	31.2819,39.5926	2	0.91	2.19	0.491726	1.000
n_k=48 n_{k+}=4	P(Y)	30.6381,39.7260	2	0.98	2.04	0.417560	1.000
	P(Z)		8	5.42	1.48	0.608088	0.980
	P(YZ)	30.6982,39.6004	5	2.50	2.00	1.033438	1.000
n_k=49 n_{k+}=6	P(Y)	31.2819,39.5926	6	1.33	4.50	4.570833	0.202
	P(Z)		9	5.17	1.74	1.311371	0.640
	P(YZ)	31.2819,39.5926	6	0.99	6.09	6.061766	0.217
n_k=48 n_{k+}=12	P(Y)	30.6381,39.7260	6	1.13	5.31	5.353947	0.102
		31.2819,39.5926	6	1.45	4.13	4.142030	0.256
	P(Z)		12	6.25	1.92	2.394252	0.347
	P(YZ)	30.6381,39.7260	6	0.83	7.25	6.948833	0.098
31.2819,39.5926		6	1.08	5.58	5.600805	0.270	
n_k=49 n_{k+}=7	P(Y)	31.2819,39.5926	7	1.36	5.16	6.145762	0.051
	P(Z)		10	5.26	1.90	1.910550	0.476
	P(YZ)	31.2819,39.5926	7	1.00	6.97	7.937710	0.038
n_k=48 n_{k+}=14	P(Y)	30.6381,39.7260	7	1.17	5.99	6.992324	0.027
		31.2819,39.5926	7	1.50	4.66	5.534378	0.078
	P(Z)		13	6.46	2.01	2.950979	0.150
	P(YZ)	30.6381,39.7260	7	0.85	8.19	8.894080	0.014
31.2819,39.5926		7	1.11	6.30	7.287735	0.068	
n_k=49 n_{k+}=8	P(Y)	31.2819,39.5926	8	1.38	5.79	7.846180	0.011
	P(Z)		11	5.36	2.05	2.592038	0.291
	P(YZ)	31.2819,39.5926	8	1.02	7.83	9.939142	0.008
n_k=48 n_{k+}=16	P(Y)	30.6381,39.7260	8	1.21	6.64	8.727703	0.005
		31.2819,39.5926	8	1.55	5.16	7.023728	0.028
	P(Z)		14	6.67	2.10	3.540589	0.086
	P(YZ)	30.6982,39.6004	8	0.88	9.07	10.936330	0.002
31.2819,39.5926		8	1.15	6.97	9.071668	0.013	
n_k=49 n_{k+}=10	P(Y)	31.2819,39.5926	10	1.43	7.00	11.556681	3.1E-4
	P(Z)		13	5.54	2.34	4.168182	0.060
	P(YZ)	31.2819,39.5926	10	1.06	9.46	14.251672	1.9E-4
n_k=48 n_{k+}=20	P(Y)	30.6381,39.7260	10	1.28	7.81	12.428084	1.4E-4
		31.2819,39.5926	10	1.65	6.07	10.232050	1.1E-3
	P(Z)		16	7.09	2.26	4.803478	0.035
	P(YZ)	30.6381,39.7260	10	0.94	10.67	15.250450	7.9E-5
31.2819,39.5926		10	1.22	8.20	12.869156	6.1E-4	

Poisson Dağılım Modülünde test edilen 50 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Normal dağılıma uygun olarak türetilen 50 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda yersel kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta bir yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve iki hasta bir yerleşim yerinde 10 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli kümelenmenin olduğu görülmüştür.

Aşağıda Tablo 4.10.'da Poisson Dağılım Modülünde test edilen 50 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.10. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 50 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=50		K	n	B	G/B	BO	p
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=2$	P(Y)	31.3804,39.6156	2	1.24	1.62	0.204851	1.000
	P(Z)		7	5.31	1.32	0.274166	1.000
	P(YZ)	30.7562,39.2179	6	3.97	1.51	0.494869	1.000
$n_{k_c}=48$ $n_{k_i}=4$	P(Y)	31.2243,39.5021	2	0.98	2.04	0.417560	1.000
	P(Z)		8	5.42	1.48	0.608088	0.980
	P(YZ)	30.7562,39.2179	7	4.04	1.73	0.978289	1.000
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=6$	P(Y)	31.3804,39.6156	6	1.33	4.50	4.570833	0.204
	P(Z)		9	5.17	1.74	1.311371	0.640
	P(YZ)	31.3804,39.6156	6	0.99	6.09	6.061766	0.188
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=12$	P(Y)	31.3969,39.4903	14	5.33	2.63	5.580136	0.075
	P(Z)		12	6.25	1.92	2.394252	0.347
	P(YZ)	31.2243,39.5021	6	0.83	7.25	6.948833	0.099
		31.3804,39.6156	6	1.08	5.58	5.600805	0.242
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=7$	P(Y)	31.3804,39.6156	7	1.36	5.16	6.145762	0.048
	P(Z)		10	5.26	1.90	1.910550	0.476
	P(YZ)	31.3804,39.6156	7	1.00	6.97	7.937710	0.051
$n_{k_c}=48$ $n_{k_i}=14$	P(Y)	31.3969,39.4903	16	5.51	2.91	7.615763	0.009
	P(Z)		13	6.46	2.01	2.950979	0.150
	P(YZ)	31.2243,39.5021	7	0.85	8.19	8.894080	0.016
		31.3804,39.6156	7	1.11	6.30	7.287735	0.077
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=8$	P(Y)	31.3804,39.6156	8	1.38	5.79	7.846180	0.007
	P(Z)		11	5.36	2.05	2.592038	0.291
	P(YZ)	31.3804,39.6156	8	1.02	7.83	9.939142	0.007
$n_{k_c}=48$ $n_{k_i}=16$	P(Y)	31.3969,39.4903	18	5.68	3.17	9.837518	0.001
	P(Z)		14	6.67	2.10	3.540589	0.086
	P(YZ)	31.2243,39.5021	8	0.88	9.07	10.936330	0.003
		31.3804,39.6156	8	1.15	6.97	9.071668	0.022
$n_{k_c}=49$ $n_{k_i}=10$	P(Y)	31.3804,39.6156	10	1.43	7.00	11.556681	2E-4
	P(Z)		13	5.54	2.34	4.168182	0.060
	P(YZ)	31.3804,39.6156	10	1.06	9.46	14.251672	2.5E-4
$n_{k_c}=48$ $n_{k_i}=20$	P(Y)	31.3969,39.4903	22	6.04	3.64	14.741090	8.6E-6
	P(Z)		16	90.7	2.26	4.803478	0.035
	P(YZ)	31.2243,39.5021	10	0.94	10.67	15.250450	6.5E-5
		31.3804,39.6156	10	1.22	8.20	12.869156	5.3E-4

