

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ İLE EPİDEMİYOLOJİK AMAÇLI KONUMSAL ANALİZLER

H. E. Çolak

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, GISLab, Trabzon, ecolak@ktu.edu.tr

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemleri(CBS) teknolojilerindeki gelişmeler ve istatistiksel yöntemler sayesinde, coğrafi olarak tanımlı bir bölgedeki sağlık ve nüfus verisi bir arada değerlendirilebilmekte ve hastalık risklerinde mantıklı konumsal değişikliklerin araştırılmasına imkan sağlanmaktadır. Konumsal epidemiyoloji, hastalıkların görülme sıklıklarının konumsal/coğrafi dağılımlarının analizi ile ilgilidir. Bu çalışmada, konumsal epidemiyoloji çalışmalarında CBS kullanımının önemi ve gerekliliği vurgulanarak, sağlıkla ilgili olayların izlenmesi ve analizi ile ilgili yöntemler üzerinde durulmuştur. Ayrıca konumsal epidemiyoloji yöntemlerinden hastalık haritalama, coğrafi korelasyon çalışmaları, çevresel risk değerlendirme ve hastalık kümeleme uygulamalarında CBS'nin kullanımının sağladığı avantajlar vurgulanarak, bu alanda mevcut çalışmalar anlatılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Sağlık CBS, İstatistik, Konumsal epidemiyoloji, Coğrafi korelasyon, Çevresel risk değerlendirme.

ABSTRACT

SPATIAL ANALYSIS IN EPIDEMIOLOGY BY GIS

Through the developments of Geographic Information Systems (GIS) technologies and statistical methods in spatial epidemiology, health and population data are examined together. It is enabled to be research logical spatial variation for disease risk. Spatial epidemiology concerns the analysis of the spatial/geographical distribution of the incidence of disease. It is the purpose of this paper to mention the important role of GIS in spatial epidemiology. Methods related to monitoring and analyzing of health events are emphasized. Also, the advantages of using GIS in spatial epidemiology methods are noted.

Keywords: Health GIS, Statistic, Spatial epidemiology, Geographic correlation, environmental risk management

1. GİRİŞ

Coğrafi bilgi sistemleri (CBS), gelişen bilgi teknolojileri ile birlikte sürekli olarak kendini geliştirmiş ve farklı uygulama alanlarını da bünyesine katmaya devam etmiştir. CBS günümüzde, farklı meslek disiplinlerinin ve hatta çok disiplinli çalışmaların ortak merkezi haline gelmiştir. Özellikle son yıllarda sağlık alanındaki CBS uygulamalarında da önemli bir artış gözlemlenmektedir. Çünkü sağlıkla ilgili planlamalarda ve yönetsel organizasyonlarda, ilgili tüm bilgilerin bir arada tutulduğu, gerekli analizlerin kolayca gerçekleştirilebildiği ve sonuçların görsel olarak etkin bir şekilde sunumunun sağlanabilmesi CBS teknolojileri ile gerçekleştirilebilmektedir. Bu alandaki başarılı uygulamaların mevcut olması dolayısıyla, sağlık alanında aktif bir şekilde CBS'nin kullanımı hızlanmıştır. Dolayısıyla, sağlık ve haritacılık faaliyetlerini yürüten meslek disiplinlerinin ortak çalışma alanı olarak, Sağlık CBS kavramı ortaya çıkmıştır.

Sağlık alanında hastalıkların gelişim ve yayılım sürecinin izlenmesi, çevresel risk değerlendirme, sağlık olayları ile ilgili kontrol stratejilerinin geliştirilmesi, sağlık hizmetlerinin yönetimi ve planlanması gibi hususların incelenmesi, CBS ile sağlanabilmektedir. CBS teknolojilerindeki gelişmeler ve istatistiksel yöntemler sayesinde, coğrafi olarak tanımlı bir bölgedeki sağlık ve nüfus verisi bir arada değerlendirilebilmekte ve hastalık risklerinde mantıklı konumsal varyasyonların araştırılmasına imkan sağlanmaktadır. Konumsal epidemiyoloji, bu gibi varyasyonları hem tanımlama hem de analiz etme ile uğraşır. Yani hastalıkların görülme sıklıklarının konumsal/coğrafi dağılımlarının analizi ile ilgilenmektedir. Konumsal epidemiyolojik analizlerin uygulamalarında, hastalık haritalarının kullanımı ve bu haritaların istatistiksel yöntemlerle incelenmesi ile birlikte hastalığın oluşumuna etki eden coğrafi korelasyon çalışmaları yürütülmektedir.

Epidemiyolojide CBS kullanımı ile şunlar incelenebilir (Durusoy, 2004):

- Hastalık dağılımlarının analizi
 - Vektörle bulaşan hastalıklar
 - Su ile bulaşan hastalıklar
 - Diferansiyel mortalite
- Çevresel risk değerlendirme
 - Elektromanyetik alanlara maruziyet

- Kurşun riski
- Çocuk yaya kazalarının tahmini vb.
- Hastalık politikası ve planlaması
- Sağlık hizmetlerinin yönetimi ve planlaması

Bu çalışmada, konumsal epidemiyoloji çalışmalarında CBS kullanımının önemi ve gerekliliği vurgulanarak, sağlıkla ilgili olayların izlenmesi ve analizi ile ilgili yöntemler üzerinde durulmuştur. Ayrıca konumsal epidemiyoloji yöntemlerinden hastalık haritalama, coğrafi korelasyon çalışmaları, çevresel risk değerlendirme ve hastalık kümeleme uygulamalarında CBS'nin kullanımının sağladığı avantajlardan bahsedilmiştir. Bu tip uygulamalarda gerekli kavramsal yapı, kullanılan veri tipleri ve istatistiksel yöntemler hakkında bilgi verilmiştir. Son olarak da, bu alanda yapılan örnek çalışmalardan söz edilerek, sağlık alanında gerekli stratejilerin geliştirilmesinde CBS'den nasıl yararlanılacağına değinilecektir.

