

# Akıllı Kentlerde Mekânsal Düşüncenin Geliştirilmesi

Hatice Atalay, N. Necla Uluğtekin

*Istanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, Maslak 34469 İstanbul*

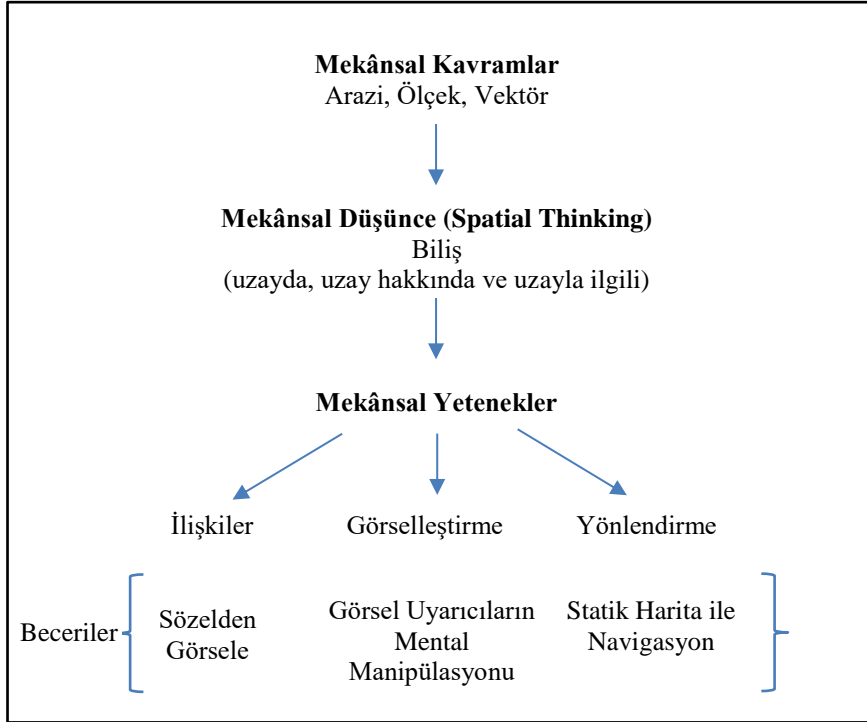
## Özet

*Doğal kaynakların tükenmesi ve kısıtlı kaynakları yönetmek ve sürdürülebilirliğini sağlamak, kentsel büyüme sonucu kentsel sistemlerin kapasitelerinin ve tasarımlarının eksikliği, artan hava ve su kirliliği, tehlikeli atık bertarafı, gelişigüzel arazi kullanımı, sera gazı emisyonunun artması, doğal kaynak ve ekosistem taşıma kapasitesinin kısıtlı olması gibi sürdürülebilirlik ile ilgili konularda çözüm(ler) aranmaktadır. Akıllı kentler kavramı daha çok gündem güne olumsuz etki, şok ve belirsizlikler öğreticiliğinde gelişme ve ilerleme gösteren dinamik bir yapıdadır. Kentlerin de bu durumlara uyum sağlayarak temel fonksiyonlarını yerine getirmesi yani kırılabilirliklerinin iyileştirilerek kentlerin dayanıklı bir yapıya dönüştürülmesi gerekmektedir. Kentlere ilişkin bu hedefler teknolojik gelişmelerin de katkısıyla mekânsal veri altyapısının oluşturulmasından kentsel veri/bilgilerin vatandaşlarla paylaşılmasına kadar birçok aşamadan oluşmaktadır. Haritalar, mekânsal bilginin paydaşlarla paylaşılmasında en yaygın olarak kullanılan iletişim araçlarıdır. Mekânsal ilişkiler ile kullanıcı arasındaki iletişimin seviyesini iyileştirmek, toplumun mekânsal düşünce düzeyinin artırılması kartografik yaklaşımları gerektirmektedir. Kartografyanın kavramsal temeline göre (yeni bilgisayar teknolojisi kullanılarak) formalizm, (analiz ve uygulamalar ile) biliş ve (yeni sunum teknikleri ve ortamlar kullanılarak) iletişim kartografik (mekânsal) görselleştirmenin temel yapı taşlarıdır. Mekânsal görsel analitik ise mekânsal bilgilerle ilgili akıl yürütmeyi, öngörü ve kararları etkinleştirmek için analitik yöntemlere, görsel ara yüzlere odaklanan bir araştırma ve uygulama alanıdır. Yazılımcılar ham verinin görselleştirilmesi üzerine yoğunlaşırken yararlı bilginin (knowledge) mekânsal görselleştirilmesi konusu eksik kalmaktadır. Bu çalışma; sistemlerin sistemi olan akıllı kent kavramı ve paydaşlara sunacağı hizmetler bağlamında bilginin görsel analitiğin gücünden yararlanarak kullanıcı odaklı görselleştirilmesi ve paydaşlarda mekânsal düşüncenin oluşturulması ve geliştirilmesi amacıyla çıkarılan bir yoldur ve geliştirilmektedir.*