Poisson Dağılım Modülünde test edilen 50 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Uniform dağılıma uygun olarak türetilen 50 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta bir yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda yersel kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda

yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 49 yerleşim yerinde eşit ve iki hasta bir yerleşim yerinde 10 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.11.'de Poisson Dağılım Modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer artırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.11. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel–Zamansal Kümelenmeleri

n=100		K	n	B	G/B	BO	p
$n_k=99$ $n_{k+}=2$	P(Y)	31.1057,39.6689	2	1.28	1.57	0.177432	1.000
	P(Z)		14	10.64	1.32	0.544925	0.940
	P(YZ)	31.4124,39.7079	8	5.26	1.52	0.651982	1.000
$n_k=98$ $n_{k+}=4$	P(Y)	31.2783,39.6218	2	0.96	2.09	0.435241	1.000
	P(Z)		15	10.75	1.40	0.849201	0.910
	P(YZ)	31.4124,39.7079	9	5.32	1.69	1.125682	1.000
$n_k=99$ $n_{k+}=6$	P(Y)	31.1057,39.6689	6	1.33	4.52	4.488393	0.267
	P(Z)		28	21.54	1.30	1.140819	0.750
	P(YZ)	31.1057,39.6689	6	1.18	5.07	5.032836	0.680
$n_k=98$ $n_{k+}=12$	P(Y)	31.2783,39.6218	6	1.03	5.81	5.701815	0.127
		31.1057,39.6689	6	1.39	4.32	4.264752	0.398
	P(Z)		33	22.57	1.46	2.757019	0.223
	P(YZ)	31.2131,39.6994	12	2.31	5.20	10.545461	0.019
$n_k=99$ $n_{k+}=7$	P(Y)	31.1057,39.6689	7	1.34	5.23	6.071841	0.080
	P(Z)		29	21.75	1.33	1.416001	0.720
	P(YZ)	31.1057,39.6689	7	1.20	5.85	6.729634	0.245
$n_k=98$ $n_{k+}=14$	P(Y)	31.2783,39.6218	7	1.05	6.65	7.479851	0.033
		31.1057,39.6689	7	1.42	4.95	5.749772	0.140
	P(Z)		35	22.98	1.52	3.558490	0.093
	P(YZ)	31.2131,39.6994	14	2.35	5.96	13.983625	9E-4
$n_k=99$ $n_{k+}=8$	P(Y)	31.1057,39.6689	8	1.35	5.92	7.789202	0.018
	P(Z)		30	21.95	1.37	1.716238	0.580
	P(YZ)	31.1057,39.6689	8	1.21	6.63	8.560346	0.070
$n_k=98$ $n_{k+}=16$	P(Y)	31.2783,39.6218	8	1.07	7.47	9.375042	0.005
		31.1057,39.6689	8	1.44	5.55	7.351946	0.035
	P(Z)		37	23.39	1.58	4.438594	0.044
	P(YZ)	31.2131,39.6994	16	2.39	6.69	17.672766	4.6E-5

Poisson Dağılım Modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 99 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 98 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Normal

dağılıma uygun olarak türetilen 100 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 98 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda yersel ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 98 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 8 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.12.'de Poisson Dağılım Modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.12. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 100 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel–Zamansal Kümelenmeleri

n=100		K	n	B	G/B	BO	p
n_{k-}=99 n_{k+}=2	P(Y)	31.7376,39.4331	3	2.00	1.50	0.224023	1.000
	P(Z)		14	10.64	1.32	0.544925	0.940
	P(YZ)	30.8441,39.9171	9	6.02	1.49	0.685295	1.000
n_{k-}=98 n_{k+}=4	P(Y)	31.7376,39.4331	6	3.95	1.52	0.481061	1.000
	P(Z)		15	10.75	1.40	0.849201	0.910
	P(YZ)	31.2898,39.8139	11	6.94	1.59	1.095644	1.000
n_{k-}=99 n_{k+}=6	P(Y)	31.7376,39.4331	6	1.33	4.52	4.488393	0.350
	P(Z)		28	21.54	1.30	1.140819	0.750
	P(YZ)	31.7376,39.4331	6	1.18	5.07	5.032836	0.660
n_{k-}=98 n_{k+}=12	P(Y)	31.7376,39.4331	14	4.26	3.29	7.386313	0.030
	P(Z)		33	22.57	1.46	2.757019	0.223
	P(YZ)	31.6350,39.5282	12	2.42	4.96	10.067907	0.017
n_{k-}=99 n_{k+}=7	P(Y)	31.7376,39.4331	7	1.34	5.23	6.071841	0.107
	P(Z)		29	21.75	1.33	1.416001	0.720
	P(YZ)	31.7376,39.4331	7	1.20	5.85	6.729634	0.229
n_{k-}=98 n_{k+}=14	P(Y)	31.7376,39.4331	16	4.33	3.69	9.885551	0.004
	P(Z)		35	22.98	1.52	3.558490	0.093
	P(YZ)	31.6332,39.4288	14	2.47	5.68	13.409085	9.7E-4
n_{k-}=99 n_{k+}=8	P(Y)	31.7376,39.4331	8	1.35	5.92	7.789202	0.022
	P(Z)		30	21.95	1.37	1.716238	0.580
	P(YZ)	31.7376,39.4331	8	1.21	6.63	8.560346	0.063
n_{k-}=98 n_{k+}=16	P(Y)	31.7376,39.4331	18	4.41	4.08	12.599728	4.8E-4
	P(Z)		37	23.39	1.58	4.438594	0.044
	P(YZ)	31.6350,39.5282	16	2.51	6.38	17.001241	7.2E-5
n_{k-}=99 n_{k+}=9	P(Y)	31.7376,39.4331	9	1.36	6.60	9.622544	0.004
	P(Z)		31	22.16	1.40	2.040468	0.431
	P(YZ)	31.7376,39.4331	9	1.22	7.39	10.507039	0.013
n_{k-}=98 n_{k+}=18	P(Y)	31.7376,39.4331	20	4.49	4.45	15.501498	2.2E-5
	P(Z)		39	23.80	1.64	5.391768	0.013
	P(YZ)	31.6332,39.4288	18	2.55	7.05	20.808963	2.8E-6

Poisson Dağılım Modülünde test edilen 100 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 99 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu

olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 98 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Uniform dağılıma uygun olarak türetilen 100 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 98 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 6 olgu olduğunda yersel kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 98 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 98 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 9 olgu olduğunda tüm kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.13.'de Poisson Dağılım Modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Aşağıda verilen Tablo 4.13.'deki bulgular incelendiğinde, Poisson Dağılım Modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 249 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 248 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Normal dağılıma uygun olarak türetilen 250 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 248 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda yersel ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 249 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta bir yerleşim yerinde 17 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.14.'de Poisson Dağılım Modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer arttırılarak), koordinat değerleri Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.13. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=250		K	n	B	G/B	BO	p
$n_{k_c}=249$ $n_{k_t}=2$	P(Y)	31.3796,39.5187	2	0.97	2.07	0.422313	1.000
	P(Z)		23	20.56	1.12	0.152671	1.000
	P(YZ)	31.3796,39.5187	2	0.72	2.79	0.774095	1.000
$n_{k_c}=248$ $n_{k_t}=4$	P(Y)	31.0503,39.4860	2	0.76	2.65	0.705968	1.000
	P(Z)		24	21.03	1.14	0.219198	0.980
	P(YZ)	31.0503,39.4860	2	0.55	3.62	1.128621	1.000
$n_{k_c}=249$ $n_{k_t}=6$	P(Y)	31.3796,39.5187	6	0.98	6.11	5.888205	0.225
	P(Z)		29	23.73	1.22	0.605689	0.960
	P(YZ)	31.3796,39.5187	6	0.73	8.25	7.444046	0.303
$n_{k_c}=248$ $n_{k_t}=12$	P(Y)	31.0503,39.4860	6	0.78	7.70	7.079110	0.104
		31.3796,39.5187	6	1.00	5.99	5.789623	0.282
	P(Z)		28	21.70	1.29	0.920758	0.930
	P(YZ)	31.0503,39.4860	6	0.57	10.52	8.746550	0.195
		31.3796,39.5187	6	0.74	8.09	7.340438	0.457
$n_{k_c}=249$ $n_{k_t}=7$	P(Y)	31.3796,39.5187	7	0.99	7.10	7.774584	0.056
	P(Z)		30	23.83	1.26	0.821172	0.910
	P(YZ)	31.3796,39.5187	7	0.73	9.59	9.631439	0.092
$n_{k_c}=248$ $n_{k_t}=14$	P(Y)	31.0503,39.4860	7	0.79	8.91	9.173263	0.020
		31.3796,39.5187	7	1.01	6.93	7.633348	0.075
	P(Z)		29	21.87	1.33	1.160952	0.890
	P(YZ)	31.0503,39.4860	7	0.57	12.18	11.151900	0.023
		31.3796,39.5187	7	0.75	9.37	9.484173	0.097
$n_{k_c}=249$ $n_{k_t}=8$	P(Y)	31.3796,39.5187	8	0.99	8.08	9.800404	0.014
	P(Z)		31	23.92	1.30	1.066089	0.820
	P(YZ)	31.3796,39.5187	8	0.73	10.92	11.958274	0.010
$n_{k_c}=248$ $n_{k_t}=16$	P(Y)	31.0503,39.4860	8	0.79	10.11	11.399417	0.001
		31.3796,39.5187	8	1.02	7.86	9.609076	0.010
	P(Z)		30	22.03	1.36	1.424660	0.740
	P(YZ)	31.0503,39.4860	8	0.58	13.81	13.689251	0.003
		31.3796,39.5187	8	0.75	10.63	11.759910	0.013
$n_{k_c}=249$ $n_{k_t}=9$	P(Y)	31.3796,39.5187	9	0.99	9.05	11.947660	0.001
	P(Z)		32	24.01	1.33	1.339378	0.720
	P(YZ)	31.3796,39.5187	9	0.74	12.23	14.406545	0.001
$n_{k_c}=248$ $n_{k_t}=18$	P(Y)	31.0503,39.4860	9	0.80	11.29	13.739654	2.4E-4
		31.3796,39.5187	9	1.03	8.78	11.698885	0.001
	P(Z)		31	22.20	1.40	1.710830	0.446
	P(YZ)	31.0503,39.4860	9	0.58	15.42	16.340685	4.4E-4
		31.3796,39.5187	9	0.76	11.86	14.149729	0.002
$n_{k_c}=249$ $n_{k_t}=17$	P(Y)	31.3796,39.5187	17	1.03	16.59	32.261113	1.3 E-11
	P(Z)		40	24.76	1.62	4.439464	0.040
	P(YZ)	31.3796,39.5187	17	0.76	22.41	37.128114	2.9 E-11
$n_{k_c}=248$ $n_{k_t}=34$	P(Y)	31.0503,39.4860	17	0.85	20.11	35.341932	1.4 E-12
		31.3796,39.5187	17	1.09	15.64	31.297744	4.9 E-11
	P(Z)		39	23.54	1.66	4.703594	0.033
	P(YZ)	31.0503,39.486	17	0.62	27.48	40.432536	6.9 E-13
		31.3796,39.5187	17	0.80	21.14	36.148665	2.4 E-11

Tablo 4.14. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 250 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümellemeleri

n=250		K	n	B	G/B	BO	p
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=2$	P(Y)	30.9131,39.8989	4	2.33	1.71	0.493989	1.000
	P(Z)		23	20.56	1.12	0.152671	1.000
	P(YZ)	30.8248,39.9131	2	0.72	2.79	0.774095	1.000
$n_{k-}=248$ $n_{k+}=4$	P(Y)	31.3241,39.4312	2	0.76	2.65	0.705968	1.000
	P(Z)		24	21.03	1.14	0.219198	0.980
	P(YZ)	31.3241,39.4312	2	0.55	3.62	1.128621	1.000
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=7$	P(Y)	30.9131,39.8989	7	0.99	7.10	7.774584	0.058
	P(Z)		30	23.83	1.26	0.821172	0.910
	P(YZ)	30.9131,39.8989	7	0.73	9.59	9.631439	0.093
$n_{k-}=248$ $n_{k+}=14$	P(Y)	31.3241,39.4312	7	0.79	8.91	9.173263	0.022
		30.9131,39.8989	7	1.01	6.93	7.633348	0.073
	P(Z)		29	21.87	1.33	1.160952	0.890
	P(YZ)	31.3241,39.4312	7	0.57	12.18	11.151900	0.021
		30.9131,39.8989	7	0.75	9.37	9.484173	0.094
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=8$	P(Y)	30.9131,39.8989	8	0.99	8.08	9.800404	0.016
	P(Z)		31	23.92	1.30	1.066089	0.820
	P(YZ)	30.9131,39.8989	8	0.73	10.92	11.958274	0.015
$n_{k-}=248$ $n_{k+}=16$	P(Y)	31.3241,39.4312	8	0.79	10.11	11.399417	0.002
		30.9131,39.8989	8	1.02	7.86	9.609076	0.013
	P(Z)		30	22.03	1.36	1.424660	0.740
	P(YZ)	31.3241,39.4312	8	0.58	13.81	13.689251	0.003
		30.9131,39.8989	8	0.75	10.63	11.759910	0.019
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=9$	P(Y)	30.9131,39.8989	9	0.99	9.05	11.947660	0.002
	P(Z)		32	24.01	1.33	1.339378	0.720
	P(YZ)	30.9131,39.8989	9	0.74	12.23	14.406545	0.002
$n_{k-}=248$ $n_{k+}=18$	P(Y)	31.3241,39.4312	9	0.80	11.29	13.739654	2.2E-4
		30.9131,39.8989	9	1.03	8.78	11.698885	0.001
	P(Z)		31	22.20	1.40	1.710830	0.446
	P(YZ)	31.3241,39.4312	9	0.58	15.42	16.340685	3.7E-4
30.9131,39.8989		9	0.76	11.86	14.149729	0.002	
$n_{k-}=249$ $n_{k+}=17$	P(Y)	31.3241,39.4312	17	0.85	20.11	35.341932	1.4 E-12
		30.9131,39.8989	17	1.09	15.64	31.297744	5.1 E-11
	P(Z)		39	23.54	1.66	4.703594	0.033
	P(YZ)	31.3241,39.4312	17	0.62	27.48	40.432536	7.7 E-13
		30.9131,39.8989	17	0.80	21.14	36.148665	2.6 E-11
$n_{k-}=248$ $n_{k+}=34$	P(Y)	31.3241,39.4312	17	0.85	20.11	35.341932	1.4E-12
		30.9131,39.8989	17	1.09	15.64	31.297744	5.1E-11
	P(Z)		39	23.54	1.66	4.703594	0.033
	P(YZ)	31.3241,39.4312	17	0.62	27.48	40.432536	7.7E-13
30.9131,39.8989		17	0.80	21.14	36.148665	2.6E-11	

Poisson Dağılım Modülünde test edilen 250 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 249 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelermelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 248 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelermelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Uniform dağılıma uygun olarak türetilen 250 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 248

yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 7 olgu olduğunda yersel ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 249 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta bir yerleşim yerinde 17 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.15.'de Poisson Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer artırılarak), koordinat değerleri Normal dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel–zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.15. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Normal Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel–Zamansal Kümelenmeleri