2. KONUMSAL EPİDEMİYOLOJİ

Epidemiyoloji, toplumdaki hastalık, kaza ve sağlıkla ilgili durumların dağılımını, görülme sıklıklarını ve bunları etkileyen belirteçleri inceleyen bir tıp bilimi dalıdır. Epidemiyolojik araştırmaların temel amaçları, sağlıkla ilgili olayları tanımlama ve görülme sıklığını ölçmek, hastalık ya da kazaların nedenlerini inceleyen çözümleyici çalışmalar yapmak, uygulanan sağlık hizmetinin veya programlarının etkinliğini ölçme ve değerlendirme çalışmaları yapmaktır. Epidemiyolojik çalışma insan topluluklarını hedef alır. En sık olarak belli bir zamanda, belli bir bölgedeki topluluk, yaş, cins, meslek gibi alt gruplarla analizler yapılır. Burada amaç pozitif sağlık durumları veya hastalıklarla neden olabilecek belirleyicilerin incelenmesidir (URL-1, 2007). Bu gibi belirleyicilerin coğrafya ile ilişkili olarak incelenmesi ve izlenmesinde CBS sıklıkla kullanılmaktadır. Böylece sağlık olaylarının nedenlerinin araştırılması, yayılımının izlenmesi, koruyucu ve engelleyici tedbirlerin alınması, sağlık hizmetlerinin planlanması gibi çalışmalar kolaylıkla yürütülebilmektedir.

Konumsal epidemiyoloji, hastalıkların riskinde ya da görülme oranlarındaki konumsal değişimlerin izlenmesidir. Kısaca, hastalığın insidansının yani görülme oranının konumsal/coğrafi dağılımının analizi ile ilgilenir (Lawson, 2006). Hastalık haritaları pek çok epidemiyolojik olayın analiz edilmesinde ve hastalıkların etiyolojisinin incelenmesinde önemli bir rol oynar.

2.1 Konumsal Epidemiyoloji Yöntemleri

Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki gelişmeler ve istatistik yöntemler ile coğrafi olarak belirlenen sağlık ve nüfus verisinin kullanılabilirliği, özellikle küçük ölçekteki alanlarda görülen hastalık risklerinde mantıklı konumsal değişimlerin araştırılmasına imkan verir. Konumsal epidemiyoloji, bu gibi varyasyonları hem tanımlama hem de kavrama ile ilgilidir. Epidemiyolojide konumsal analizlerin kullanımı ve istatistiksel yöntemlerin geliştirilmesi, sağlık alanında CBS'nin kullanımı ile daha etkin sağlanmaktadır.

Bu kısımdaki çalışmalar 4 alanda sınırlandırılarak incelenmiştir (Elliott vd., 2000):

1. Hastalıkların haritalanması
2. Coğrafi korelasyon çalışmaları
3. Bir nokta veya çizgi kaynağı ile ilişkili riskin değerlendirilmesi
4. Küme belirleme ve hastalık kümeleme

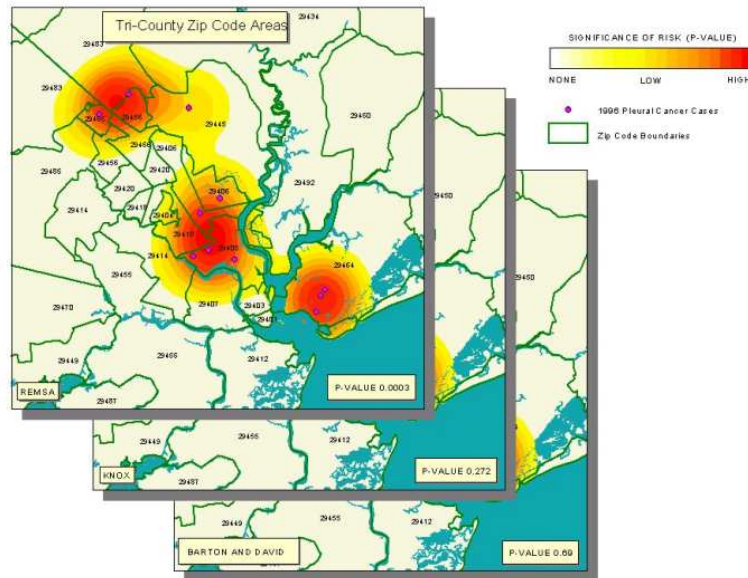
Hastalık haritalama, riskin konumsal ve konum-zaman varyasyonlarının özetlenerek değerlendirilmesinde kullanılır. Bu bilgi, toplumun sağlık ihtiyaçları konusunda bilgi sağlamasında, ileriki çalışmalar için içerik oluşturmada ya da etki (duyarlık) haritaları ile tahmini risk haritalarını karşılaştırmak suretiyle, hastalık etiyolojisine göre belirtileri elde etmede basit tanımlayıcı amaçlar ve kararlar için kullanılabilir.

Coğrafi korelasyon çalışmaları, sağlık sonuçları ile ilgili coğrafi bir ölçekte ölçülmüş çevresel değişkenlere (havada, suda ya toprakta ölçülebilen) ve yaşam biçimi faktörlerine (beslenme ya da sigara içme alışkanlıkları vs.) maruz kalmadaki coğrafi varyasyonları test eder. Hastalıkların haritalandırılmasında ve coğrafi korelasyon çalışmalarında kullanılan istatistik yöntemler benzer olabilirken; farklı amaçlar için kullanımları, onlar için ayırt edicidir. Yani, hastalık haritalama çalışmaları esasen tanımlayıcı özellikte iken, coğrafi korelasyon çalışmaları hastalık etiyolojisi soruları üzerine odaklanır.

Nokta ve çizgi kaynaklı çalışmalar, kaynağa yakın olarak artan riskten kuşku edildiğinde ya da kaynağın potansiyel çevresel tehlike sunduğu düşünüldüğünde uygulanır. Etki (*exposure*) bir noktadan (bacalar veya radyo vericileri gibi) ya da bir çizgi boyunca (yol veya enerji hatları gibi) kaynaklanmış olabilir. Böyle durumlarda, varsayılan kaynaktan dolayı artan herhangi bir etkinin küçük bir bölgeye yayılması olasıdır ve bağlı riskin tahminini sağlamak için yalnızca büyük çapta mevzii bir çalışma ile yeterli coğrafi çözünürlük sağlanacaktır.

