



Coğrafi bilgi sistemleriyle

Epidemiyolojinin Yeni Çağı

İnsan sağlığı çeşitli yönleriyle pek çok bilim dalının merceği altında. Kimi araştırmalar mekanizması bilinen hastalıklara karşı önleyici ve iyileştirici tedaviler peşindeyken kimi araştırmalar hastalıkların moleküler ve genetik mekanizmalarını ortaya çıkarmaya çalışıyor. İnsan sağlığıyla ilgili araştırmaların bir dalıysa, hastalıklara daha dışarıdan bakarak hastalıkların dağılımı ve buna bağlı olarak da belirleyici etmenler üzerine eğiliyor. Epidemiyoloji olarak adlandırılan bu disiplinin geçmişi çok eskilere dayanıyor, ancak bilgisayar teknolojilerinin gelişmesine bağlı olarak gelişen coğrafi bilgi sistemlerinin yaklaşık son 30 içinde yaygınlaşmaya başlaması, alansal epidemiyoloji araştırmalarında yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul ediliyor.

Dünyadaki tüm verilerin yaklaşık % 80'inin konum bilgisi taşıyan veri olduğu tahmin ediliyor. İnsan sağlığına ilişkin veriler de doğal olarak konumsal nitelik taşıyor, çünkü her canlı gibi insan da bulunduğu ortamla sürekli etkileşim halinde. İnsan sağlığı ile konum arasındaki ilişki insanların dikkatini uzun süre önce çekmiş. Örneğin Hipokrat, insanların alışkanlıklarının ve bünyelerinin yaşadıkları yerlerin doğasıyla uyum içinde olduğunu anlattığı "Havalar, Sular ve Yerler" adlı eserinde bu konuya değinmiş. 19. yüzyılda yapılan ve epidemiyolojinin bir disiplin olarak gelişmesine katkı sunan birtakım araştırmalar da yine hastalıkların etiyolojisi (hastalığın sebebi ve/veya mekanizması) hakkında ipuçları elde etmek üzere coğrafyaya başvurmuş.

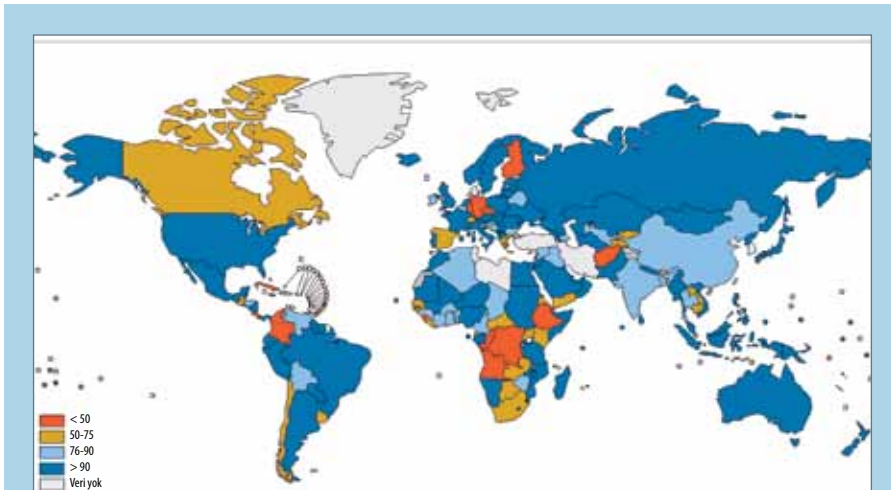
Epidemiyolojide "zaman, konum ve insan" ilişkisi öteden beri dikkat çekmişse de konum, bireysel özelliklere dayalı etiyolojik araştırma yaklaşımlarında genellikle geri planda kalmış. Son 30 yılda gelişip yaygınlaşmaya başlayan coğrafi bilgi sistemleri (CBS) sağladığı teknik imkânlar sayesinde epidemiyoloji çalışmalarında konumun -ve zamanın- ele alınması gerektiği konusunda genel bir farkındalık oluşmasını sağladı.

Coğrafi Bilgi Sistemi Nedir?