n=1000		K	n	B	G/B	BO	p
n_k =999 n_{k+} =2	P(Y)	31.2659,39.6416	2	0.97	2.07	0.421660	1.000
	P(Z)		261	250.18	1.04	0.309102	1.000
	P(YZ)	31.2659,39.6416	2	0.74	2.70	0.730075	1.000
n_k =998 n_{k+} =4	P(Y)	31.3557,39.4017	2	0.76	2.64	0.700796	1.000
	P(Z)		262	250.43	1.05	0.352862	1.000
	P(YZ)	31.3688,39.4185	2	0.55	3.61	1.122172	1.000
n_k =999 n_{k+} =8	P(Y)	31.2659,39.6416	8	0.97	8.23	9.858459	0.031
	P(Z)		105	93.85	1.12	0.705838	0.930
	P(YZ)	31.2539,39.6470	8	0.74	10.75	11.771694	0.073
n_k =998 n_{k+} =16	P(Y)	31.3557,39.4017	8	0.77	10.44	11.559062	0.006
		31.2659,39.6416	8	0.98	8.17	9.809581	0.037
	P(Z)		191	171.64	1.11	1.277769	0.740
	P(YZ)	31.3557,39.4017	8	0.56	14.27	13.851236	0.012
n_k =999 n_{k+} =9		31.2659,39.6416	8	0.75	10.68	11.721229	0.085
	P(Y)	31.2659,39.6416	9	0.97	9.25	12.025727	0.010
	P(Z)		106	93.94	1.13	0.822344	0.910
	P(YZ)	31.2659,39.6416	9	0.74	12.09	14.206432	0.010
n_k =998 n_{k+} =18	P(Y)	31.3557,39.4017	9	0.77	11.72	13.956355	0.001
		31.2659,39.6416	9	0.98	9.18	11.961988	0.006
	P(Z)		193	171.97	1.12	1.500033	0.560
	P(YZ)	31.3557,39.4017	9	0.56	16.02	16.560328	0.001
n_k =999 n_{k+} =20		31.2659,39.6416	9	0.75	11.99	14.140880	0.013
	P(Y)	31.2659,39.6416	20	0.98	20.33	41.405656	1.3 E-13
	P(Z)		117	94.97	1.23	2.642677	0.248
	P(YZ)	31.2659,39.6416	20	0.75	26.57	46.528531	2.1 E-14
n_k =998 n_{k+} =40	P(Y)	31.3557,39.4017	20	0.78	25.50	45.738993	2.2 E-16
		31.2659,39.6416	20	1.00	19.96	41.050886	1.8 E-14
	P(Z)		215	175.70	1.22	5.009949	0.023
	P(YZ)	31.3557,39.4017	20	0.57	34.84	51.772760	3.3 E-16
	31.2659,39.6416	20	0.77	26.08	46.169453	3.1 E-14	

Poisson Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 999 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir

kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 998 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Normal dağılıma uygun olarak türetilen 1000 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 999 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta bir yerleşim yerinde 8 olgu olduğunda yersel ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 998 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 20 olgu olduğunda zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Aşağıda Tablo 4.16.'da Poisson Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için (hastalık görülme sayıları birer artırılarak), koordinat değerleri Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri verilmiştir.

Tablo 4.16. Poisson Dağılım Modülünde Test Edilen 1000 Birimlik Veri Setleri için Koordinat Değerleri Uniform Dağılıma Uygun Olarak Türetilmiş Verilerin Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmeleri

n=1000		K	n	B	G/B	BO	p
n_k=999 n_{k+}=2	P(Y)	31.7971,39.9352	2	0.97	2.07	0.421660	1.000
	P(Z)		261	250.18	1.04	0.309102	1.000
	P(YZ)	31.7971,39.9352	2	0.74	2.70	0.730075	1.000
n_k=998 n_{k+}=4	P(Y)	30.6580,39.7396	6	3.45	1.74	0.770189	1.000
	P(Z)		262	250.43	1.05	0.352862	1.000
	P(YZ)	30.6936,39.7577	2	0.55	3.61	1.122172	1.000
n_k=999 n_{k+}=8	P(Y)	31.7971,39.9352	8	0.97	8.23	9.858459	0.035
	P(Z)		105	93.85	1.12	0.705838	0.930
	P(YZ)	31.7971,39.9352	8	0.74	10.75	11.771694	0.066
n_k=998 n_{k+}=16	P(Y)	30.6936,39.7577	8	0.77	10.44	11.559062	0.008
		31.7971,39.9352	8	0.98	8.17	9.809581	0.047
	P(Z)		191	171.64	1.11	1.277769	0.740
	P(YZ)	30.6936,39.7577	8	0.56	14.27	13.851236	0.013
31.7971,39.9352		8	0.75	10.68	11.721229	0.098	
n_k=999 n_{k+}=9	P(Y)	31.7971,39.9352	9	0.97	9.25	12.025727	0.004
	P(Z)		106	93.94	1.13	0.822344	0.910
	P(YZ)	31.8122,39.9360	9	0.74	12.09	14.206432	0.010
n_k=998 n_{k+}=18	P(Y)	30.6936,39.7577	9	0.77	11.72	13.956355	0.001
		31.7971,39.9352	9	0.98	9.18	11.961988	0.005
	P(Z)		193	171.97	1.12	1.500033	0.560
	P(YZ)	30.6936,39.7577	9	0.56	16.02	16.560328	0.001
31.7971,39.9352		9	0.75	11.99	14.140880	0.011	
n_k=999 n_{k+}=20	P(Y)	31.7971,39.9352	20	0.98	20.33	41.405656	8.9E-14
	P(Z)		117	94.97	1.23	2.642677	0.248
	P(YZ)	31.8122,39.936	20	0.75	26.57	46.528531	3.7E-14
n_k=998 n_{k+}=40	P(Y)	30.6936,39.7577	20	0.78	25.50	45.738993	2.2E-16
		31.7971,39.9352	20	1.00	19.96	41.050886	1.8E-14
	P(Z)		215	175.70	1.22	5.009949	0.023
	P(YZ)	30.6936,39.7577	20	0.57	34.84	51.772760	6.7E-16
31.7971,39.9352		20	0.77	26.08	46.169453	6E-14	

Poisson Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik veri setleri için hastalık görülme sayıları 999 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta, bir yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 998 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 2 olgu olduğunda yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olmadığı görülmüştür. Uniform dağılıma uygun olarak türetilen 1000 birimlik veri seti için hastalık görülme sayıları 999 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta bir yerleşim yerinde 8 olgu olduğunda yersel kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 998 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 8 olgu olduğunda yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür. Hastalık görülme sayıları 998 yerleşim yerinde eşit ve bir hasta iki yerleşim yerinde 20 olgu olduğunda yersel-zamansal kümelenmelerde önemli bir kümelenmenin olduğu görülmüştür.

Poisson Dağılım Modülünde kümelenmeler incelendiğinde önemli yersel ve yersel-zamansal kümelerde, kümelenen yerleşim yeri sayısını az sayıda olduğu, Zamansal kümelenmelerde ise çok sayıda kümelemenin olduğu fakat önemli olarak bulunmadığı görülmüştür. Bernoulli dağılım modülünde önemli kümelenmelerin görüldüğü yerleşim yeri sayısı incelendiğinde çok sayıda yerleşim yeri olduğu belirtilmiştir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Sağlık olayları (hastalık, ölüm, hastalık risk faktörlerinin yer (çevre) dağılımları vb.), birçok faktörden etkilenmektedir. Bir bölgede T zaman periyodunda gözlenen bir sağlık olayı o bölgede yer alan il, ilçe, köy gibi yerleşim yerlerinin coğrafik, demografik özellikleri, o yerde yaşayan bireylerin sosyal, kültürel ve ekonomik özelliklerine göre değişim göstermektedir.

Bir olaya ilişkin gözlemlerin gözlemlendiği yere/bölgeye ilişkin verilere yersel veri (spatial data), gözlemlerin olduğu zaman periyoduna ilişkin verilere ise zamansal veri/zaman serisi (temporal data, time series, panel data), gözlemlerin yer, zaman verilerinin birlikte verildiği veri setlerine ise yersel-zamansal verisi (spatio-temporal data) adı verilmektedir. A^2 alana sahip bir bölgede T zaman periyodunda gözlenen sağlık olaylarına ilişkin veriler bir yersel-zamansal veri setini oluştururlar (53).

