

Akıllı Kent İdealine Ulaşmada Büyük Verinin Rolü

Emrah AKDAMAR

Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Bölümü
emrahakdamar1@gmail.com

ÖZ

Günümüzde hızlı nüfus artışına paralel olarak, özellikle kentlerde yaşayan insan nüfusu da hızla artmaktadır. Dolayısıyla, kentlerin kaynaklarını daha verimli kullanabileceği, bilgi ve iletişim teknolojilerinden etkin yararlanabileceği, çevre ve insan odaklı kent sistemlerine giderek daha çok ihtiyaç duyulmaktadır. Akıllı kent kavramı, veriye dayalı çözüm önerilerini ileri teknoloji ile hayata geçirebilen sistemler sunar. Günümüz bilgi çağında ve yoğun rekabet ortamında önemli bir fırsat olan, akıllı kent idealine ulaşmada, çeşitli gereklilikler bulunmaktadır. Büyük veri ile ona ilişkin yöntem ve teknolojileri etkin bir şekilde kullanmak, bu gerekliliklerin başında gelmektedir. Kentler, büyük veri tanımına uyan yüksek hacim, hız ve çeşitliliğe sahip veriler üretmektedirler. Dolayısıyla, etkin, sürdürülebilir ve akıllı bir kent yaratmada büyük veri ile ona ilişkin yöntem ve teknolojilerin rolünü ortaya koymak bu çalışmanın konusunu oluşturmaktadır. Bu amaçla, akıllı kent kavramı, büyük veri kavramı tanımlanmış, ardından büyük veriye ilişkin kullanılan yöntem ve teknolojiler tanıtılmıştır. Son olarak, literatürde kentlere ilişkin gerçekleştirilen büyük veri uygulamaları incelenmiş ve büyük verinin, ona ilişkin yöntem ve teknolojilerle bir bütün olarak ele alınmasının kent uygulamaları açısından daha yararlı olacağı kanısına varılmıştır.

Anahtar kelimeler: Akıllı kentler, Büyük veri, Nesnelerin interneti, Veri madenciliği, ISO 37120:2014

The Role of Big Data in Reaching Smart City Ideal

Abstract

Today, in parallel with rapid population growth, the population of people living in urban areas is increasing rapidly. Therefore, there is a growing need for environmental and human-focused urban systems, where cities can use resources more efficiently and take advantage of information and communication technologies more effectively. The concept of smart city offers systems that can pass on solutions based on the data to advanced technology. There are various requirements in reaching the ideal of smart city which is an important opportunity in today's information age and intense competition environment. The use of big data and related methods and technologies is at the top of these requirements. Cities generate data with high volume, velocity and variety that fits the definition of big data. Therefore, it is the theme of this paper to put forth big data and the role of the methods and technologies related to it in creating an efficient, sustainable and smart city. For this purpose, the concept of smart city, the concept of big data

has been defined, followed by the methods and technologies that are used in relation to big data. Finally, in the literature, big data applications related to cities have been examined and it has been concluded that the handling of big data as a whole with its related methods and technologies will be more beneficial in terms of urban applications.

Key words: Smart cities, Big data, Internet of things, Data mining, ISO 37120:2014



1. Giriş

Kentler, 21. yüzyılın tanımlayıcı bir olgusu olan kentleşme ile birlikte demografik koşullarda egemen olmuştur. Günümüzde, küresel nüfusun çoğunluğu kentlerde yaşamaktadır. Bu demografik değişim, küresel anlamda şehir liderleri için yeni problemler ortaya çıkarmaktadır (1). Akıllı kent kavramı, bu hızlı değişen yeni dünya düzeni içerisinde, vatandaşların hayatını iyileştirmek için geleneksel politikaların ve stratejilerin ötesine geçmesi, teknolojiyi toplumsal yaşamla bütünleştirilmesi ve yaşam kalitesine çözümler sunmada pratikliği nedeniyle dünyada hızlı bir şekilde yaygınlaşmaktadır (2). Akıllı kentler aşırı nüfusun yanında, ulaşım, kirlilik, sürdürülebilirlik, güvenlik, sağlık ve iş dünyası gibi toplumumuzdaki en büyük problemlerle baş etmenin bir konseptidir (3). Akıllı olarak nitelendirilen bu kentler, vatandaşların varlıklarının ve faaliyetlerinin akıllı kombinasyonu üzerine inşa edilmiş; ileriye dönük ekonomiye, insanlara, yönetişime, hareketliliğe, çevreye ve yaşama olumlu bakan kentlerdir. (4). Diğer taraftan bu kentler, kent operasyonlarını daha iyi anlamak, kontrol etmek ve sınırlı kaynakların kullanımını optimize etmek için günümüzde birbirine bağlı tüm bilgileri en iyi şekilde kullanan kentlerdir (5). Bir başka tanıma göre bu kentler, mevcut ve gelecekteki zorlukları çözmek ve yeni hizmetler yaratmak için her yerde bulunan iletişim ağlarının, kablosuz sensör teknolojisinin ve akıllı yönetim sistemlerinin gücünü kullanan kentlerdir (6).