**Anahtar Sözcükler:** Akıllı Kentler, Görsel Analitik, Kartografik Görselleştirme,

## 1. Giriş

Sözlü, mantıksal, mecazi, varsayımsal, matematiksel, istatistiksel gibi pek çok düşünme biçimi vardır. Betimleme (representational) sistemleri (örneğin sözel, dilsel semboller kullanarak; matematiksel, matematiksel semboller kullanarak) veya akıl yürütme/mukakeme (reasoning) sistemleri (örneğin mantık, metafor/mecaz) açısından ayırt edilebilirler. Herhangi bir bilişsel süreçte birden fazla düşünme biçimi bir arada kullanılır. Harvard Üniversitesi'nden bir psikolog ve sinirbilim (neuroscience) profesörü Dr. Howard Gardner Çoklu Zekâ (The Theory of Multiple Intelligences-MI) teorisini 1983'te geliştirmiştir (Gardner, 1983). Görsel mekânsal (uzamsal-spatial) zekâ bu teoride bahsedilen dokuz zekâdan biridir. Gardner'a göre görsel mekânsal (uzamsal-spatial) zekâ, insanların görsel veya **uzamsal bilgiyi** algılamasına ve görsel imgelerin bellekten yeniden oluşturulmasına olanak sağlar. Uzamsal düşünce, bireyin kendisini evren veya dünya üzerinde konumlandırmasıyla ilgili oluşunun yanı sıra bir dolabı monte etmek veya bir aracın bagajını düzenlemek gibi konularla da ilgilidir (Newcombe ve Frick, 2010). **Mekânsal düşünce**, bireyin evren ve fiziksel yeryüzünü ve yeryüzüne ilişkin fenomenleri daha iyi anlamaya yönelik mekânsal yeteneklerle oluşturduğu zihinsel süreçler olarak tanımlanabilir. **Mekânsal yetenekler** ise mekânsal görselleştirme, mekânsal yönlendirme (orientation) ve mekânsal ilişkiler olarak ifade edilmektedir (Tomaszewski, 2020a). Mekânsal düşünme mekânsal kavramlar, betimleme (representation) ve akıl yürütme süreçlerinden (spatial reasoning) oluşur. Mekânsal düşünmeyi diğer düşünme biçimlerinden ayıran sorunları yapılandırmak, cevaplar ve çözümler bulmak için mekânsal kavramlardan ve mekânsal olarak ifade etme yöntemlerinden yararlanılmasıdır. 2006'da ABD Ulusal Bilimler Akademisi (U.S. NRC) raporunda K-12 (12. sınıfa kadar eğitim) müfredatında Coğrafi Bilgi Sistemleri ile mekânsal düşünmenin geliştirilmesi konusunu ele almıştır. Raporda mekânsal düşünmenin, **mekânsal kavramlar**; farklı ölçme birimleri arasındaki ilişkiler (km – mil), uzaklık hesaplamasının farklı yolları (km, yolculuk zamanı, yolculuk maliyeti, koordinat sistemlerinin temelleri (kartezyen, kutupsal koordinatlar), mekânın doğası (2B, 3B), **mekânsal betimleme (spatial representation)**, görünüşler (views) arasındaki ilişkiler (plan, perspektif), projeksiyon etkisi (Mercator, alan koruyucu), temel grafik tasarım ilkeleri (okunaklılık, görsel kontrast), **mekânsal akıl yürütme (spatial reasoning)**; en kısa mesafeyi değerlendirebilme yeteneği (kuş uçuşu veya belirli bir yol ağı kullanarak), enterpolasyon ve ekstrapolasyon yeteneği ve karar verme gibi konularda bilgi sahibi olmayı gerektirdiğinden bahsedilmiştir (NRC, 2006). Mekânsal düşünme konusunda yetkin bir kişi mekânsal okuryazar (spatially literate) kabul edilebilir. Düşünmeyi öğrenmek, temel bir eğitim hedefidir. Şekil 1; mekânsal kavramların ve mekânsal düşüncenin kişinin mekânsal yeteneklerini ve becerilerini nasıl geliştirebildiğini göstermektedir. Mekânsal düşünce; uzayda biliş, uzay hakkında biliş ve uzay ile biliş olmak üzere üç farklı şekilde tanımlanmıştır. Uzayda biliş; uzayda kendimizi nasıl konumlandığımızla, uzay hakkında biliş; dünyanın evrendeki konumuyla, uzay ile biliş ise bildiğimiz anlamda mekânsal olmayan fakat mekânsal olarak incelenebilen (Avrupa dilleri arasındaki ailevi ilişkiler, mutluluk gibi soyut ilişkiler vb.) konularla ilgilidir (NRC, 2006; Tomaszewski, 2020a).



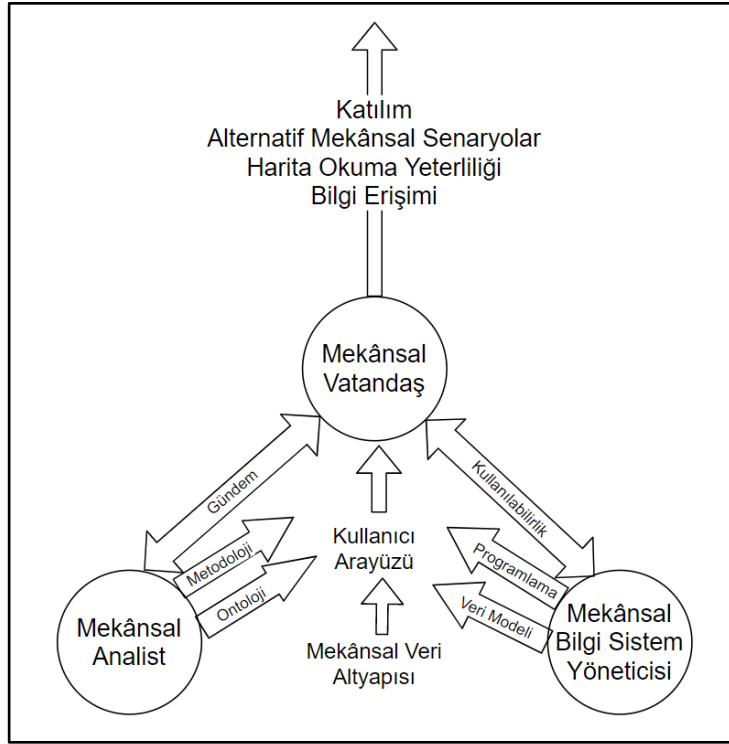
Şekil 1. Mekânsal kavramlar, mekânsal düşünce ve mekânsal yeteneklerin ilişkisi. (Tomaszewski, 2020'den dilimize uyarlanmıştır) (Tomaszewski, 2020a).

FeTeMM (STEM-Science, Technology, Engineering, Math) eğitimi; fen, teknoloji, mühendislik ve matematik alanlarındaki teorik bilginin uygulamaya dönüşmesini temel alır. 1957'den itibaren başlayan araştırmalar FeTeMM alanları ile uzamsal yetenekler arasında güçlü bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Clifton vd. 2016). Mekânsal düşüncenin kritik öneme sahip bir uygulaması FeTeMM disiplinleridir. Ortaokul ve lisede daha yüksek mekânsal becerilere sahip olan bireyler, üniversitede FeTeMM disiplinlerinde uzmanlaşmaya daha yatkındır. DNA'nın yapısının çizimi, bir yapıyı etkileyen fiziksel güçler, beynin farklı alanlarının görselleştirilmesi uzamsal yeteneklerle doğudan ilgilidir. Bu sebeple, erken yaşta uzamsal düşünce eğitiminin önemi ile ilgili pek çok çalışma yapılmıştır (Newcombe ve Frick, 2010). Wang vd. 2020'de K-12 için dijital dünya eğitimini ele almıştır (Wang vd. 2020). İlkokul- ortaokul düzeyinde bireylere uzamsal yetenekler kazandırılarak mekânsal düşünceleri teşvik edilebilir. Gryl ve Jekel 2012'de mekânsal iletişim yeteneğini mekânsal vatandaşlığın ayrılmaz bir parçası olduğunu ve bu nedenle ilk ve orta öğretim eğitiminde olmasının günlük problemleri çözmenin yanı sıra bilimsel karar verme süreçlerine de katkı sağlayacağını belirtmiştir. Mekânsal düşünce konusunda yetkin bireyler; hem afet süreçlerinde daha bilinçli olacaktır hem de çevresel sorunlarla ilgili farkındalık oluşturularak sürdürülebilirliğe katkı sağlanacaktır.