Kümeleme çalışmaları ile ilişkili bir hipotez olmaksızın belli bir hastalığın kümelerinin tespiti veya hastalıkların kümelenmesi yapılabilir. Fakat burada yeniden yorumlama işlemi zordur. Hastalık kümelerinin tespiti, özel etiyolojik bir hipotez olmadığında, hastalığın artan insidansının erkenden belirlenmesi için gerçekleştirilir. Vakaların ratgele dağılmadığı konumsal bir modelde, hastalığın görüldüğü vakalara yönelik kümelemenin daha genel anlamdaki çalışmaları, daha güçlü istatistik hesaplamalar gerektirmektedir. Ayrıca hastalık etiyolojisine göre de farklı etiyolojik ipuçları verir. Örneğin, Hodgkin's hastalığının laboratuvar çalışmaları ve diğer epidemiyolojik çalışmalarla birlikte gerçekleştirilen konumsal kümelemesi, ispatı mümkün bir enfeksiyon etiyolojisi ile desteklenmiştir (Alexander vd., 1989). Şekil 1'de ise, kanser hastalığı ile ilgili South Carolina bölgesinde asbestosa maruz kalan çalışanlar arasında görülen kanser vakaları ile ilgili kümeleme çalışması örnek bir harita sunulmuştur. Bu çalışmada, bölgede asbestosa maruz kalan çalışanlarda kanser görülme sıklığı incelenmiş ve istatistik önem düzeyine göre yapılan araştırmalar sonucunda hastalığın kümeleri oluşturulmuştur.

Bir noktadan kaynaklanan etki, vakaların rastgele olmayan dağılımlarının belirlenmesine sebep olabilirken; hastalıkların haritalandırılması, hem belli bir özelliği olan hastalıkların kümelenmesinde, hem de daha ziyade kümelenen hastalık vakalarının eğilimi konusunda bilgi sağlayabilir. Nokta ve çizgi kaynaklı etki çalışmaları, etkinin bölge seviyesinde özetlenmesine ve mevcut verinin coğrafi çözünürlüğünde sınırlandırılması nedeniyle sağlık sonuçlarına dayalıdır. Bir kaynaktan yükselen etkinin, ufak bölgeler için sabit olacağı farz edilir. Böyle bir hesaplama coğrafi korelasyon çalışmalarını içine alacak şekilde kolayca genişletilebilir ve kullanılan istatistiksel model de bu durumda oldukça benzer olur.



Şekil 1. Kanser vakalarına ait kümeleme örneği (asbestosa maruz kalan çalışanlarda görülen kanser vakalarının analizi) (Elliott vd., 2000)

2.2 Konumsal Epidemiyolojide Kavramsal Yapı ve Kullanılan Veri Tipleri

Konumsal epidemiyolojik analizlerin gerçekleştirilmesi; nüfus, çevresel etki ve sağlık sonuçları çerçevesi içerisinde tanımlanır (Elliot vd., 2000). Vakalar, konum ya da zamana düzgün dağılmazlar. Bunun sebebi ise, insanların nüfus kayıtlarına göre doğdukları yerde konumlandırılmaları, ancak zaman içerisinde başka yerlere göç ederek yaşamlarını geçirebilmeleridir. Zamana endeksli bu hareket boyunca insanlar pek çok yüzeyde etkiye maruz kalırlar ve bütünsel etki normal biyolojik etkileşimi belirleyecektir. Yaş, cinsiyet ve genetik faktörler gibi kişisel özellikler ve sigara içme alışkanlığı, beslenme şekli gibi yaşam biçimi özellikleri ile kişilerin maruz kaldıkları etkinin yaşam sürelerine yansımaları, bir kişinin daha sonraki hastalık deneyimlerini etkileyecektir. İstatistik modeller, belirlenen bu ideal yapının her bir bileşeni için önerilebilir, ancak bu modellerin kullanışlılığı açısından uygun veri gereklidir.

İdeal veri, çalışma bölgesi içerisinde yaşayan kişilerin karakteristik özelliklerini, zaman içerisindeki ikametgahlarını, kişisel olarak maruz kaldıkları etkiyi ve sağlık kayıtlarını kapsayacak şekilde kesin bilgileri içermelidir. Tabii ki böyle bilgileri tam olarak elde etmek mümkün değildir. Bunun için modeli daha basit hale getirmek, mevcut verinin kullanımı ile sağlanır. Böyle durumlarda, veri kalitesi çalışmanın verimliliğini ciddi bir şekilde sınırlayabilir. Bu varsayılan etkinin küçük olması olasılığında veya riskte herhangi bir artış olduğu düşünüldüğünde esastır. Eldeki mevcut veriye dayalı özel bir halk sağlığı araştırmasına uygun bir bakış açısı sağlama ihtiyacı için de bu durum gerekli olabilir. Böyle bir durumda en azından, herhangi bir problemin olup olmadığı konusunda niteleyici bir cevap sağlanabilir. Hastalık vakalarının konum-zaman kümelerinin olduğu örneklemelerin sayısı, hastalığın etiyolojik

bilgisine açıklık getirecektir. Örneğin Türkiye’de Kapadokya bölgesinin bazı köylerinde Malignant Pleural Mesothelioma hastalığının kümelenmesi, doğada bulunan erionite maddesinden kaynaklanan etkinin belirlenmesi ile ilişkilendirilmiştir (Baris vd., 1987).