Tarama istatistikleri yeryüzündeki coğrafi objelere ait yersel, zamansal ve yersel-zamansal verilerinin toplanması, saklanması, analiz edilmesi ve analizler sonucunda kullanıcıya mevcut sorunlarla ilgili alternatif çözüm yolları gösteren analiz yöntemleridir. Normal ve Uniform dağılıma uygun olarak türetilen farklı sayılardaki veri setleri için yersel, zamansal ve yersel-zamansal tarama istatistikleri, bir bölgede hastalıkların tedavi ve tedbir amaçlı kullanılır.

Yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümeleme yöntemleri bir olayın görüldüğü yer ve/veya zamana duyarlı analiz yöntemleridir. Olguların, yerleşim yeri (bölge, il, ilçe, köy, mahalle, hane) ve/veya olguların görüldüğü zamana göre kümelenmesini ortaya çıkarır. Yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümeleme yöntemleri, ayrıca prevalansı düşük sağlık olaylarında yerleşim ünitesi içi, yerleşim ünitesi dışı ve yerleşim üniteleri (komşu) arasındaki etkileşimleri de ortaya koyar.

Çalışmamızda Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Analizlerinin Bernoulli ve Poisson Dağılım Modüllerinde kullanmak üzere Hasta görülme zamanları, 2010 yılı için aylık olarak Uniform ve Normal dağılıma uygun olarak türetilmiştir. Ayrıca, Poisson Dağılım Modülünde kullanmak üzere nüfus yerleşim yerleri sayısı, Bernoulli Dağılım Modülünde kullanılmak üzere kontrol dosyası verileri türetilmiştir.

Ayrıca rasgeleliğin bozulup, hastalık görülme sayılarının koşullu olarak değerlendirilmesi amacıyla koşullu veriler oluşturulmuştur. Bu işlemler $n=50, 100, 250$ ve 1000 birimlik veri setleri için tekrarlanmıştır. Türetilmiş veriler, SatScan V9.1 programının Poisson ve Bernoulli Dağılım Modülünde değerlendirilmiştir.

Analiz sonuçları incelendiğinde çalışmada koşulsuz olarak türetilen tüm olguların rasgele ve sporadik olarak dağıldığı söylenebilir. Kümelenmeler hem Bernoulli, hem de Poisson Dağılım Modülünde görülmemektedir. Çalışmaya alınan bölgelerde olgu sayısı arttırıldığında önemli kümelenmeler ve hastalıklarda yoğunlaşmalar görülmüştür.

Normal ve Uniform dağılıma uygun olarak rasgele türetilen tüm veri setlerinde Bernoulli Dağılım Modülü ile yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, Tablo 4.1 ve 4.2’de hem Normal hem de Uniform dağılım gösteren veriler için rasgele dağılan 50 birimlik veri setlerinde yersel, zamansal ve yersel-zamansal önemli kümelenme görülmemektedir. Sadece bir yerleşim yerinde 5 olgu, diğer yerlerde ise birer olgu olduğu durumda önemli zamansal kümelenme görülmüştür. Bir yerleşim yerinde hastalığın görülme sayısı 10 ve daha fazla olduğunda analizlerin daha duyarlı olduğu ve önemli kümelenme olduğu görülmüştür. Benzer şekilde 100 birimlik veri setlerinde de, Tablo 4.3 ve 4.4’te bir yerleşim yerinde koşullu olarak 5 olgu ilave edildiğinde önemli zamansal kümelenme görülmüştür. Koşullu olarak 9’dan fazla olgu analizlere ilave edildiğinde önemli hem yersel hem de yersel-zamansal kümelenmeler görülmektedir. Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 250 birimlik koşullu veri setleri için Tablo 4.5 ve 4.6.’da, bir yerleşim yerinde 7 olgu, diğer yerleşim yerlerinde bir olgu olduğu durumda önemli zamansal kümelenmeler görülmüştür. Koşullu olgu sayısı 9 birim olduğunda önemli yersel kümelenmeler görülmüştür. Koşullu olgu sayısı 20 birim olduğunda önemli yersel-zamansal kümelenmeler görülmüştür. Bernoulli Dağılım Modülünde test edilen 1000 birimlik koşullu veri setleri için de Tablo 4.7. ve 4.8.’de benzer sonuçlar görülmüştür. Yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümeleme yöntemlerinin literatürleri incelendiğinde, günümüze kadar yapılan benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Normal ve Uniform dağılıma göre türetilen veri setlerinde görülen hastalık sayısı arttırıldığında, Bernoulli Dağılım Modülü zamansal kümelenmelere daha duyarlı olduğu, birim sayısının arttırılmasıyla yersel kümelenmelerin ve daha sonra yersel-

zamansal kümelenmelerin önemli olarak bulunduğu belirlenmiştir. Verilerin Normal ya da Uniform olarak türetilmesi, önemli kümelenmelerin bulunmasında belirgin bir farklılığa yol açmamaktadır. Bu konuda yapılmış benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Poisson Dağılım Modülü yersel, zamansal ve yersel-zamansal kümelenmeleri ortaya çıkarmak amacıyla kontrol dosyasına ihtiyaç olduğu için koşullu verileri oluştururken bir ve iki ayrı yerleşim yerinde koşullu veri oluşturulmuştur. Poisson modülü ile yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde, Normal ve Uniform dağılıma uygun olarak rasgele türetilen tüm veri setlerinde, Tablo 4.9. ve 4.10.'da hem Normal hem de Uniform dağılım gösteren veriler için rasgele dağılan 50 birimlik veri setlerinde, bir yerleşim yerinde 7 olgu diğer yerlerde ise birer olgu olduğu durumda ve iki yerleşim yerinde 7'şer olgu, diğer yerlerde ise birer olgu olduğu durumda önemli yersel kümelenme görülmüştür. Koşullu veri sayısı artırıldığında, önemli yersel-zamansal kümelenmeler görülürken zamansal kümelenmelerde önemli kümelenmelerin bulunabilmesi, koşullu veri sayısının 10 ve daha fazla sayıda olmasını gerektirmektedir. Türetilen 100 birimlik veri setlerinde de Tablo 4.11. ve 4.12.'de, bir yerleşim yerinde koşullu olarak bir kez ve iki kez 6 olgu ilave edildiğinde önemli yersel kümelenme görülmüştür. Koşullu olarak 7'den fazla olgu analizlere ilave edildiğinde, önemli hem yersel hem de yersel-zamansal kümelenmeler görülmektedir. Zamansal kümelenmelerde önemli kümelenmelerin bulunabilmesi, koşullu veri sayısının iki kez 9'ar ve daha fazla sayıda olmasını gerektirmektedir. Poisson modülünde test edilen 250 birimlik koşullu veri setleri için Tablo 4.13. ve 4.14.'de bir yerleşim yerinde iki kez 7'şer olgu, diğer yerleşim yerlerinde bir olgu olduğu durumda, önemli yersel ve yersel-zamansal kümelenmeler görülürken, önemli zamansal kümelenmeler için koşullu olgu sayısının 17 ve üstü olması gerekmektedir. Test edilen 1000 birimlik koşullu veri setleri için de Tablo 4.15. ve 4.16.'da benzer sonuçlar görülmüştür. Konu ile ilgili literatürler incelendiğinde, günümüze kadar yapılan benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Poisson dağılımında koşullu veri sayısı arttığında Normal ve Uniform dağılıma göre türetilen veri setlerinde ilk olarak yersel ve yersel-zamansal önemli kümelenmeler görülmüştür. Koşullu veri sayısının artırılmasıyla önemli zamansal kümelenmeler olduğu görülmüştür. Bernoulli Dağılım Modülünde olduğu gibi, verilerin Normal ya da