## 2. Akıllı Kentlerde Mekânsal Düşünce Geliştirme

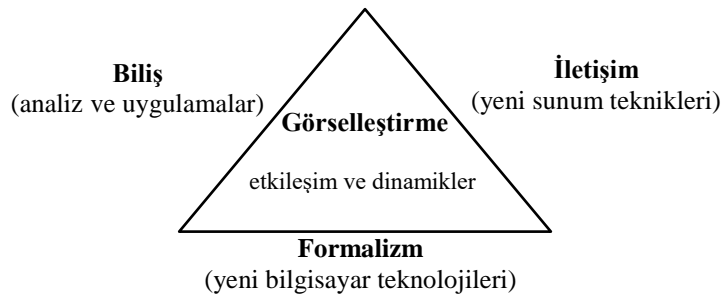
Mekânsal düşünce günlük hayatımızın ayrılmaz bir parçasıdır. Araştırmalar, verilerin yaklaşık yüzde 80'inin mekânsal veri ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Guo vd., 2017). Navigasyon, GPS, akıllı telefonlar, belirli senaryolara yönelik çevrimiçi haritalar (Covid-19) ile vatandaşlarda mekânsal veri ile ilgili farkındalık oluşmaya başlamıştır. Akıllı Kent 3.0 "Citizen Co-Creation" vatandaşlara kentsel zekâ yeteneklerini geliştirme fırsatları sunan 'vatandaş merkezli- katılımlı' bir akıllı kent fikrine dayanmaktadır. Teknolojik gelişmeler doğrultusunda bu kavramlar teknoloji tabanlı bir yapıya dönüşmüştür. Bu sebeple vatandaşların fiziksel ve dijital büyüklükler arasındaki ilişkiyi kurabilmesi gerekir (Roche, 2017). **Mekânsal vatandaşlık**, teknolojik gelişmelerin bir sonucu olarak büyük ölçüde değişmiş olan geleneksel harita okuma ve bilgi erişimi yeterliliklerini içerir (Gryl ve Jekel, 2012).

Gryl vd., 2010'da mekânsal vatandaşlığın kavramsal şemasını paylaşmıştır (Şekil 2). Bu şemaya göre mekânsal veri altyapısından gelen veri/bilgilerin kullanıcı ara yüzleriyle vatandaşlarla paylaşılması alternatif senaryolara göre ve kullanıcıdan gelen geri dönüşlere göre bu sistemin iyileştirilmesi gerekmektedir. Günümüzde vatandaşların nereden hangi bilgiyi edineceğine dair çok fazla seçenek vardır. Bu sebeple ortak bir mekânsal veri altyapısının kullanımı, birlikte çalışabilirliğe katkı sağlayabileceği gibi vatandaşların kentsel karar verme süreçlerine de katılımını kolaylaştıracaktır. **Mekânsal vatandaşlık**, coğrafi bilgiyi vatandaşların günlük yaşamlarında yeniden merkeze alarak ve geleneksel harita okuma becerilerinin yanı sıra mevcut mekânsal veri içeren uygulamalarla kullanıcılar arasındaki etkileşimi de içerir.



Şekil 2. Mekânsal bilgi ile vatandaş merkezli katılım (Gryl vd. 2010'dan dilimize uyarlanmıştır.) (Gryl vd., 2010).

"**Görselleştirme**" teriminin kökleri, tıbbi görüntüleme, moleküler yapı ve sıvı akışları gibi büyük çok değişkenli veri setlerini keşfetmek için coğrafya dışında geliştirilen bilimsel görselleştirmeye dayanır (Slocum vd., 2008). Görselleştirme, etkileşimli arayüzler kullanılarak veri/bilgi ile kullanıcı arasında iletişimi sağlamaktır. Bu çerçevede görselleştirmenin hedefleri; analizin sonuçlarını verimli ve etkili bir şekilde iletmek için sunum, hipotezlerin hedefe yönelik bir incelemesi olarak doğrulayıcı analiz, bilinmeyen yapı ve eğilimleri incelemek üzerine etkileşimli keşifsel veri analizi olarak sıralanabilir (Keim vd., 2009). 1994'de Taylor, görselleştirmenin (visualization) kavramsal temelini açıklamıştır (Taylor, 1994; Uluğtekin vd., 2000). Kartografinin, görselleştirme ile tamamen aynı olmadığını, görselleştirmenin kartografik üretim tekniklerinin yanı sıra yeni (animasyon, ses, vb.) bilgisayar teknolojileri ile sunum tekniklerini de içerdiğini ifade etmiştir. **Mekânsal görselleştirme**; mekânsal veri/bilginin görsel keşfi, analizi ve sunumu için temel görselleştirmeye ek olarak kartografya, görüntü analizi, bilgi görselleştirmesi, keşifsel veri analizi kavramlarını da içine almaktadır (MacEachren ve Kraak, 2001). Mekânsal görselleştirme (geovisualization), önceden tanımlanmış olan klasik harita kavramından keşifsel görsel analize odaklanması bakımından farklıdır (Andreinko vd., 2007).



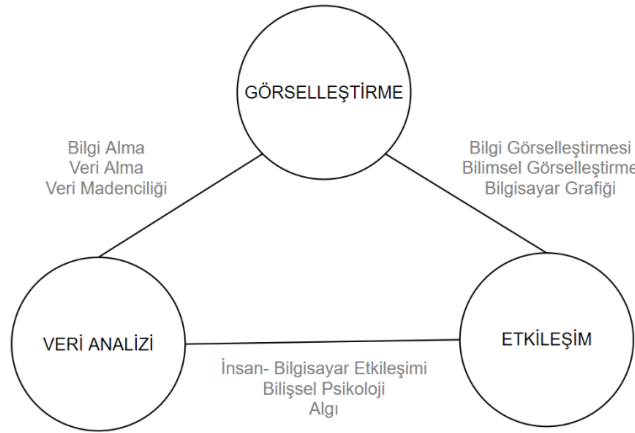
Şekil 3. Kartografinin görselleştirme kavramsal temeli (Taylor, 1994; Uluğtekin vd., 2000).

Formalizm, mekânsal biliş ve iletişim teknikleri zamanla gelişen teknolojiler ile yeni kavramları da beraberinde getirmiştir. Bunlar görsel analitik (geovisual analytics) içeren platformlar, insan-bilgisayar etkileşimi (human-computer interaction), etkileşimli arayüz (interactive interface), kullanıcı deneyimi tasarımı/kullanıcı arayüzü tasarımı (UI/UX Design- user interface design/user experience design) olarak sayılabilir. Bu kavramların her birinin amacı kullanıcının haritadan (veya harita benzeri) daha fazla yarar sağlaması ve haritanın kullanılabilirliğinin artırılmasıdır. Bu sayede kullanıcıda mekânsal düşünce düzeyi artırılmış olur.