Nüfus, etki ve sağlık verisinin her biri, doğru konumsal ve zamansal bilgi (nokta verisi) ile ilişkilidir ya da toplam özetlenmiş sayılar halinde (örneğin toplam vaka sayısı şeklinde) mevcut olabilir. Nokta verisi, sınırları çizilmiş kavramsal yapı ile yakın ilişkilidir, ancak böyle veri nadiren mevcuttur. Vaka kontrol çalışmaları vakaların nokta verisi ile belirtilmesi ile sağlanır. Fakat bu çalışmalar maliyet ve zaman gerektiren işlemlerdir ve her duruma uygun olmayabilirler. Bu nedenlerle vaka kontrol çalışmaları düzenli olarak gerçekleştirilemezler. Ancak bu çalışmaların kullanımlarını sağlamak için geçerli bir gerekçe ve kaynak gereklidir. Belli bir hastalığın yoğunluğunun izlenmesi amacıyla oluşturulan haritalarda ise, noktasal anlamda vakaların gösterimine her zaman gerek duyulmaz. Böyle durumlarda genelde alansal vaka verisi yeterlidir. Yani nüfusu bilinen ya da tanımlanmış belli bir alanda görülen hastalığa ait vaka sayısı, hastalığın yoğunluk haritalarının üretilmesinde kullanılır. Bu tip uygulamalarda, vakaların ikamet bilgileri detaylı bir şekilde değil de, idari birimler gibi önceden tanımlı alanlar şeklinde belirtilmesi yeterli görülmektedir.

Epidemiyolojik olayların konumsal olarak incelenmesinde iki tip hastalık verisi kullanılmaktadır. Bunlardan biri vakaların noktasal bazda konumları (*case event data*), diğeri ise nüfusu tanımlı idar birimlerde görülen toplam vaka sayılarıdır (*count data*). İlkinde her bir vaka ikametgah bilgilerine göre harita üzerinde nokta şeklinde gösterilirken, diğeri ise noktasal bazda bir gösterim yoktur, idari birimlerde vaka sayılarını ya da yoğunluğunu ifade eden harita gösterimleri kullanılır (Lawson, 2006).

Buna göre sağlıkla ilgili kullanılan veri tipleri iki sınıfta özetlenebilir:

- Alansal veri
- Noktasal veri

Ayrıca konumsal epidemiyoloji çalışmalarında bir diğer önemli nokta ise çalışma alanı büyüklüğüdür. Çalışma alanı büyüklüğüne göre de kullanılan yöntemler değişiklik gösterir. Buna göre büyük ölçekte ve küçük ölçekteki konumsal epidemiyolojik yöntemler birbirlerinden farklıdır. Küçük ölçekli çalışmalarda, belli bir hastalık kümesi ya da kümeler grubunun analizinde tehlikenin bilinen bir kaynakla ilişkili olup olmadığı, 0,5–10 km² ebatlarındaki alanların incelenmesinde kullanılabilir. Küçük ölçekteki çalışmalarda, daha çok hastalıklar ile çevresel problemler arasındaki ilişkiler incelenir. Büyük ölçekteki çalışmalarda ise, bir ülkenin farklı bölgelerinde bir hastalığın görülme yoğunluğundaki değişimler analiz edilebilir. Büyük ölçekteki çevresel analizlerin gerçekleştirimi ya da ülkenin herhangi bir hastalığa ait haritası geniş ölçekli çalışmalarla elde edilir (Lawson, 2006).

2.3 Kullanılan İstatistik Yöntemler

Epidemiyolojide hastalık haritalarının istatistik analizinde oluşturulan hipotez testine göre farklı analiz yöntemleri uygulanır. Bu analiz yöntemleri, ihtiyaçlar doğrultusunda, eldeki mevcut verinin yapısına ve çalışma ölçeğine göre değişim gösterir. Sağlık uygulamalarında kullanılan bazı istatistik analiz yöntemleri şu şekildedir (Elliott vd., 2000):

- Bireysel ölçekte veri için (noktasal veri);
 - Yoğunluk oranının non-parametrik tahmini (Kernel Fonksiyonu)
 - Non-parametrik Binary Regresyon (Kernel yöntemi)
 - Genelleştirilmiş Katkı Modelleri (Monte Carlo Testi)
 - Model tabanlı geoistatistikler
 - Nokta kaynaklı problemler
- Bölgesel ölçekte veri için (alansal veri);
 - Yaklaşık Poisson modeli
 - Extra-Poisson varyasyonu (Bayes yaklaşımı)

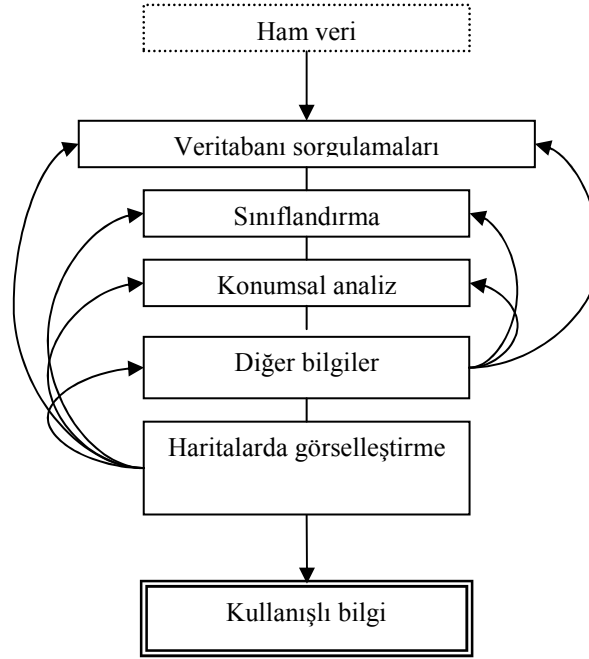
2.4 Epidemiyolojik Çalışmalarda Konumsal Analizler

Sağlık CBS uygulamalarında, yapılan çalışmaya yönelik ihtiyaçlar doğrultusunda konumsal analiz yöntemleri uygulanır. Önce proje için gerekli tüm veriler toplanarak, CBS ortamında bütünleştirilir. Ardından çevresel etkenler ve hastalık verisi arasındaki ilişkilerin ya da hastalığın sebebi ile ilişkili araştırmalara yönelik konumsal analizler gerçekleştirilir. Sonuçta ham veriyi kullanışlı bilgi haline dönüştürmek için konumsal analiz yöntemleri kullanılır.