Coğrafi bilgi sistemi (CBS) temelde çok miktarda bilginin coğrafi bir bağlamda görselleştirilmesini ve analiz edilmesini sağlayan, bilgisayar temelli, güçlü bir haritalama ve analiz teknolojisi. CBS'ler alansal verinin girişi, depolanması, yönetimi, analizi ve gösterimi için kullanılıyor. CBS temel olarak konum bilgisi dışındaki bilgileri, örneğin bireylerin sağlık durumlarıyla ilgili bilgileri, konumlarla eşleştiriyor. Böylece konum bilgisiyle eşleşmiş durumdaki her türlü verinin kolayca haritalanması ve bu haritalar üzerinde çeşitli sorgulamalar yapılması mümkün oluyor. CBS aynı konumla ilgili farklı bilgileri farklı veri katmanlarında saklayabiliyor. Böylece örneğin bir ildeki farklı kanser vakalarının dağılımlarını gösteren haritalar, veritabanında farklı veri katmanları olarak saklanıyor ve gerektiğinde farklı katmanlar birleştirilerek çeşitli ilişkilerin incelenmesi mümkün olabiliyor. CBS'ler ayrıca güçlü görselleştirme işlevleriyle çeşitli amaçlara özel haritaların hazırlanmasına ve alansal bilginin kolayca anlaşılır biçimde sunulmasına hizmet ediyor.

Epidemiyoloji ve CBS

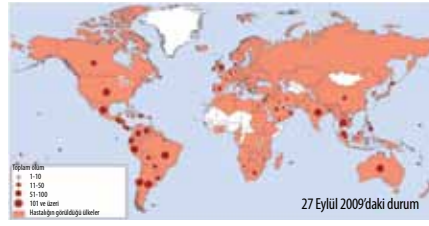
Nicel verilerin görsel olarak sunulması ve haritalama tekniklerinin epidemiyolojide uygulanması aslında CBS'nin başlangıcından çok önceye dayanıyor. Örneğin epidemiyolojinin kurucularından sayılan John Snow, 1854 yılında kolera salgınının sebebini araştırırken oluşturduğu haritada, Londra'daki kolera vakalarının bir su pompası etrafında yoğunlaştığını göstermişti. Ancak bilgisayar destekli haritalama araçları henüz ortada yokken oluşturulan tüm haritalar bazı açılardan sınırlıydı. Bunlardan biri çok miktarda veriyle baş etmenin zorluğuydu. Nicel tematik haritaların ortaya çıkıp da CBS sistemlerinin oluşmasına öncülük etmesi ancak bilgisayar teknolojisinin gelişmesini takiben, 1960'lardan itibaren mümkün oldu.



Bu harita dünyadaki ülkelerin 2008 yılında kaliteli içme suyu kullanan nüfus oranlarını yüzde olarak gösteriyor. Böyle bir harita, örneğin çeşitli hastalıkların dağılımıyla birlikte haritalandığında o hastalıklarla içme suyu kalitesi arasındaki olası ilişkiler ortaya çıkarılabilir.



17 Temmuz 2009'daki durum



27 Eylül 2009'daki durum



21 Mart 2010'daki durum

Bu haritalar yaygın olarak domuz gribi olarak bilinen hastalığa neden olan H1N1 salgınının farklı tarihlerdeki durumunu gösteriyor. Pembe renk laboratuvar analizleriyle doğrulanmış H1N1 vakalarının görüldüğü bölgeleri gösteriyor. Sayılarla orantılı farklı büyüklükteki turuncu noktalar Dünya Sağlık Örgütü'ne raporlanan H1N1 kaynaklı ölü sayılarını temsil ediyor. Farklı tarihlerdeki haritalar karşılaştırılarak hastalığın yayılışı daha iyi anlaşılabilir.

CBS epidemiyolojik verilerin görselleştirilmesi ve analizi için eşsiz olanaklar sunarak, tablo halindeki verilerden anlaşılması çok zor olan genel eğilimlerin ve sağlıkla ilgili çeşitli parametreler arasındaki ilişkilerin ortaya çıkarılmasını sağlıyor. Kamu sağlığıyla ilgili kaynaklar, belirli hastalıklar ve sağlıkla ilgili başka olgular ya da olaylar, çevresel faktörlerle ve mevcut sıhhi ve sosyal altyapıyla birlikte haritalanabiliyor. Bu tür bilgiler, birlikte haritalandığında hastalıkların izlenmesi ve kontrolü ve kamu sağlığı programları için güçlü araçlar oluşturuyor.