**Mekânsal görsel analitik**, mekânsal bilgilerle ve bunlarla ilgili mekânsal akıl yürütmeyi geliştirecek şekilde insan yeteneklerini artırmak için bilgisayar desteği sağlamanın yollarını arayan ve bu doğrultuda analitik yöntemlere, görsel arayüzlere odaklanan bir araştırma ve uygulama alanıdır (Andrienko vd., 2007a; MacEachren, 2017). Mekânsal görsel analitik, hesaplamalı analiz, analiz sonuçlarının görselleştirilmesi ve bu sonuçların etkileşimli görsel analizini içeren bir

süreçtir. İnsanların problem çözme için görsel araçlarla nasıl çıkarımlarda bulunduğunu, görsel araçların insanların çıkarımlarını nasıl etkilediği ve şekillendirdiği üzerine araştırmalar yapan bir çalışma alanıdır. Analitik akıl yürütme bilimi diyagramlar, haritalar, animasyonlar ve resimler gibi etkileşimli görsel arayüzlerle desteklenmesi konusunu inceler (Kraak, 2020). Görsel analitik, analizden sonra “önemli olanı” göstermeye odaklanır (Andrienko vd., 2007b). Görsel analitik, örüntüleri açığa çıkarmayı ve tahmin etmeyi, hesaplama yöntemleriyle büyük mekânsal verilerin analizini desteklemeyi ve insan muhakeme süreçlerinde destek sağlamayı amaçlamasıyla mekânsal görselleştirmenin ötesine geçer. Kartografların görsel analitik alanındaki son çalışmaları; karmaşık insan hareketlilik (mobility) modellerini anlamak, konumun sosyal medya akışlarındaki rolünü karakterize etmek, siyasi ve sosyal değişimin mekânsal-zamansal analizini desteklemek için yeni yaklaşımlar geliştirmek üzerinedir (Robinson vd., 2020).

Görsel analitik; görselleştirme, veri analizi ve insan faktörünü (etkileşim yöntemleri) de kapsayan bütüncül bir yaklaşımdır (Şekil 4). İnsan faktörü insan ile bilgisayarın iletişimini ifade eder. Kentsel sorunlarının (sürdürülebilirlik, afetler vb.) ve kent verilerinin karmaşık yapısı kent insanlarını veri analizi sürecine dâhil etmeyi kaçınılmaz kılmaktadır. Görsel analitik; fazla bilgi yükünü avantaja dönüştürmeyi hedefleyen görselleştirme, insan-bilgisayar etkileşimi, veri analizi, veri yönetimi, mekânsal ve zamansal veri işleme ve istatistik gibi çeşitli araştırma alanlarını birleştiren bir alan olarak bilgi paylaşımının temel bileşenidir.



Şekil 4. Görsel analitiğin kavramsal şeması (Keim vd. 2009'dan dilimize uyarlanmıştır.) (Keim vd., 2009)

Görsel analitik yöntemlerinin uygulanabilmesi için önce heterojen veri kaynaklarının entegre edilmesi gerekir. Akıllı kentler senaryosu için INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in the European Community) ve TUCBS (Türkiye Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemi) gibi mekânsal veri altyapılarının oluşturulmasının, birlikte çalışabilirliğin önemi bu noktada daha çok ortaya çıkmaktadır. Heterojen veri kaynaklarının sentezi aşılması gereken zorlu bir görevdir. Akıllı kentler; gerçek dünya problemlerinin kendi (geometrik ve tematik) karmaşık yapısı ve verilerin heterojen yapısıyla (vektör-raster veriler, diziler, metin belgeleri, grafikler, sosyal medya verileri vb.) çok sayıda farklı bilgi kaynağından ve kurumdan gelen verileri içermektedir. Bu veri kaynaklarını entegre etmek; istatistik, makine öğrenimi, karar teorisi ve bilgi teorisindeki birçok temel sorunu içerir (Keim vd., 2009; Uluğtekin vd., 2011). COVID-19 ile ilgili vaka sayılarının dünya ölçeğinde değerlendirilmesi için (John Hopkins University COVID-19 Dashboard Data Data Repository, 2021) pek çok veri kaynağından veri alınması ve görselleştirilmesi örnek olarak verilebilir.

**İnsan-Bilgisayar Etkileşimi**, insanların etkileşimli teknolojiyi nasıl kullandıklarını ve deneyimlediklerini anlamak için bilgisayar bilimi, psikoloji, bilişsel bilim ve örgütsel ve sosyal bilimler alanlarından yararlanır (Cairns ve Cox, 2008). Kartografik etkileşim ise insan ile teknolojik cihazlar arasında harita aracılığıyla gerçekleştirilen iletişimi ifade eder (Şekil 5). Kartografik iletişim teorisi; kartograflar ve kullanıcılar arasında haritalar aracılığıyla gerçekleştirilen iletişimi ifade eder. İletişim teorisindeki tek yönlü iletişim, gelişen teknolojik etkileşim ile 2 yönlü bir yapıya dönüşmüştür (Roth, 2012). Günümüzde bireyler, bilgisayarlarında, telefonlarında, navigasyon araçlarında, oyunlarda etkileşimli haritalar kullanmaktadırlar.



Şekil 5. Kartografik etkileşim (Roth, 2012)

Kullanıcı Merkezli Tasarım (User Centered Design-UCD), arayüzün tasarımı ve geliştirilmesi boyunca hedef kullanıcılardan girdi ve geri bildirim toplayarak harita tabanlı veya başka şekilde arayüzün başarısını artırma üzerine odaklanır. Bir arayüzün başarısı **kullanılabilirlik** (usability) ve yararlılık (utility) ölçütlerinden yararlanılarak değerlendirilir. Kullanılabilirlik kullanıcının arayüzü kullanarak hedefini gerçekleştirebilmesinin kolaylığını tanımlar. Kullanılabilirlik; öğrenilebilirlik, verimlilik, hatırlanabilirlik, hata sıklığı-ciddiyeti ve öznel memnuniyet üzerinden değerlendirilebilir. Yararlılık ise kullanıcının arzu ettiği hedefi gerçekleştirmek için bir arayüzün kullanılabilirliğini tanımlar. Kullanıcı → yarar → kullanılabilirlik iteratif değerlendirilmesi üzerinden uygulamanın bu yöndeki başarısı artırılabilir (Roth vd., 2015). Kullanıcı merkezli tasarımların kullanılabilirliği günümüzde, göz izleme, EEG (elektroensefalogram) ve fMRI (fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme) gibi nörobilişsel yöntemlerle ölçülebilmektedir (Keskin vd., 2016). **Karto-demokrasi** ile herkesin harita üretebilmesi olanağının artması ile harita yapan/üretenlerin genellikle arayüz tasarımına odaklanması nedeniyle kullanıcının anlayıp-anlamaması veya yanlış anlaması konuları değerlendirilmemektedir. Bu sebeple kartografların arayüz veya teknoloji merkezine yönelik değil, kullanıcıya yönelik tasarımları değerlendirmeleri gerekmektedir ve kartograflar bu sorunsalın bilincinde araştırmalar yapmaktadırlar. Uluslararası Standartlar Organizasyonu (ISO)'nun bu konuyla ilgili geliştirdiği standartlar mevcuttur. ISO 9241 "İnsan-sistem etkileşiminin ergonomisi"ni incelerken, ISO 9241-11 ise kullanılabilirlikle ilgili kavramları, ISO 9241-210 ise etkileşimli sistemlerin kullanıcı merkezli tasarımını incelemektedir.