Konumsal analizlerin uygulamasında dikkat edilecek hususlar (NAACCR, 2002):

- Konumsal analizlere geçmeden önce, proje hakkında bir epidemiyolojist ve/veya bir istatistikçi ile işbirliği yapmak önemlidir.
- Konumsal istatistikler ve analizler üzerine referanslar belirlenmelidir (örneğin literatür tarama yolu ile).

- Konumsal istatistik için yazılım programlarından en uygunu seçilmelidir.
- Beklenen değerlerin haritaları oluşturulmalıdır.
- Hastalık kümeleme çalışmaları için, vakaların kayıtlarındaki adres bilgilerine göre harita üzerinde gösterimi sağlanmalıdır.
- Farklı idari birimlerde hastalığın insidans oranlarına ait haritalar oluşturulmalıdır.
- Hastalığın insidans oranlarında gözlemlenen konumsal modelin rasgele olup olmadığı değerlendirilmelidir.
- Hastalık gözlem çalışmalarını destekleyen CBS teknolojileri ve yöntemleri kullanılmalıdır.
- Analiz çalışmalarında etkili sonuçlar CBS uygulamaları ile sağlanmalıdır.
- Ekolojik problemleri minimize edecek yöntemler geliştirilmelidir.



Şekil 2. Konumsal analizlerde işlevsel süreç

2.5 Konumsal Epidemiyoloji Uygulamalarında Konumsal Analiz Örnekleri

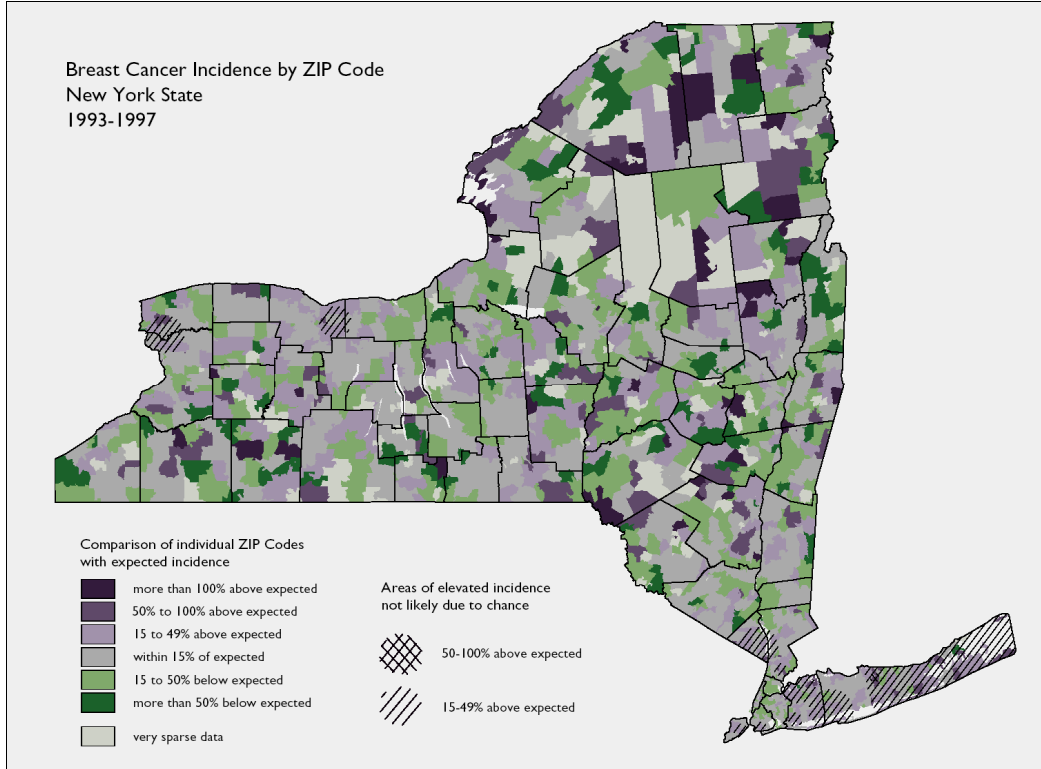
Farklı ölçeklerde pek çok coğrafi çalışmada sağlık ve etki verisi birleştirilir. En geniş ölçekte hastalık olaylarının uluslararası farklılıkları, hastalığın etiyolojisi için önemli ipuçlarını sağlar. Örneğin, 1970 yılında kronik kalp hastalıklarının oluşumunda toplumlarda görülen farklılıkların, toplumdaki doymuş yağ alımındaki büyük farklılıklarından kaynaklandığı yönünde bir çalışma yapılmıştır (Keys, 1970). INTERSALT çalışmasında ise, ortalama tuz alım seviyesi ile pozitif bir ilişki olan yaşlar ile kan basıncında ortalama farklılıklar bulunan toplum varyansları izlenmiştir. Bu çalışmanın sonucunda, bireylerde idrar yolu ile atılan sodyum ile kan basıncı arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir (Elliott vd., 1996). Melanoma kanseri (bir cilt kanseri türü) ile multiple sclerosis (MS) hastalığı insidansları (görülme sıklığı) incelendiğinde bu hastalıkların yükseklikle güçlü bir ilişkisi olduğu görülmüştür. Melanoma, güneş ışığının etkilerini daha çok yansıtan ekvatora yakın yüksek rakımlarda daha fazla görülmektedir (English, 1992). Multiple sclerosis (MS) ise, ekvatora yakın ülkelerde düşük insidans değerlerine sahiptir, yani daha az görülmektedir (Kurtzke, 1985).

Ortalama bir coğrafi ölçekte, hava, su, toprak ve radyasyon içeren çeşitli etkiler coğrafi çalışmalarla test edilirler. Amerika'da 6 şehirde yapılan partikül madde ile ilişkili ölüm oranları (Dockery vd., 1993) ve 151 metropolitan bölgede de aynı ilişkideki ölüm oranları incelenmiştir (Pope vd., 1995). 1980'de ise Büyük Britanya'daki kasabalarda kalp hastalıkları ile içme suyunun sertliği arasındaki ilişki incelenmiştir (Shaper vd., 1980). Akciğer kanseri ile radon gazı arasındaki ilişkinin varlığını gösteren çalışma ise 1997'de yapılmıştır (Browson ve Alavanja, 1997).