Uniform olarak türetilmesi, önemli kümelenmelerin bulunmasında belirgin bir farklılığa yol açmamaktadır. Bu konuda günümüze kadar yapılan benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmamızda Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Analizlerinin uygulanmasında birim sayısına oldukça duyarlı olduğu söylenebilir. Türetilen veriler Bernoulli Dağılım Modülünde analiz edildiğinde zamansal kümelenmelerin daha az sayıda hasta ile önemli olarak bulunduğu, Poisson Dağılım Modülünde ise daha az sayıda hasta ile önemli kümelenmeler, yersel ve yersel-zamansal kümelenmelerde olduğu görülmüştür. Bernoulli Dağılım Modülünde Normal ve Uniform dağılıma uygun olarak türetilmiş verilerin yersel kümelenmelerinde tüm görülen olguların yaklaşık yarısı kadarının kümelendiği görülmektedir. Ayrıca önemli olarak bulunan yersel kümelenmelerin koordinatları ile yersel-zamansal kümelenmelerin koordinatlarının benzer olduğu görülmüştür. Yersel-zamansal kümelenmenin önemli kümelenmeler ortaya çıkarabilmesi için yersel kümelenmelere ve zamansal kümelenmelere göre bir yerleşim yerinde koşullu olarak daha fazla sayıda olgunun bulunması gereklidir. Yersel-zamansal kümelenmeler, yersel kümelenmelere ve zamansal kümelenmelere göre birim sayısına ve sporadik olgulara daha az duyarlı olduğu söylenebilir. Poisson modülünde aynı birim sayısına ve koşula sahip koordinat değerleri incelendiğinde, yersel ve yersel-zamansal koordinatların değerlerinin birbirine benzer olduğu görülmüştür. Söz konusu benzerlikler Uniform dağılıma uygun olarak türetilen verilerde Normal dağılıma uygun olarak türetilen verilere göre daha fazla sayıda olduğu görülmüştür. Bernoulli Dağılım Modülünde ise, sadece yersel kümelenmelerde benzer koordinatlarda kümelenmeler olduğu görülmüştür. Bu konuda günümüze kadar yapılan benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemlerinin literatürleri incelendiğinde, Normal ve Uniform dağılıma uygun olarak türetilen verilerde hasta sayısı, koordinat değerleri ve nüfus bilgilerinin tartışıldığı benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemlerinin kullanıldığı bazı uluslararası yayınlar aşağıda verilmiştir.

Kulldorff ve arkadaşlarının (1997) yaptıkları çalışmada 1988-1992 yılları arasında ABD'nin Kuzeydoğu Bölgesinde görülen ve Poisson dağıldığı belirlenen Akciğer Kanseri vakaları incelenmiştir. İncelenen bu vakaların 244 bölgede kümelenmeleri Yersel-Zamansal Kümelenme ile belirlenmiştir. Bu çalışmada bizim çalışmamıza benzer olarak ikincil olarak belirlenen kümelerin önemli kümelenmeler olmadığı görülmüştür. Farklı örneklem büyüklüklerine sahip Normal, Bernoulli ve Poisson Dağılımı gösteren veri setleri için birincil ve ikincil kümelerde yer alan, salgının başlaması beklenen bölge sayıları ve koordinatları, beklenen değer, gözlenen değer beklenen değere oranı, benzerlik oranları ve p değerleri bulgularda verilmiştir (32).

Cao ve arkadaşlarının (2010) yaptıkları çalışmada Çin'in Shenzhen Kentinde 2009 yılında görülen H1N1 vakalarının yersel-zamansal kümelenmelerinin önemli olarak bulunduğu belirtilmiş ve bölgede bir salgının olduğu belirlenmiştir. Salgının görüldüğü 1952 km²'lik alanda 983 vakada yapılan çalışmada 7 ayrı bölgede kümelenme olduğu belirlenmiştir. Bu çalışmada hastaların ev adresleri yerleşim yeri olarak seçilmiş ve önemli yersel-zamansal kümelenmeler bulunmuştur (4).

Robertson C. ve Nelson T. A. (2009) yaptıkları çalışmada, SatScan 8.0, ClusterSeer 2.3, R-sürveyans ve GeoSurveillance 1.1-2 Paket Programları'nda elde edilen sonuçlar kıyaslamıştır. Greater Vancouver Area'da 1 Ocak-31 Aralık arasında bir yıllık sürede, bir kez salgın olması ve iki kez salgın olması incelenmiştir. SatScan Paket Programı'nda yersel-zamansal kümelenme ve Poisson Modeline göre değerlendirme yapılmıştır. SatScan ve GeoSurveillance programları karşılaştırılmış ve SatScan paket programının daha çok tercih edildiğini belirlemiştir (58).

Emch M. ve Ali M. (2003)'nin yaptığı çalışmada Bangladeş'te 1999-1994 yılları arasında Kolera ve Diyare vakalarında etyolojik araştırma ve çevresel risk faktörlerinin Poisson, Bernoulli ve yersel-zamansal dağılımlarına göre hastaların bölgelere göre kümelenmelerini incelenmişlerdir (13).

Kulldorff ve arkadaşlarının (2009) yaptıkları çalışmada, düşük bebek doğum ağırlıklarının ABD'de kümelenmesi incelenmiş ve 3 bölgede kümelendiği görülmüştür. Sürekli verilerde kümelenmeleri araştırmak amacıyla uygulanan bu araştırmada 2004 yılında 61 farklı bölgede doğum yapan annelerin adres bilgileri kullanılarak önemli kümelenmeler bulunmuştur (37).

Tango T. ve arkadaşlarının (2011) yaptıkları çalışmada Kitakyushu-shi'deki (Japonya) 131 ilköğretim okulunda okuyan 52177 öğrencinin 12 Nisan-20 Aralık 2006 tarihleri arasında enterite bağlı yersel-zamansal devamsızlıkları incelenmiş ve Poisson modülünde önemli kümelenmenin olmadığı ($p=0.198$) fakat Negatif binom modülünde önemli kümelenmenin olduğu ($p=0.020$) olduğu belirlenmiştir (65).

Ülkemizde de Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemlerinin kullanıldığı az sayıda yayın bulunmaktadır. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir.

Özgür (2008)'ün hazırladığı yüksek lisans tezinde GeoDA ve ArcGIS 9.0 programları kullanılarak hastalıkların Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümelenmelerinde kullanılan farklı yöntemleri incelemiştir (55).

Karabulut'un 2003 yılında yayınladığı çalışmasında, olguların yer ve zamana göre kümelenmesinde kullanılan yöntemleri karşılaştırmıştır. Grimson, Besag-Newell, Kulldorff'un yersel tarama ve Lawson-Waller skor yöntemleri tanıtılarak, nazofarinks kanseri tanısı ile tedavi gören 248 hastanın verilerini Grimson yöntemi ile kümelenmelerini elde etmiştir (23).

Karabulut E. ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada (2006), hastalıkların yersel kümelenmelerinde Grimson yöntemi Besag-Newell Lawson-Waller skor yöntemleri ve Kulldorff'un yersel tarama istatistiği ile Nazofarinks kanser verileri incelenmiş ve önemli kümelenmeler bulunmuştur (24).

Erdoğan (2010)'ın yaptığı çalışmada Moran I ve Geary C yöntemlerini kullanarak 1996-2006 yılları arasında menenjit hastalığının yoğunlaştığı yerlerin belirlenmesi amacıyla yersel kümeleme yöntemini kullanmıştır (14).