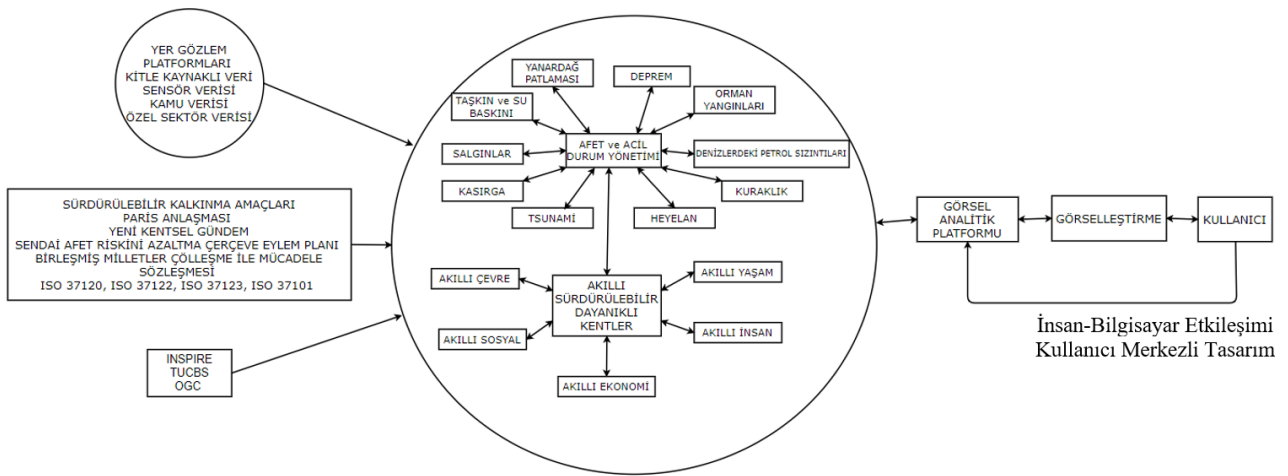
**Akıllı kentler**; doğal kaynakların sürdürülebilirliğini sağlamak, afet ve ekonomik krizlere karşı dayanıklılık sağlamak ve vatandaşların yaşam kalitesini artırmak amacıyla teknolojik gelişmelerden yararlanan kentler olarak tanımlanabilir. Son yıllarda yaşanan afetler, bulaşıcı hastalıklar, salgınlar kentlerin kapsayıcı ve dayanıklı bir yapıya dönüşümünü hızlandırmaktadır. Dayanıklı kentler; olumsuz etkilere, şoklara ya da belirsizliklere karşı temel fonksiyonlarını yitirmeden bu değişikliğe uyum göstererek varlığını sürdürebilen kentler olarak ifade edilmektedir (Tezer, 2019). Burada bahsedilen şok ve stresler doğal afetler, salgınlar, terörizm, finansal kriz, siber saldırı, çevresel bozulma (yetersiz hava ve su kalitesi), sosyal eşitsizlik (kronik yoksulluk ve konut kıtlığı), ekonomik istikrarsızlık (hızlı enflasyon ve kalıcı işsizlik) gibi konuları içermektedir (ISO, 2019). Bu çerçevede düşünülmesi gerekenler: 1. Uluslararası anlaşmalar, çerçeveler, hedefler, standartlar 2. Kırılgan grupların ve kırılgan bölgelerin belirlenmesi 3. Mekânsal veri altyapısının oluşturulması 4. Bilgilerin gizliliği, veri koruma ve paylaşımı konuları olarak ifade edilebilir.

Kentlerin sürdürülebilirliğinin, dayanıklılığının ve kapsayıcılığının sağlanması ile ilgili uluslararası çalışmalar vardır. Bu çalışmalardan birisi 2015 yılında Birleşmiş Milletlerin, dünyanın karşı karşıya olduğu en acil sorunları toplu olarak ele almak amacıyla oluşturduğu Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarıdır. SKA kapsamında 17 amaç, 169 hedef ve toplam 231 gösterge (indicator) bulunmaktadır (UN, 2020). Her bir amacın hedefleri ve bu hedeflerin de sağlanıp sağlanmadığını ya da ne düzeyde sağladığını ölçmek için göstergeleri vardır. Göstergeler genellikle mekânsal veriler üzerinden (100.000 kişi başına afete atfedilen ölü ve kayıp kişi sayısı) ifade edilerek hedeflere ulaşım konusu değerlendirilmektedir. Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarından 11.'si kentlerin ve insan yerleşimlerinin kapsayıcı, güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir kılınması ile ilgilidir. SKA'nın hedeflerinden birisi de Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçeve Eylem Planı (2015-2030) doğrultusunda bütüncül bir afet risk yönetiminin geliştirilmesi ve uygulanmasına yöneliktir. Paris Anlaşması (Sera Gazı Emisyonu, iklim değişikliği adaptasyonu), Yeni Kentsel Gündem (New Urban Agenda) (eşitlikçi dayanıklı konut, kültürel koruma, yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir büyüme) ve Birleşmiş Milletler Çölleşme ile Mücadele Sözleşmesi (UNCCD) temel alınması gereken (Tomaszewski vd., 2020b) ülkemizi de bağlayan belgelerdir. 2014 yılında ISO, kentlerin performanslarını izlemek için göstergeleri içeren ISO TC268 tarafından geliştirilen ISO 37120-Toplulukların Sürdürülebilir Kalkınması Şehir Hizmetleri ve Yaşam Kalitesi Göstergeleri Standardını yayınlamıştır. Dayanıklı kentler ve akıllı kentler ile ilgili ek göstergelere ihtiyaç duyulması sebebiyle 2019'da ISO 37122 (Akıllı kentler için göstergeler) ve ISO 37123 (Dayanıklı Kentler için Göstergeler) yayınlanmıştır. Bu standartlar sürdürülebilirliği ve dayanıklılığı sağlamayı amaçlayan tüm küresel anlaşmaları Sendai Afet Riskini Azaltma Çerçevesi, Yeni Kentsel Gündem, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları (BM 2030 Gündemi) ve Paris Anlaşmasını desteklemektedir (ISO, 2019). Ayrıca ISO 37101 (Topluluklarda sürdürülebilir kalkınma-Sürdürülebilir kalkınma için yönetim sistemi-Kullanım rehberliği ile gereksinimler) sürdürülebilir, dayanıklı, akıllı topluluklar oluşturulması için izlenmesi gereken standartlardandır.