Küçük coğrafi ölçekte ise, İngiltere Küçük Bölge Sağlık İstatistikleri Birimi tarafından yapılan pek çok çalışma ile hava, toprak ve sudaki etki araştırmaları yapılmıştır. Bir başka çalışmada da, Shipman köyünde toprakta bulunan kadmiyum oranının yüksek olmasından dolayı kanser insidans ve mortalitesinde pozitif bir ilişki bulunmuştur (Elliott vd., 2000). Elektrik hatlarının iyonize olmayan radyasyonu gibi bazı etkilerinde potansiyel zararlı etkileri elektrik hatlarından 50-100 m. civarında olmak üzere küçük mesafelerde incelenmiştir. Küçük bölge çalışmalarının

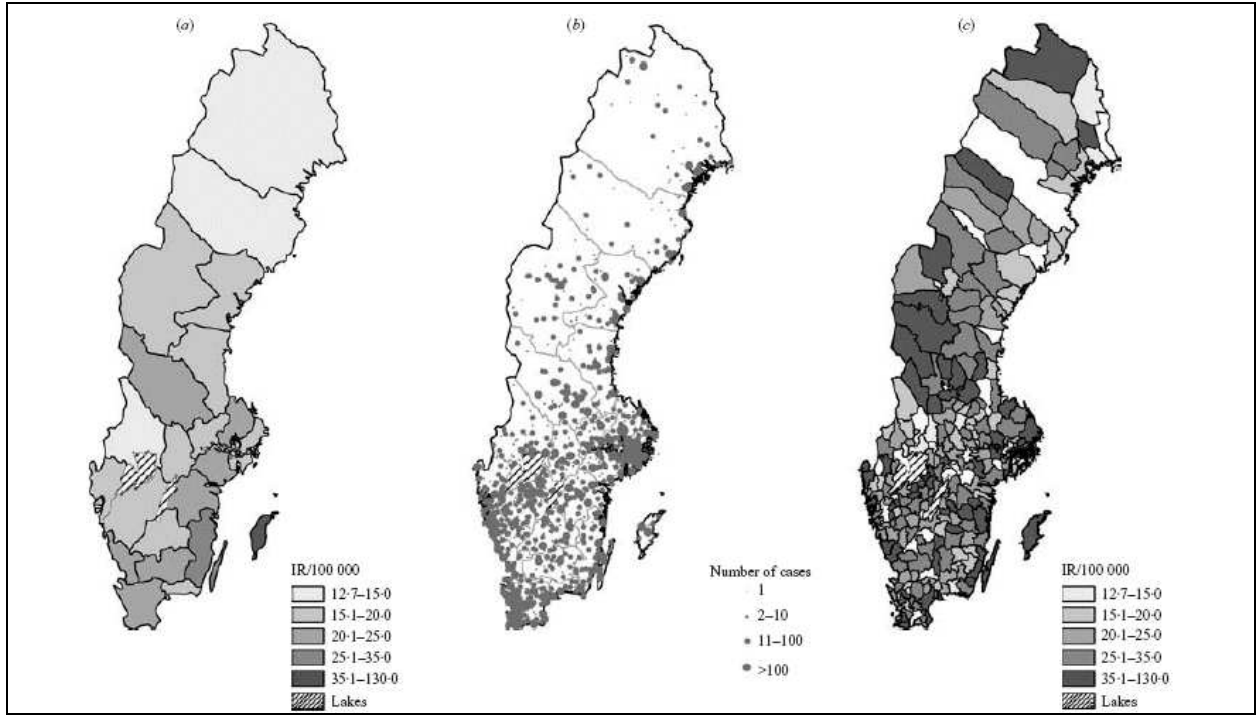
avantajı, ekolojik sapmanın potansiyelini azaltmasıdır. Yani küçük bölgelerde çalışma, o bölgede çevresel faktörlerin daha iyi incelenmesi ve ilişkilerde konumsal açıdan daha az yanılmanın olmasına sebep olmaktadır.

Günümüzde hastalıkların konumsal analizlerinin gerçekleştirildiği en başarılı uygulamalardan biri kanser atlaslarıdır. Bu tip atlaslara en güzel örneklerden biri de, Amerika Ulusal Kanser Enstitüsünün ürettiği kanser insidanslarının ve kanser ölüm oranlarının dağılımlarının gösterildiği haritalardır. Kanser vakalarının konumsal ve zamansal olarak dağılımları incelenerek, haritalara dayalı istatistiki sonuç ürünleri internet üzerinden kullanıcılara sunulmaktadır (URL-3, 2007). NCI'nın GIS-H laboratuvarında yürüttüğü projelerden biri "Long Island Akciğer Kanseri Araştırma Projesi (LI GIS-Long Island Breast Cancer Study Project)" dir. Bu proje kapsamında Long Island'a ait 1950-1994 yılları arasındaki kanser vaka oranlarının hesaplanması, görüntülenmesi ve karşılaştırılması, hastalık kümelerinin konumsal ve zamansal olarak belirlenmesi, potansiyel risk bölgelerinin belirlenmesi ve bu bölgelerin coğrafi yapısı ile kanser arasındaki ilişkinin araştırılması konuları yer almaktadır (Goovaerts ve Jacquez, 2004; URL-2, 2007). Şekil 3'de New York'ta 1993-1997 yılları arasında görülen meme kanseri vakaları yoğunluklarına ait renk tonlu harita görülmektedir.



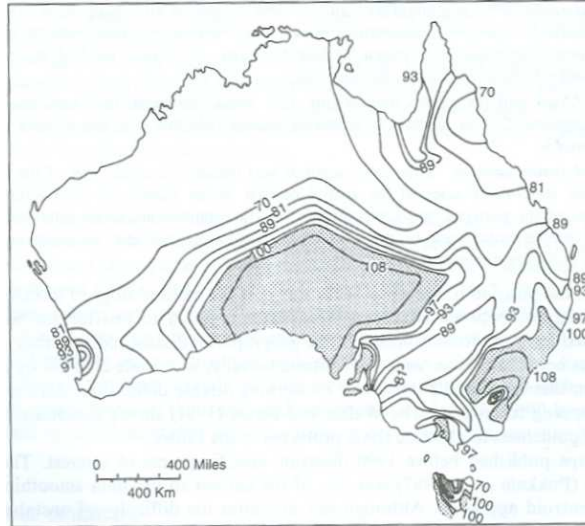
Şekil 3. 1993-1997 yılları arasında New York'ta görülen meme kanseri vakalarının yoğunluk (insidans) haritası (URL-2, 2007).