CBS uygulamaları sağlıkla ilgili olgulara ya da olaylara ilişkin mekânsal ve zamansal eğilimlerin belirlenmesinde yardımcı oluyor. Örneğin bir salgın hastalığın hangi bölgede ve ne zaman daha yoğun olarak görüldüğü CBS işlevleriyle ortaya çıkarılabiliyor. Risk altındaki grupların ve risk faktörlerinin belirlenmesinde, çeşitli toplulukların sağlık bakımı ihtiyaçlarının belirlenerek gerekli kaynak aktarımının yapılmasında CBS çıktılarında faydalanılıyor. Aşı kampanyalarında ihmal edilmiş bölgelerin belirlenmesi, hastalık salgınlarının öngörülmesi, sağlıkla ilgili bilgilerin halka sunulması, bir noktaya en yakın sağlık merkezinin belirlenmesi gibi pek çok uygulamada CBS'ler kullanılıyor.

CBS'ler örneğin vektör ya da su kaynaklı hastalıkların takibi, çevresel sağlık araştırmaları, elektromanyetik alana maruz kalmayla ilgili modellemeler, çevreye verilen zararların ve bunların kamu sağlığına etkilerinin nicel olarak anlaşılması, trafik kazalarının öngörülmesi ve trafik kazalarındaki risklerin modellenmesi gibi uygulamalarda sıklıkla kullanılıyor. Ayrıca sağlık personeli ve altya-

pısına ilişkin politik karar aşamalarında ve planlamada da CBS'lere gitgide artan oranda başvuruluyor.

Sağlık planlama çalışmalarında artık tedaviler kadar önleyici tedbirlere de önem veriliyor. Bu da hastalıkların, olası hastalık etmenlerinin ve risk altındaki grupların takibini gerekli kılıyor. Bu da çok miktarda verinin birbiriyle uyumlu ve gerektiğinde bir arada kullanılacak biçimde saklanması gerektiği anlamına geliyor. İşte CBS'ler epidemiyolojik izleme bilgileri, nüfus bilgileri ve çevresel etmenlerle ilgili bilgiler gibi çok farklı kaynaklardan gelen bilgilerin bir araya getirilmesini, saklanmasını ve coğrafi olarak entegre edilmesini sağlıyor. Sistemde her bir veri kaydına istenen hassasiyet düzeyinde konum bilgisi atanıyor. Bu işlem bir kere standardize edildiğinde CBS farklı hastalıkların izlenebildiği ortak bir platform haline geliyor. Böylece bir sağlık organizasyonunun farklı amaçlarla yaptığı araştırmalardaki veri toplama süreçlerinde tekrarlı işlemlere gerek kalmıyor. Örneğin bir hastanın CBS'de zaten kaydı varsa yapılan araştırma sonucunda hastanın sadece belirli bir hastalıkla ilgili bilgisinin sisteme girilmesi yeterli oluyor. Bu da veri toplamanın yüksek maliyet getirdiği büyük ölçekli araştırmalarda ve projelerde maliyetin azalmasını sağlıyor.

CBS ve Haritalar

CBS'ler alansal bilgiyi tek tek vakalar düzeyine kadar uzanan bir hassasiyetle görselleştirebilmeyi ve modellerle öngörülerde bulunabilmeyi sağlayan araçlar sunuyor. Böylece hastalıkların alansal dağılımı ve çeşitliliği, yaygınlığı ve sıklığı ortaya konabiliyor. CBS'ler özellikle

tematik harita olarak adlandırılan, belirli bir alandaki belirli bir özelliği, olguyu ya da olayı görselleştirmek amacıyla hazırlanan temsili haritaların oluşturulmasında sıklıkla kullanılıyor. Verilerin tablolar ve grafikler yerine haritalarla sunulması, verilmek istenen mesajın teknolojiye aşina olmayan kişilere bile açık ve anlaşılır biçimde iletilmesini sağlıyor. Ayrıca karar vericilerin sağlıkla ilgili kaynaklara ve altyapıya ilişkin problemleri kolayca görmesine ve anlamasına ve ihtiyaç içindeki bölgeleri ya da toplulukları belirlemesine yardımcı oluyor.