Mekânsal veri altyapısı oluşturulurken afetlerden daha çok etkilenmesi sebebiyle aşağıda açıklanan kırılgan gruplar dikkate alınmalıdır. **Kırılganlık** (vulnerability) kelime anlamı itibarıyla savunmasızlık, korunmasızlık, hasar görebilirlik, risk ve tehlikeye açık olma gibi anlamlara gelmektedir. Afetler karşısında kırılgan gruplar; mekânsal yer seçimi nedeniyle kırılganlık gösteren gruplar; gecekondularında yaşayanlar, derin vadi, elverişsiz yamaçlarda yaşayanlar, eski maden ocakları üzerinde yaşayanlar, dere yatakları, taşkın sahalarda yaşayanlar, tehlikeli sanayi yakınlarında yaşayanlar; fiziki koşulları nedeniyle kırılganlık gösteren gruplar; yaşlılar, çocuklar ve bebekler, engelliler, özel tıbbi ihtiyacı olanlar, zihinsel rahatsızlığı olanlar, toplumsal uzaklık nedeniyle kırılganlık gösteren gruplar; evsizler, göçmenler, turistler olarak ele alınabilir (Orhan ve Keskinok, 2019).

Dünya tarihi boyunca toplumlar MÖ 430'da Atina vebası, 14. yy'da Avrupa'da kara veba (kara ölüm), Londra 1850'de kolera salgını, 2002'de SARS, 2006'da Güney Afrika'da tüberküloz, 2012 MERS, 2014'de Batı Afrika'da Ebola salgını gibi geçmişten günümüze kadar pek çok salgın hastalıkla karşı karşıya kalmıştır. Kent planları bu **salgınlar** doğrultusunda güncellenmiştir (Eltarabily vd., 2020). 11 Mart 2020'de Dünya Sağlık Örgütü'nün küresel salgın olarak ilan ettiği yeni

koronavirüs hastalığı (COVID-19) devletleri, kurum ve kuruluşları, araştırmacıları bu salgın ve gelecek salgınlarla mücadelede dayanıklı bir yapıya dönüştürme konusunda teşvik etmiştir. Bu sebeple Open Geospatial Consortium (OGC) sağlıkla ilgili olası bulaşıcı hastalıkları ve salgın durumlarını kapsayan daha geniş bir mekânsal sağlık veri altyapısı oluşturmak için bir girişim başlatmıştır (OGC, 2021a). INSPIRE Direktifi, 2007 yılında yürürlüğe girdiğinden itibaren yeni teknolojilerin, alternatif veri kaynaklarının ve artan kullanıcı talebinin ortaya çıkması mekânsal veri altyapılarının ve mimarilerin de güncellenmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır (Kotsev vd., 2020). Mekânsal veri altyapıları teknoloji veya veri merkezli yapıdan vatandaş ve senaryo merkezli yapıya dönüşmektedir. Böyle bir yaklaşımla kullanıcılar kendi özel ihtiyaçlarına göre uyarlanmış çözümleri kullanabileceklerdir. Sensör verileri, kitle kaynaklı veri, yer gözlem uyduları kamu verilerinden daha güncel ve ucuz veriye erişme imkânı sunmuştur. Artan mekânsal-zamansal veri hacmi ve heterojen kaynaklar birlikte çalışabilirliği zorlaştırmaktadır. Mekânsal verilerin bir mekânsal veri altyapısının parçaları olarak işlev görmesi, verilerin bir sistemden başka bir sisteme veya sistemlere kolaylıkla aktarılabilmesi gerekmektedir. Bunun için OGC'nin 2019 ve 2021 yıllarında afetlerle ilgili farklı kaynaklardan mekânsal verilere erişme ve bunları entegre etme üzerine çalışmaları vardır (OGC, 2019; OGC, 2021b). Böyle karmaşık zorlu bir yapının afet ve salgınlarda erken uyarı ve müdahale aşamalarında vatandaşlara doğru bilgi sağlayan bir hizmet olarak sunulabilmesi için görsel analitik ve görselleştirme ile ilgili sorunlar üzerinde çalışılmalıdır (Atalay vd., 2020). Şekil 6 bahsedilen karmaşık yapının kavramsal şemasını vermektedir. Bu şema mekânsal veri altyapısı ekseninde geliştirilmelidir.



Şekil 6. Akıllı sürdürülebilir dayanıklı kentler kavramsal şeması

Ciddi oyunlar (serious games), eğlence amacı taşımayan belirli bir hedefi olan oyunlardır. Tomaszewski vd. 2020'de daha önce yaşanmış olan bir kasırga ve ardından gelen sel senaryosu üzerine bir oyun kurgulamışlardır (Tomaszewski vd., 2020a). **Oyun**, bir haritayı okumak, bir ortamda gezinmek, sözlü talimatları gerçekleştirmek ve bir afet durumunda en iyi uygulamaları belirlemek üzerinedir. Lisans öğrencileri ile gerçekleştirilen bu çalışmada oyun hem mekânsal düşünmeye teşvik etmek için bir eğitim aracı hem de afet müdahale senaryoları için farkındalık oluşturmak amaçlanmıştır. **Mekânsal düşüncenin** geliştirilmesi, vatandaşların bilimsel faaliyetlere katılımına, belirli bir araştırma sorusuna yönelik veri toplamlarına ve kitle kaynaklı verilerin (crowdsourced data) artmasına yani vatandaşların kenti birlikte yaratmasına katkı sağlayacaktır. Gelecekte aktörlerin birlikte çevrimiçi oluşturacağı platformların sayısı artacaktır.