Şekil 4'de ise İsveç'te 1998-2000 yılları arasında görülen kampilobakter enfeksiyonları ile çevresel risk etmenleri arasındaki ilişkinin incelenmesi yoluyla üretilen haritalar görülmektedir (Nygard vd., 2004). (a) 100 000 kişide kampilobakter bakterisinin görülme sıklığı (insidans) haritasını, (b) vakaların ikamet adres bilgilerine göre konumlarının noktasal dağılım haritasını ve (c) her bir idari birimde (belediye vb.) hastalığın yıllık ortalama insidansını gösteren haritaları temsil etmektedir.



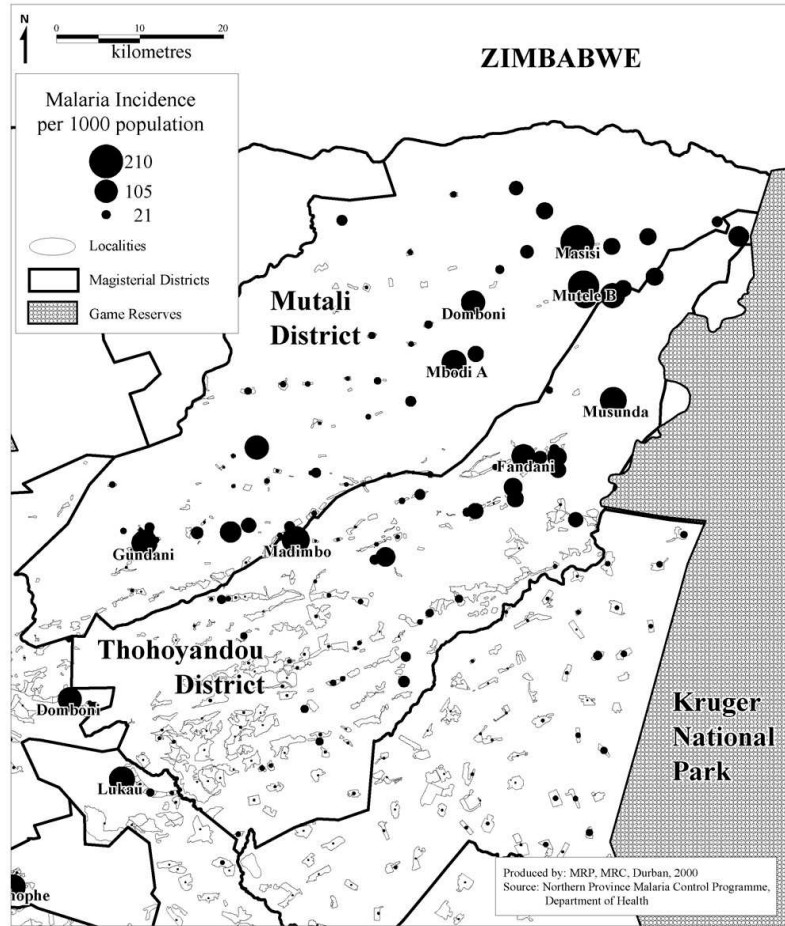
Şekil 4. İsveç'te görülen kampilobakter enfeksiyonu haritaları (Nygard vd., 2004).

Renk tonlu haritalar yerine düzeç eğrili haritaların kullanıldığı bir başka örnek uygulamada ise, Avustralya'da erkeklerde görülen kalp hastalıkları haritasıdır. Bu çalışmada 1965–66 yılları arasında Avustralya'da erkeklerde görülen kalp hastalıklarının eğrisel haritası ile hastalığın artan risk eğrileri gösterilmektedir (Şekil 5). Yüksek riskli bölgelerde iç kontörlerde gölgeleme yöntemi kullanılmıştır. Standardize edilmiş mortalite oranları ise harita fonksiyonu olarak ele alınmıştır (Elliott vd., 2000).



Şekil 5. Avustralya'da 1965–66 yılları arasında erkeklerde görülen kalp hastalıklarının eğrisel haritası (Elliott vd., 2000).

Bir başka çalışmada ise, Güney Afrika'da malaria (sıtma) araştırma ve control çalışmaları için CBS destekli malaria bilgi sistemi uygulaması yürütülmektedir. Bu çalışmada 1998-1999 yılları arasında Northern İli'nde görülen malarya vakaları mahalle bazında ikamet bilgilerine göre harita üzerinde konumlandırılarak, malarya dağılım ve insidans haritaları üretilmiştir (Şekil 6). Hastalığın yoğunluğu grafiksel olarak idari sınırlar içerisinde ifade edilmiştir. Hastalık yoğunluğu 100 000 kişide görülen malarya vakalarına göre hesaplanarak, harita üzerinde ifade edilmiştir (Martin vd., 2001).



Şekil 6. 1998-1999 yılları arasında Northen İli, Mutali ve Thohoyandou mahallelerine ait malarya insidans haritası (Martin vd., 2001).

3. SONUÇ

Konumsal epidemiyoloji çalışmaları, önemli olduğu düşünülen sağlık ve çevresel etkenler arasında ilişkilerin araştırmalarını amaçlar. Hastalığa neden olan etken hakkında bilgiye sahip olma önemlidir. İleri istatistik yöntemlerinin temel gereksinimleri olmadan, analizin gerçekleştirilmesi olası değildir. Böyle yöntemler nadir görülen hastalıkların araştırıldığı küçük bölge çalışmalarında çok önemlidir. Sağlık olayları arasındaki konumsal ilişkinin araştırılması için, öncelikle hastalıkla ve o hastalığa neden olan çevresel etkenler hakkında bilgi toplanmalı ve bu bilgiler ihtiyaç doğrultusunda uygulanacak olan istatistik yöntemlerle analiz edilmelidir. Bu ise ancak, konumsal bilginin, sağlık olayları ile ilgili bilgilerin ve çevresel etmenlere ait bilgilerin bir arada değerlendirilebildiği CBS ile yapılabilmektedir.