Tematik haritalarda renk seçimi, sayısal verilerin sınıflara ayrılma yöntemi ve kullanılan semboller haritanın içerdiği bilgiyi doğru biçimde aktarmasında önem taşıyor. Bu özellikler gerektiği şekilde belirlenmediğinde haritalar yanıltıcı olabiliyor. Hatta haritaların art niyetli olarak yanıltıcı biçimde hazırlanması ve bu şekilde karar vericilerin ya da kamuoyunun yanlış yönlendirilmesi bile mümkün. Örneğin uygun renkler ve sınıflandırma yöntemleri kullanılarak bir hastalığın yayılışının gizlenmesi de vurgulanması da mümkün.

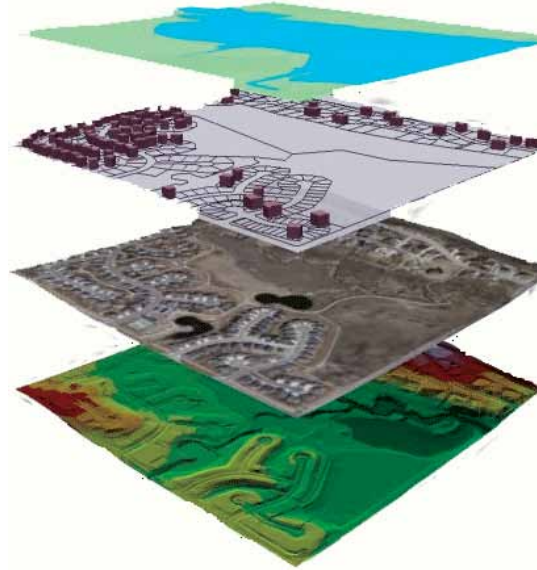
Haritalar Yeterli mi?

Aslında alansal verilerin bilimsel olarak incelenmesi, alansal istatistik olarak adlandırılan ve CBS'den bir araç olarak faydalanan bir disiplinin konusu. Bir veri setinin alansal olarak analizi basit haritaların incelenmesinden modellemeye kadar çeşitli karmaşıklık düzeylerinde aşamalar içeriyor. Alansal analiz süreci genellikle üç aşama şeklinde ele alınıyor. Birincisi görsel inceleme, yani çeşitli yöntemlerle oluşturulan haritaların görsel

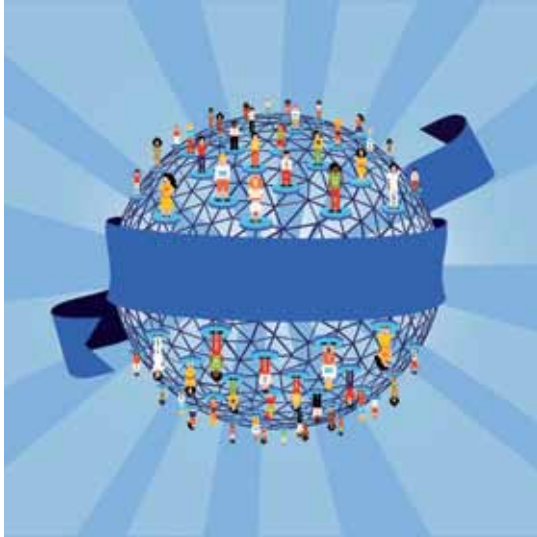


Bu haritalar dünyadaki ülkelerde 2009 yılında kadınlara ve erkeklere ilişkin doğumdaki yaşam süresi beklentilerini ayrı ayrı gösteriyor. Böyle iki haritanın birlikte incelenmesi örneğin kadınların ve erkeklerin yaşam süresi beklentileri arasında hangi bölgelerde ne gibi farklar ya da benzerlikler olduğu ve bu farkların ve benzerliklerin birbirine yakın bölgelerde birbirine ilişkili olup olmadığı gibi sorulara yanıt arayan epidemiyoloji ve halk sağlığı araştırmacıları için yol gösterici olabilir.