Görüldüğü gibi literatürdeki akıllı kent tanımları içerisinde, “bilgi” ve “teknoloji” kelimeleri sıklıkla kullanılmaktadır. Dolayısıyla bu çalışmada, günümüzde önemli bir artış kaydeden ve gün geçtikçe daha da artacak olan veri miktarı, hızı ve çeşitliliği ile bu miktarda, hızda ve çeşitlilikteki veriyi işleyebilecek bilgi teknolojilerinin, akıllı kent vizyonuna ulaşmadaki rolü irdelenmiştir.

2. Akıllı kentler

Giriş kısmında tanımı verilen akıllı kentlerin, literatürde en sık karşılaşılan sınıflandırmaya göre(7); aşağıda sıralanan 6 karakteristiğın akıllı kombinasyonundan oluştuğu söylenebilir (4):

- Akıllı ekonomi: Yazarların, akıllı kentlerin ekonomilerini; inovasyon ruhuna, girişimciliğe, işgücü piyasasının esnekliğine, uluslararası piyasaya entegrasyona ve dönüşüm kabiliyetine bağladığı bir yönünü ifade eder.

- Akıllı insan: Esneklik, yaratıcılık, hoşgörü, kozmopolitlik ve kamusal yaşama katılım ile bağlantılı olan insan ve sosyal sermayenin niteliğinin ifadesidir.
- Akıllı yönetim: Karar alma süreçlerine katılım, yönetim sistemlerinin şeffaflığı, kamu hizmetlerinin varlığı ve siyasi stratejilerin kalitesi ile ilgilidir.
- Akıllı hareketlilik: Yerel erişilebilirlik, bilgi ve iletişim teknolojilerinin varlığı, modern, sürdürülebilir ve güvenli ulaşım sistemlerini ifade eder.
- Akıllı çevre: Doğal koşulların çekiciliği, kirliliğin olmaması ve kaynakların sürdürülebilir yönetimi açısından anlaşılması gereken bir karakteristiktir.
- Akıllı yaşam: Kültürel ve eğitimsel hizmetlerin bulunabilirliği, turistik yerler, sosyal uyum, sağlıklı çevre, kişisel güvenlik ve konut bakımından hayal edilen ve ölçülen yaşam kalitesini kapsamaktadır.(7)

Akıllı kentlere olan eğilimi arttıran etkenler ise şu şekilde sıralanabilir (6):

- Kentler, yetenekler noktasında, giderek artan küresel bir rekabet içerisindedirler.
- Büyüyen kentsel nüfus şehir altyapısını ve kaynakları baskı altına almaktadır.
- İklim değişikliği enerji verimliliğini acil bir konu haline getirmektedir.
- Kentler, dijital paylaşımı kapsayan hizmetler sağlamalıdır.
- Patlama yaşanan veri sayısı, teknolojinin kentlerde yaygınlaşmasını gerekli kılmaktadır.

Akıllı kent halen geleceğe ilişkin bir vizyondur. IDC Government Insights, kentlerin bu vizyon doğrultusunda hareket etmesine yardımcı olmak için aşağıda detayları açıklanan şekliyle bir akıllı kent geliştirme modeli önermiştir. Bu modelin aşamaları şu şekilde sıralanmaktadır (6):

- Özel bir bölüm kurulması: Akıllı kente ilişkin, özel, planlama ve proje bazlı ayrı bir bölüm oluşturulması.
- Fırsatçılık: Projelerin dağıtılması, departmanlar arası ve bölümler arası proaktif iş birliği, kilit paydaşların başlangıç stratejisi etrafında toplanması; stratejinin benimsenmesi için engellerin tanımlanması.
- Tekrar edilebilirlik: Entegrasyon için projelerin, olayların ve süreçlerin tekrarlanması.

- Yönetim: İş / veri akışı için formal sistemler, yerinde teknoloji, standartlar, sonuçlara dayanan performans yönetimi, değişim kültürü, bütçeler, bilgi teknolojileri yatırımı ve yönetim yapısı gibi yönetsel işleyişlerin sürdürülmesini ön gören bir aşamadır.
- Optimizasyon: Sürdürülebilir şehir içi platformların; çevik, sürekli gelişen stratejilerin; bilgi teknolojileri ve yönetim sistemlerinin geliştirilmesi; entegre sistem içinde özerklik sağlanması ve farklılaşmayı sağlayan üstün sonuçlar elde edilmesi, bu aşamadaki hedeftir.