İlk hastalık haritaları, Amerika ve Avrupa’da çeşitli bulaşıcı hastalıklar için 1800’lü yıllarda üretilmiştir. İlk başlarda salgın hastalıkların izlenmesi ve kontrolü amaçlı üretilen haritalar, daha sonra sağlıkla ilgili gelişen tüm olayların takibinde kullanılmıştır. CBS teknolojilerinin gelişimi ile birlikte de sağlık alanında hastalık haritalama ve sağlık planlamada pek çok çalışma gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de ise sağlık alanındaki CBS uygulamaları son yıllarda başlamıştır. Özellikle son 3-4 yılda bu alanda farklı akademik çalışmalar yürütülmektedir. Bu çalışmaların pek çoğu ufak ölçekte çalışan, yurtdışındaki uygulamalarla kıyaslandığında daha basit oldukları söylenebilecek çalışmalardır. Pek çoğunda istatistik açıdan irdelemeler yapılmamış yalnızca hastalık haritalama şeklinde üretilen, karmaşık olmayan sorgulamaların yapıldığı çalışmalardır. Bir kısım çalışmada ise istatistik açıdan değerlendirmeler ve hastalık görülme oranları ile ilgili çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu alandaki çalışmaların ülkemiz açısından önemi gün geçtikçe daha fazla fark edilmektedir. Böylece ilerleyen süreçte sağlık CBS alanındaki uygulamaların sayısı giderek artacaktır.

KAYNAKLAR

- Alexander, F.E., Williams, J., Cartwright, R.A., Ricketts, T.J.,** 1989. A specialist leukaemia/lymphoma registry in the UK. 2: clustering of Hodgkin's disease, *British Journal of Cancer*, 60, 948-52.
- Baris, Y.I., Simonato, L., Atrinli, M., Pooley, S., Saracci, R., Skidmore, J., vd.,** 1987. Epidemiological and environmental evidence of the health effects of exposure to erionite fibres: a four year study in the Cappadocian region of Turkey, *International Journal of Cancer*, 39, 10-17.
- Brownson, R.C. ve Alavanja, M.C.R.,** 1997. Radiation I: Radon, In *Topics in environmental epidemiology* (K.Steenland ve D. Savitz ed.), 269-94, Oxford University Press, New York.
- Dockery, D.W., Pope, C.A., Xu, X., Splengler, J.D. vd.,** 1993. An association between air pollution and mortality in six US cities, *New England Journal of Medicine*, 329, 1753-9.
- Durusoy, R.,** 2004. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Epidemiyolojide Kullanımı, Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi, Halk Sağlığı Anabilim Dalı, 2003-2004 yılı seminer programı sunumu, İzmir.
- Elliott, P., Stamler, J., Nichols, R., Dyer, A.R., Stamler, R., Kesteloot, H. vd.,** 1996. "Intersalt revisited: further analyses of 24 hour sodium excretion and blood pressure within and across populations", *British Medical Journal*, 312, 1249-53.
- Elliott, P., Wakefield, J.C., Best, N.G., Briggs, D.J.,** 2000. *Spatial epidemiology: methods and applications*, 1.Bölüm, s.3-14, Oxford University Press, New York, USA.
- English, D.,** 1992. Geographical epidemiology and ecological studies, In *Geographical and environmental epidemiology: methods for small-area studies* (P. Eliot vd.), 3-13, Oxford University Press.
- Goovaerts, P. ve Jacquez, G.M.,** 2004. Accounting for regional background and population size in the detection of spatial clusters and outliers using geostatistical filtering and spatial neutral models: the case of lung cancer in Long Island, New York, *International Journal of Health Geographics* 2004, 3:14.
- Keys, A.,** 1970. Coronary heart disease in seven countries, *American Heart Association Monograph* 29, American Heart Association, New York.
- Kurtzke, J.F.,** 1985. Neurological system, In *Oxford textbook of public health*, Vol. 4, 203-49, Oxford University Press.
- Lawson A.B.,** 2006. *Statistical Methods in Spatial Epidemiology*, John Wiley & Sons, Ltd, New York.
- Martin, C., Curtis, B., Fraser, C., Sharp, B.,** 2001. The use of a GIS-based malaria information system for malaria research and control in South Africa, *Health & Place* 8 (2002) 227-236.
- NAACCR,** 2002. *Using Geographic Information Systems Technology in the Collection, Analysis, and Presentation of Cancer Registry Data: A Handbook of Basic Practices*, North American Association Of Central Cancer Registries, USA.
- Nygard, K., Andersson, Y., Rottingen, J.A., Svensson, A., Lindback, J., Kistemann, T., Giesecke, J.,** 2004. Association between environmental risk factors and campylobacter infections in Sweden, *Epidemiol. Infect.* (2004), 132, 317-325. f 2004 Cambridge University Pres.
- Pope, C. A., Thun, M.J., Namboodiri, M.M., CDockery, D., vd.,** 1995. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults, *American Journal of Respiratory Critical Care Medicine*, 151, 669-74.
- Shaper, A.G., Packham R.F. ve Pocock, S.J.,** 1980. The British regional heart study: cardiovascular mortality and water quality, *Journal of Environmental Pathology and Toxicology*, 143, 456-62.
- URL 1,** Wikipedi Türkçe Özgür Ansiklopedi sitesi, Epidemiyoloji nedir? <http://tr.wikipedia.org> , 16 Nisan 2007.
- URL-2.** A.B.D. National Cancer Institute, <http://www.gis.cancer.gov>, 14 Eylül 2007.
- URL-3.** A.B.D. National Cancer Institute Cancer Atlas, Cancer Mortality Maps and Graphs, <http://www3.cancer.gov/atlasplus> , 14 Eylül 2007.