olarak incelenmesi. İkinci aşama veri üzerinde verinin belirli özelliklerini ortaya çıkaracak ya da vurulacak değişiklikler yapılarak oluşturulan haritaların ve veri üzerindeki bazı hesaplamalar sonucu oluşturulan grafiklerin yine görsel olarak incelendiği keşif aşaması. Üçüncü aşama ise verilerin alansal istatistik yöntemleri kullanılarak analizi sonucunda, söz konusu olguya ilişkin kimi hipotezlerin geçerliliğinin sınanmasını ya da söz konusu olgunun modellenerek olguya ilişkin öngöründe bulunmayı sağlayacak araçlar oluşturulmasını içeriyor.



CBS'ler aynı konuyla ilgili farklı bilgileri farklı veri katmanlarında saklayabiliyor. Örneğin bir şehirdeki hava kirliliğinin dağılımı farklı bir katmanda farklı solunum yolu hastalıklarının dağılımları farklı katmanlarda saklanabilir ve gerektiğinde bu katmanlar bir arada kullanılarak bu hastalıkların hava kirliliğiyle olası ilişkilerinin ortaya çıkarılmasına katkı sağlayabilir. KAYNAK: <http://www.sehirplancisi.com>



İstatistiksel yöntemlere aşına olmayan halk sağlığı uzmanları giderek artan oranda CBS uygulamalarından faydalanıyor. Ancak CBS çıktılarının istatistiksel analizler olmaksızın kullanılmasının sakıncalar yaratabileceği düşünülüyor. Örneğin alansal veri CBS'ye veriliyor ve sağlık olgularıyla çeşitli çevresel etmenler arasındaki ilişkileri görsel olarak incelemek üzere tematik haritalar üretiliyor. Sonunda haritada görülen çarpıcı örüntüler açıklayıcı bir hipotez oluşturmakta kullanılıyor. Bu tür bir yaklaşımsa, varlığı bilimsel olarak doğrulanmamış ancak görünüşte var olan bir örüntüyü açıklamak üzere hipotezler oluşturulması anlamına geliyor.

Her ne kadar keşif analizleriyle desteklenen harita incelemeleri epidemiyologlar tarafından genellikle yeterli bulunuyorsa da, belirli hipotezleri sınamak ya da örneğin hastalık sıklığıyla çevresel etmenler arasındaki ilişkileri öngörmek üzere hastalığın dağılımını nicel olarak modellemek gerekiyor. Dolayısıyla CBS'nin epidemiyolojide daha faydalı olabilmesi için CBS'nin kullanıldığı araştırmalarda alansal istatistik yöntemlerinin daha fazla kullanılması gerekiyor. Bu anlamda son yıllarda CBS teknolojilerinin alansal istatistikle birleşmeye başlaması olumlu bir gelişme olarak kabul ediliyor. Sonuç olarak CBS'lerin sunduğu çarpıcı ve etkileyici haritaların bilimsel olarak geçerli bilgiler aktarması, ancak alansal istatistik yöntemlerinin de sürece entegre edilmesiyle mümkün olabilecek.

Kaynaklar
Rytkönen, M. J., "Not all maps are equal: GIS and spatial analysis in epidemiology", *International Journal of Circumpolar Health*, Cilt 63, Sayı 1, s. 9-24, 2004.
Krieger, N., "Place, Space, and Health: GIS and Epidemiology", *Epidemiology*, Cilt 14, Sayı 4, s. 384-385, 2003.

Johnson, C. P., Johnson J., "GIS: A Tool for Monitoring and Management of Epidemics", *Map India 2001 Conference*, Yeni Delhi, Şubat 2001.
Clarke, K. C., McLafferty, S. L., Tempalski, B. J., "On Epidemiology and Geographic Information Systems: A Review and Discussion of Future Directions", *Emerging Infectious Diseases*, Cilt 2, Sayı 2, s. 85-92, 1996.