Sonuç olarak, Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemlerini SatScan V9.1 paket programında Bernoulli Dağılım Modülünde ve Poisson dağılım Modülünde incelendiğinde önemli kümelenmeler bulunduğu görülmüştür. Kümelenen birim sayısının Poisson Dağılım Modülünde önemli kümelenmelerdeki kümelenen birim sayısına göre oldukça yüksek olduğu görülmüştür. Koşullu olarak türetilen verilerin kümelenmeleri incelendiğinde, Poisson Dağılım Modülünde bulunan sonuçlar ile Bernoulli Dağılım Modülünde bulunan sonuçlar karşılaştırıldığında, Bernoulli Dağılım Modülünün daha az sayıda birime duyarlı olduğu söylenebilir. Önemli

kümelenmelerin bulunabilmesi için, daha çok sayıda birimin koşullu birim olarak verilere ilave edilmesi gerekmektedir.

Aynı birim sayısına ve koşula sahip kümelenmeler incelendiğinde, Poisson Dağılım Modülünde koordinat değerleri, yersel ve yersel-zamansal kümelenmelerin birbirine oldukça benzer sonuçlar olduğu görülmüştür. Bernoulli Dağılım Modülünde ise, sadece yersel kümelenmelerde benzer koordinatlarda kümelenmeler olduğu görülmüştür. Bu benzerlikler Uniform dağılıma uygun olarak türetilen verilerde normale göre daha fazla sayıda olduğu görülmüştür.

Bernoulli Dağılım Modülü birim sayısına, Poisson Dağılım Modülüne göre daha duyarlı olduğu söylenebilir. Yersel kümelenmelerde modüller açısından bir farklılık olmadığı, zamansal kümelenmelerde Bernoulli Dağılım Modülünde daha az sayıda birimde önemli kümelenmeler görüldüğü belirtilebilir. Yersel-zamansal kümelenmelerde ise, Poisson Dağılım Modülünde daha az sayıda birimde önemli kümelenmeler görüldüğü söylenebilir.

Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemleri ile birim sayısının az olduğu bölgelerde uygun kümelenmelerin yapılabilmesi için hastalıkların yoğunlaşmalara ihtiyacı vardır. Bölgede bir salgın ya da hastalığın yoğunlaşmasını söyleyebilmek için büyük sayıda örneklerle çalışılması gerekir.

Ülkemizde bu konu ile ilgili çalışmaların azlığı dikkati çekmektedir. Hastalıkların gelişimlerinin takibinde ve alınması gereken önlemlerin belirlenmesinde Yersel, Zamansal ve Yersel-Zamansal Kümeleme Yöntemlerinden yararlanılmasında fayda bulunmaktadır.

6. KAYNAKLAR DİZİNİ

1. Anselin, L., 1993, A workbook for using spacestat in the analysis of spatial data NCGIS, Space Stat Tutorial: Santa Barbara.
2. Anselin, L., 1995, The local indicators of spatial association-LISA, Geographical Analysis, 27, 93-115 p.
3. Besag, J., and Newell, J., 1991, The Detection of Clusters in Rare Diseases Journal of the Royal Statistical Society. Series A, 154, 143–155 p.
4. Cao, C., X., Xu, M., Chen, J., Q., Wu, Y., S., Xie, X., 2010, Space-time scan statistic based early warning of H1N1 influenza a in Shenzhen, China, International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Science, Volume 38, 8, Kyoto Japan.
5. Cliff, A., D. and Ord, J., K., 1973, Spatial Autocorrelation, Pion, London, UK.
6. Cliff, A., D. and Ord, J., K., 1981, Spatial Processes: Models and Applications, Pion, London,U.K.
7. Cuzick, J. and Edwards, R., 1990, Spatial clustering for inhomogeneous populations (with comments). Journal of the Royal Statistical Society, Series B, 52, 73-104 p.
8. Çolak, H., Çan, G., 2007, Trabzon sağlık CBS uygulamalarında konumsal kümeleme yönteminin kullanımı, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Kong., 30 Ekim–02 Kasım, Samsun.

9. Çolak, N., Doğanç, A., Güven, E., Çubukçu, K., M., 2009, Coğrafi bilgi sistemlerinin mekansal istatistik uygulamalarında kullanımı Alaçatı kentsel sit alanı ticari yapılar örneği, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, İzmir.
10. Duczmal, L. and Assunçao, R., 2004, A simulated annealing strategy for the detection of arbitrarily shaped spatial clusters. Computational statistics and data analysis, 45, 269-286 p.
11. 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, 23-26 Ekim, Denizli.
12. Ederer, F., Myers, M.H. and Mantel, N., 1964, A statistical problem in space and time, Do leukemia cases come in clusters, Biometrics, 20, 626-638 p.
13. Emch, M., E., Ali, M., 2003, Spatial cluster analysis for etiological research and identification of socio-environmental risk factors. Geographic Information Systems and Health Applications, Idea Group Publishing:Hershey,Pennsylvania, 172-187 p.
14. Erdoğan, S., 2010, Epidemiyolojide CBS Uygulamaları: Konumsal Kümeleme Yöntemlerinin Karşılaştırılması - Menenjit Örneği, Harita Teknolojileri Elektronik Dergisi, 2, 2, 23-31p.
15. Glaz, J. and Naus, J., 1983, Multiple clusters on the line. Communications in statistics: Theory and Methods 12, 181-187 p.
16. Getis, A., 1984, Interaction Modeling Using Second-order Analysis. Env. and Planning, 16, 173-183 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- 17.** Getis, A. and Ord, J., K., 1999, In spatial analysis, Modelling in a GIS environment, Local Spatial Statistics: An overview, edited by P. Longley and M. Batty. John Wiley & Sons: New York.
- 18.** Grimson, R., C. and Rose, R., D., 1991, A versatile test clustering and a proximity analysis of neurons. *Methods of Inf. in Med.*, 30, 299-303 p.
- 19.** Hui, F., M., Xu, B., Chen, Z., W., Cheng, X., Liang, L., Huang, H.B., Fang, L.Q., Yang, H., Zhou, H.N., Yang, H.L., Zhou, X.N., Cao, W.C., Gong, P., Fengming, J.H., Spatio-Temporal Distribution of Malaria in Yunnan Province, *China Trop Med Hyg*, 81, 3, 503-509 p.
- 20.** Jain, A., K. and Bubes, R., C., 1988, Algorithms for clustering data, Prentice-Hall, New Jersey.
- 21.** Jung, I., Kulldorff, M., Klassen, A., 2007, A Spatial Scan Statistic For Ordinal Data. *Statistics in Medicine*, 26, 1594–1607 p.
- 22.** 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, U.S.A.
- 23.** Karabulut, E., 2003, Hastalıkların yer ve zamana göre kümelenmesinde kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması, Doktora Tezi, Hacettepe Üniv., Sağlık Bilimleri Enstitüsü, 124 s. (yayınlanmamış).
- 24.** Karabulut, E. ve Alper, R., 2006, Hastalıkların Yere Göre Kümelenmesinde Kullanılan Yöntemler, İnönü Üniv. Tıp Fakültesi Dergisi, 13, 1, 37-43 s.

25. Klauber, M., R., 1971, Two sample randomization tests for space-time clustering, *Biometrics*, 27, 129-142 p.
26. Klauber, M., R. and Mustachi, P., 1967, Space-time clustering of childhood leukemia in San Francisco, *Can. Res.*, 30, 1969-1973 p.
27. Knox, G., 1963, Detection of low intensity epidemicity, application to cleft lip and plate, *Brit. J. Prev. Soc. Med.*, 17, 121-127 p.
28. Knox, G., 1964, Epidemiology of childhood leukemia in Northumberland and Durham, *Brit. J. Prev. Soc. Med.*, 18, 17-24 p.
29. Knox, G., 1964, The detection of space-time interactions. *App.Sta.*, 13, 25-29 p.
30. Knox, G. and Braitwaite, F., 1963, Cleft lips and plates in Northumberland and Durham, *Arch. Of Disease in Childhood*, 38, 66-70.
31. Köktürk, F., 2007, Tarama İstatistikleri ve Bazı Uygulamaları, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniv. Fen Bil. Ens., Ankara.67 s. (yayınlanmamış).
32. Kulldorff, M., 1997, A spatial scan statistics, *Comm. Statist. Theory Meth.*, 26, 1481-1496 s.
33. Kulldorff, M., 1998, Geographical Information Systems and Spatial Statistics: What's Beyond Exploring Data Analysis, GIS Conference Workshop Notes.
34. Kulldorff, M., Athas, W., Feuer, E., Miller B., Key C., 1998, Evaluating cluster alarms: A space-time scan statistics and brain cancer in Los Alamos. *American Journal of Public Health*, 88, 1377-1780 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- 35.** Kulldorff, M., Feuer, E., J., Miller, B., A., 1997, Freedman LS. Breast cancer in northeastern United States: A geographical analysis. *American Journal of Epidemiology*, 146, 161-170 s.