### 3. Sonuç

Akıllı kent ekosistemleri canlı birer laboratuvar gibidir. Afetlerden, iklim değişikliğinden, epidemiyolojik hastalıklardan ve salgınlardan öğrenerek mevcut sistemleri ve teknolojiyi kentte yaşayan bütün insanları kapsayacak şekilde (görme engelli, duyma engelli, zengin/yoksul) vatandaşların hayat standartlarını iyileştirmeye yönelik geliştirilmesi gerekmektedir. Gerçek dünya verilerinin çok büyük bir kısmı mekâna ilişkindir. Dünya problemlerinin ve verilerin karmaşık yapısı düşünüldüğünde verilere ilişkin bilgi çıkarımında bulunmak ve zihinde mekânsal düşünce oluşturmak için haritalara ihtiyaç vardır. Burada bahsedilen her zaman klasik anlamda harita olmayabilir, bu konudaki araştırmalar kartografların da içinde bulunduğu araştırmacılarca devam etmektedir. Ancak harita benzeri ürünleri okumak için de küçük yaşlardan itibaren **uzamsal/mekânsal düşünce** (spatial thinking) yapısının geliştirilmesi ve bu konuda eğitim verilmesi gerekmektedir. Haritalar ilk bakışta kelimelerle, sayılarla, tablolarla veya grafiklerle anlaşılacak kadar bilgiyi kullanıcıya özet olarak sunabilir. Bu yönüyle sayılardan ve kelimelerden daha güçlü olduğu söylenebilir. Ancak klasik harita formundan evrilmesi etkileşimli haritalara, dijital ikizlere, sanal gözlüklere, sanal ve artırılmış gerçekliklere yerleştirilmesi disiplinler arası bir alan yarattığından haritaların kullanılabilirliği ve yararlılığı üzerine daha fazla düşünülmelidir. Kullanıcıda mekânsal düşünce yeteneği geliştirmek önemlidir ancak kartografik anlamda yetersiz bir ürünle doğru bilgi, düşünce ve algı oluşması beklenemez. Kimlerin akıllı kent uygulamaları dolayısı ile **sosyal medyayı** kullandığı (ve kullanmadığı) hakkında bilinenler göz önüne alındığında, paylaşım ve sosyal bir görüşü temsil etme

yetenekleri temelde sorunludur. Bu da harita okuyucularının dikkatli olmalarını ve gördüklerinin sınırlarının farkında olmalarını gerektirir (Uluğtekin ve Atalay, 2021).

Kartografik çözümleri harekete geçirmek için; kartografların mekânsal **büyük verinin** her bir temel boyutunu keşfetmeleri, **karmaşıklıklarının** ve **dinamizlerinin** üstesinden gelmek için akıllı çözümler geliştirmeleri gerekecektir. Ne zaman ve ne amaçla harita yapılacağını bilmek, haritanın nasıl yapılacağını bilmek kadar önemlidir. Harita tasarımı açısından hangi niteliklerin harita etkililiğine yardımcı olduğunu (veya engellediğini) anlamak kadar, haritaların hangi durumlarda insanların karar vermesine yardımcı olduğunu da belirlemek gerekir. Eleştirel bilim ve teknoloji çalışmalarından türetilen sorular ile özellikle etkileşimin kullanıcılar **mekânsal düşünceyi** nasıl güçlendirdiğini ve potansiyel olarak nasıl yanılttığını ya da marjinalleştirdiğini anlamak için etkileşimli haritalar ve görselleştirmeler hakkında nitel ve nicel araştırmalar yapmak gereklidir.

Dijital etkileşim; harita okuyucusunu **harita kullanıcısı** olarak yeniden tasarlaması ve kullanıcının etkileşimli haritalar ve görselleştirmelerle ilgili mekânsal düşünce deneyimini etkileyen algısal, bilişsel, kültürel ve pratik hususların ele alınmasını gerektirir. Bunu yaparken, bu kullanıcıyı ve kullandığı etkileşimli tasarımları incelemek için yeni yaklaşımların keşfedilmesi ve anlaşılması gerekir. Bu tür metodolojik araştırmanın vaat ettiği şey, etkileşimli haritaların ve görselleştirmelerin bireysel, iş birliğine dayalı ve toplumsal ölçeklerde nasıl 'çalıştığını' daha iyi anlamaktır.

## Kaynaklar

Andrienko, G., Andrienko, N., Jankowski, P., Keim, D., Kraak, M. J., Maceachren, A., Wrobel, S. (2007a). Geovisual Analytics for Spatial Decision Support: Setting the Research Agenda. *International Journal of Geographical Information Science*, 21(8), 839-857.

Andreinko, G., Jern, M., Dykes, J., Fabrikant, S., Weaver, C. (2007b). Geovisualization and Synergies from Infovis and Visual Analytics. In *2007 11th International Conference Information Visualization (IV'07)* (Pp. 485-488). IEEE. Doi:10.1109/IV.2007.57.

Atalay H., Basturk E., Uluğtekin N. N. (2020). Cartographic Approaches for Visualization of Smart Cities, In *Proceedings of the 8th International Conference on Cartography & GIS*, Vol. 1, 479-486.

Cairns, P. E., Cox, A. L. (2008). *Research Methods for Human-Computer Interaction*. Cambridge University Press. Doi:10.1017/CBO9780511814570.

Clifton, P. G., Chang, J. S. K., Yeboah, G., Doucette, A., Chandrasekharan, S., Nitsche, M., Welsh, T., Mazalek, A. (2016). Design of Embodied Interfaces for Engaging Spatial Cognition. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 1(1), 1-15. Doi:10.1186/S41235-016-0032-5.

Eltarabily, S., Elghezanwy, D. (2020). Post-Pandemic Cities-The Impact Of COVID-19 On Cities and Urban Design. *Architecture Research*, 10(3), 75-84. Doi:10.5923/J.Arch.20201003.02.

Gardner, H. (1983). *The theory of multiple intelligences*. Heinemann.

Gryl, I., Jekel, T., Donert, K. (2010). GI And Spatial Citizenship. *Learning with GI V*, 2-11.

Gryl, I., Jekel, T. (2012). Re-Centring Geoinformation in Secondary Education: Toward A Spatial Citizenship Approach. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 47(1), 18-28. Doi:10.3138/Caro.47.1.18.

Guo, H., Liu, Z., Jiang, H., Wang, C., Liu, J., Liang, D. (2017). Big Earth Data: A New Challenge and Opportunity for Digital Earth's Development. *International Journal of Digital Earth*, 10(1), 1-12.

ISO. (2019). ISO 37123:2019(En) Sustainable Cities and Communities — Indicators for Resilient Cities, Erişim Adresi: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37123:ed-1:v1:en>. Erişim Tarihi: 03.05.2021.

John Hopkins University COVID-19 Dashboard Data Data Repository. (2021). COVID-19 Data Repository by The Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University, <https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19/blob/master/README.md>. Erişim Tarihi: 30.04.2021.

Kraak M. J. (2020) Geovisualization. In: Kobayashi A (Ed.) *International Encyclopedia Of Human Geography*. 2nd Ed. Oxford: Elsevier, 141–151.

- Keim D.A., Mansmann F., Stoffel A., Ziegler H. (2009) Visual Analytics. In: Liu L., Özsu M.T. (Eds) *Encyclopedia of Database Systems*. Springer, Boston, MA. Doi: 10.1007/978-0-387-39940-9\_1122.
- Maceachren, A. M., Kraak, M. J. (2001). Research Challenges in Geovisualization. *Cartography and Geographic Information Science*, 28(1), 3-12.
- Maceachren, A. M. (2017). Leveraging Big (Geo) Data with (Geo) Visual Analytics: Place as The Next Frontier. In *Spatial Data Handling in Big Data Era* (Pp. 139-155). Springer, Singapore.
- Keskin, M., Doğru, A. Ö., Güney, C., Başaraner, M. (2016). Kartografik Gösterimlerin Kullanılabilirliğinin Ölçülmesinde Nörobilişsel Yöntemler. *Electronic Journal of Map Technologies*, 8(2), 177-189.
- Kotsev, A., Minghini, M., Tomas, R., Cetl, V., Lutz, M. (2020). From Spatial Data Infrastructures to Data Spaces—A Technological Perspective on The Evolution of European Sdıs. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(3), 176.
- Newcombe, N. S., Frick, A. (2010). Early Education for Spatial İntelligence: Why, What, And How. *Mind, Brain, And Education*, 4(3), 102-111.
- NRC (National Research Council). (2006). *Learning to Think Spatially: GIS As A Support System In the K-12 Curriculum*. Learning to Think Spatially. Washington DC: National Academies Press.
- OGC. (2019). Disasters Pilot, Erişim Adresi: <https://www.ogc.org/projects/initiatives/dp19>, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- OGC. (2021a). Health SDI, Erişim Adresi: <https://www.ogc.org/projects/initiatives/healthsdi>, Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- OGC. (2021b). OGC Disaster Pilot 2021: Call for Participation (CFP), Erişim Adresi: [https://portal.ogc.org/files/?artifact\\_id=97381#Scenarios](https://portal.ogc.org/files/?artifact_id=97381#Scenarios), Erişim Tarihi: 03.05.2021.
- Orhan, E., Keskinok, H. Ç. (2019). Afet Sakınımında Özel Gereksinimli Bireyler için Geliştirilecek Mekansal Planlama İlkeleri. *Resilience*, 3(1), 25-35.
- Robinson, A. C., Anderson, C. L., Quinn, S. D. (2020). Evaluating Geovisualization for Spatial Learning Analytics. *International Journal of Cartography*, 6(3), 331-349.
- Roche, S. (2017). Geographic Information Science III: Spatial Thinking, Interfaces and Algorithmic Urban Places—Toward Smart Cities. *Progress in Human Geography*, 41(5), 657-666.
- Roth, R. E. (2012). Cartographic Interaction Primitives: Framework and Synthesis. *The Cartographic Journal*, 49(4), 376-395.
- Roth, R. E., Ross, K. S., Maceachren, A. M. (2015). User-Centered Design for Interactive Maps: A Case Study in Crime Analysis. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 4(1), 262-301.
- Slocum, T. A., McMaster, R. M., Kessler, F. C., Howard, H. H. Mc Master, R. B. (2008). *Thematic Cartography and Geographic Visualization*. (3rd Ed.) Prentice Hall.
- Taylor, D.R.F. (1994). Perspectives on Visualization and Modern Cartography. *Visualization in Modern Cartography*, 333-341, Ed. A.M. Maceachren.
- Tezer, A. (2019). İstanbul Deprem Çalıştayı. Erişim Adresi: [https://calistay.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2020/06/IstanbulDepremCalistayi\\_Dijital.pdf](https://calistay.ibb.istanbul/wp-content/uploads/2020/06/IstanbulDepremCalistayi_Dijital.pdf), Erişim Tarihi 01.02.2021.
- Tomaszewski, B., Walker, A., Gawlik, E., Lane, C., Williams, S., Orieta, D., Mcdaniel, C., Plummer, M., Nair, A., San Jose, N., Terrell, N., Pecsok, K., Thomley, E., Mahoney, E., Haberlack, E., Schwartz, D. Supporting Disaster Resilience Spatial Thinking with Serious Geogames: Project Lily Pad. *ISPRS Int. J. Geo-Inf.* (2020a), 9, 405. Doi:10.3390/İjgi9060405.
- Tomaszewski, B. M., Moore, E. A., Parnell, K., Leader, A. M., Armington, W. R., Aponte, O., Brooks, L., Herold, B.K., Meyers, B. S., Ruggero T., Sutherby, Z., Wolters, M., Wu, S., Szarzynski, J., Greve, K., Parody, R. (2020b). Developing A Geographic Information Capacity (GIC) Profile for Disaster Risk Management Under United Nations Framework Commitments. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 47, 101638, Doi:10.1016/J.İjdr.2020.101638.



Uluğtekin, N., Uęar, D., Bildirici, İ. Ö., İpbüker, C., Özerman, U., Gökęen, Ö. F. (2000). Elektronik Atlas Teknikleri İle Eğitim Amağlı Türkiye İstatistiksel Atlasının Hazırlanması: Pilot Çalışma. İTÜ Araştırma Fonu, Proje, (1185).

Uluğtekin, N. N., Başaraner, M., Doğru, A. Ö., Güney, C. (2011) Coğrafi Bilgi Bilimi ve Kartografya Uluslararası ve Disiplinlerarası Ortak Araştırma Konuları, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi*, 31 Ekim - 4 Kasım 2011, Antalya, Türkiye.

Uluğtekin, N. N., Atalay H. (2021). Çoklu Afetler Çağında Doğru ve Güvenilir Harita Üretimi. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, *18. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı*, 26-29 Mayıs 2021, Ankara.

UN (2020). SDG Indicators, Global Indicator Framework for The Sustainable Development Goals and Targets of The 2030 Agenda For Sustainable Development Erişim Adresi: <https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/>, Erişim Tarihi: 03.05.2021.

Wang, C., Kantor, C. M., Mitchell, J. T., Bacastow, T. S. (2020). Digital Earth Education. In *Manual of Digital Earth* (Pp. 755-783). Springer, Singapore.

Zwartjes, L., De Lazaro Y Torres, M. L., Donert, K., Buzo Sanchez, I., De Miguel Gonzalez, R., Woloszynska-Wisniewska, E. (2017). Literature Review on Spatial Thinking. Erişim Adresi: <https://biblio.ugent.be/publication/8623271/file/8623272>. Erişim Tarihi: 03.05.2021.