- 36.** Kulldorff, M. and Hjalmar U., The Knox method and other tests for space-time interaction. *Biometrics*, 55, 544-552 p.

- 37.** Kulldorff, M., Huang, L., Konty K., 2009, A Scan Statistic For Continuous Data Based On The Normal Probability Model, *International Journal of Health Geographics*, 8, 58 p.

- 38.** Kulldorff, M., Mostashari, F., Duczmal, L., Yih, K., Kleinman, K., Platt, R., 2007, Multivariate Spatial Scan Statistics For Disease Surveillance, *Statistics in Medicine*, 26, 1824-1833 p.

- 39.** Larsen, R., J., Holmes, C., L. and Heath, C., W., 1973, A statistical test for measuring unimodal clustering: A description of the test and of its application to cases of acute leukemia in metropolitan Atlanta, Georgia. *Biometrics* 29, 301-309 p.

- 40.** Loader, C., R., 1991, Large deviation approximations to the distribution of scan statistics. *Advances in Applied Probability*, 23, 751-77p.

- 41.** Mantel, N., 1967, The detection of disease clustering and generalized regression approach, *Can. Res.*, 27, 2, 209-220 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- 42.** Mantel, N. and Bailer, J., C., 1970, A class of permutational and multinomial tests arising in epidemiological research, *Biometrics*, 26, 687-700 p.
- 43.** Mantel, N. and Valand, R., S., 1970, A technic of nonparametric multivariate analysis, *Biometrics*, 26, 547-558 p.
- 44.** Metz, L., M. and Mc Guinness, S., 1997, Responding to reported clusters of common diseases: the case of multiple sclerosis. *Can J Public Health*, 88, 4, 277-279 p.
- 45.** Moran, P.A.P. 1950, Notes on continuous stochastic phenomena, *Biometrika* 37, 17-23 p.
- 46.** Naus, J., I., 1965, The distribution of the size of the maximum cluster of points on the line, *JASA*, 60, 532-538 p.
- 47.** Naus, J., I., 1965, Clustering of random points in two dimensions. *Biometrika*, 52, 263-267 p.
- 48.** Naus, J., I., 1966, Some probabilities, expectations and variances for the size of the largest clusters and smallest intervals, *JASA*, 61, 1191-1199 p.
- 49.** Naus, J., I., 1974, Probabilities for a generalized birthday problem, *JASA*, 69, 810-815 p.
- 50.** Ord, J., K. and Getis, A., 1995, Local Spatial Autocorrelation Statistics: Distribution Issues and an Application, *Geographical Analysis*, 27, 4, 286-306 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- 51.** Özdamar, K., 1983, Yapay ve doğal veriler kullanılarak yersel-zamansal kümelenmesi yöntemlerinin karşılaştırılması ve bir uygulama, Doçentlik Tezi, Anadolu Üniv. Sağlık Bil. Ens. 98 s. (yayınlanmamış).
- 52.** Özdamar, K., 1988, David-Barton beta yaklaşımı ile Ederer-Myers-Mantel yöntemlerinin karşılaştırılması, Eskişehir Tıp Fak. Dergisi., 5, 1, 145-157 s.
- 53.** Özdamar, K., 2000, Hastalıkların Yer, Zaman ve Yer-Zaman'da Kümelenmelerinin Belirlenmesinde Yararlanılan Yöntemler, 5. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir, 234-261 s.
- 54.** Özdamar, K., 2010, Paket programlar ile istatistiksel veri analizi, Kaan Kitapevi Eskişehir.
- 55.** Özgür, L., 2007, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Sağlık Uygulamaları: Afyonkarahisar Örneği, Yüksek Lisans Tezi, AKÜ Fen Bil. Ens., Afyon, 135 s. (yayınlanmamış).
- 56.** Pike, M.C. and Smith, P., G., 1974, A case-control approach to examine disease with long latent periods, Biometrics, 30, 263-279 p.
- 57.** Ripley, B., D., 1976, "The second-order analysis of stationary point processes." Journal of Applied Probability, 13(2), 255-266.
- 58.** Robertson, C., 2010, Trisalyn A Nelson Review of software for space-time disease surveillance International Journal of Health Geographics, 9, 16 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- 59.** Rohrer, S., G., Bauman, K., 2008, Impact of Benchmark Data Set Topology on the Validation of Virtual Screening Methods: Exploration and Quantification by Spatial Statistics. *J. Chem. Inf. Model.*, 48, 704-71 p.

- 60.** Sanford, L., Robert, A., Gene, W., 1978, Nearest neighbor analysis: inferring behavioral processes from spatial patterns, *Advances in Consumer Research*, 5, 1, 114-118 p.

- 61.** Saperstein, B., 1972, The generalized birthday problem. *JASA*, 67, 425-428 p.

- 62.** Stone, R. A., 1988, Investigations of excess environmental risks around putative sources: Statistical problems and a proposed test, *Stat. Med.*, 7, 6, 649-60 p.

- 63.** Tango, T., 1984, The detection of disease clustering in time, *Biometrics* 40, 15-26 p.

- 64.** Tango, T., 2000, A test for spatial disease clustering adjusted for multiple testing. *Statist. Med.*, 19, 191-204 p.

- 65.** Tango, T., Takahashi, K., Kohriyama, K., 2011, A space-time scan statistic for detecting emerging outbreaks, *Biometrics*, 67, 1, 106-15 p.

- 66.** Turnbull, B.,W., Iwano, E., J., Burnett, W., S., Howe, H., L., Clark, L., C., 1990, Monitoring for clusters of disease: Application to leukemia incidence in upstate New York, *American Journal of Epidemiology*, 132, 136-143 p.

KAYNAKLAR DİZİNİ (devam ediyor)

- 67.** 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.

- 68.** Wallenstein, S., Weinberg, C., R. and Gould, M., 1989, Testing for a pulse in seasonal event data, Biometrics, 45, 817-830 p.

- 69.** 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, 3, 281-300 p.

- 70.** Weinstock, M., A., 1981, A generalized scan statistic test for the detection of clusters. International Journal of Epidemiology, 10, 289-293 p.

- 71.** <http://www.satscan.org/>, (2009-23-10)

ÖZGEÇMİŞ

Bireysel Bilgiler:

Adı- Soyadı: Özge BOLLUK

Doğum tarihi: 03.10.1983

Doğum yeri: Kocaeli

Medeni durumu: Bekar

İletişim adresi: obolluk@ogu.edu.tr

Eğitim Durumu:

1994, Atatürk İlkokulu, Bozüyük (Bilecik)

1998, Ankara Atatürk Lisesi

2000, Hakkari Anadolu Lisesi

2001, Çorlu Mehmet Akif Ersoy Anadolu Lisesi (Tekirdağ)

2008, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, İstatistik Bölümü

2012, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim Anabilim Dalı