Literatürdeki tanımlamalarından da anlaşılacağı üzere, akıllı kent idealine ulaşmak için bazı gereksinimler bulunmaktadır. Şüphesiz ki önemli gereksinimlerden biri, akıllı süreçler geliştirmek, mevcut süreçlerin etkinliğini ve verimini arttırmak için veri odaklı yönetim yaklaşımı benimsemektir. Bu konuda bir örnek olarak, Uluslararası Standardizasyon Organizasyonu- Intenational Organization for Standardization (ISO), Uluslararası ISO 37120:2014 *Toplulukların sürdürülebilir kalkınması şehir hizmetleri ve yaşam kalitesi göstergeleri standardı* ile kentlere yardımcı olmaktadır. Söz konusu standart, büyüklüğüne ve konumuna bakılmaksızın, her türlü şehir, belediye veya yerel yönetimin karşılaştırılabilir ve doğrulanabilir bir şekilde performansını ölçmek için kullanılabilir (8). Standart içerisinde, 17 adet anahtar performans göstergesi, 100 adet alt gösterge ve 39 adet profil göstergesine yer verilmiştir (9). Standart içerisinde yer alan göstergeler ve alt gösterge sayıları Tablo 1.'deki gibidir.

Söz konusu standarda, bu çalışmada büyük verinin ve ona ilişkin yöntem/teknolojilerin önemine bir örnek teşkil etmesi için değinilmiştir. Kent göstergelerine ilişkin ISO 37120:2014 standardı haricinde çok sayıda çalışma mevcuttur. The Cities Alliance projesi (10), Dünya Sağlık Örgütü tarafından yürütülen Sağlıklı Kentler Projesi (11), Metropolis projesi (12), Uluslararası Yerel Çevre Girişimleri Merkezi- International Center for Local Environmental Initiatives projesi (13), Uluslararası Şehir/İlçe Yönetim Ortaklığı- International City/County Management Association projesi (14), bu çalışmalardan bir kaçıdır. Kent göstergelerine ilişkin tüm çalışmalar, büyük verinin tam manası ile anlaşılmasını ve ona ilişkin yöntem/teknolojilerin kullanılmasını gerekli kılmaktadır.

Tablo 1. ISO 37120:2014 Anahtar Performans Göstergeleri ve Alt Gösterge Sayıları

	Profil Göstergeleri	39 Adet
	Anahtar Performans Göstergeleri	Alt Gösterge Sayısı
1	Ekonomi	7
2	Eğitim	7
3	Enerji	7
4	Çevre	8
5	Finans	4
6	Yangın ve Acil Müdahale	6
7	Yönetim	6
8	Sağlık	7
9	Rekreasyon	2
10	Güvenlik	5
11	Barınma	3
12	Katı atık	10
13	Telekomünikasyon ve İnovasyon	3
14	Ulaşım	9
15	Şehir planlaması	4
16	Atık su	5
17	Su ve Sanitasyon	7
	TOPLAM	139

Göstergelere ilişkin verilerin elde edilebileceği kaynaklar Tablo 2.'de verilmiştir. Söz konusu göstergeler incelendiğinde, göstergeleri oluşturan verilerin birbirinden çok farklı (kurumlar, kuruluşlar, araştırma şirketleri vb.) kaynaklarda tutuldukları, başka bir deyişle yüksek çeşitliliğe sahip oldukları görülmektedir. Ayrıca söz konusu veriler, yüksek çeşitliliğin yanında, yüksek hacim ve hıza da sahiptir. Bu özelliğe sahip verilerden yararlanabilmenin yolu, büyük veri kavramı ile ona ilişkin yöntemleri / teknolojileri anlamak ve kullanmaktan geçmektedir.

Tablo 2. ISO 37120:2014 Göstergelerine ilişkin veri kaynakları

Anahtar Performans Göstergeleri	Kaynak
Ekonomi	İlgili bakanlıklar, Patent ofisleri
Eğitim	İlgili bakanlıklar, Anketler ve Sayımlar, Okullar
Enerji	İlgili bakanlıklar, Uluslararası Enerji Ajansı, Dünya Bankası
Çevre	İlgili bakanlıklar, Hava kalitesi izleme yetkilileri ve Ekipmanları
Finans	İlgili bakanlıklar, Kurumlar
Yangın ve Acil Müdahale	İlgili bakanlıklar, Sigorta şirketleri, Afet yönetim merkezleri
Yönetim	İlgili bakanlıklar, Yerel yetkililer
Sağlık	İlgili bakanlıklar, Hastaneler, Sağlık kurumları
Rekreasyon	İlgili bakanlıklar, Şehir planlama departmanları
Güvenlik	İlgili bakanlıklar, Polis, Diğer kolluk kuvvetleri
Barınma	İlgili bakanlıklar, Anketler ve Sayımlar, İlgili dernekler
Katı atık	İlgili bakanlıklar, Belediye atık tesisleri
Telekomünikasyon ve İnovasyon	İlgili bakanlıklar, İnternet sağlayıcılar

Ulaşım	İlgili bakanlıklar, Ulaşım master planları, Hava fotoğrafçılığı
Şehir planlaması	İlgili bakanlıklar, Park ve bahçeler, Planlama departmanları
Atık su	İlgili bakanlıklar, Atık su servisleri
Su ve Sanitasyon	İlgili bakanlıklar, Su tedarik şirketleri

3. Büyük veri

Büyük verinin, çok sayıda veriyi ifade ettiğine inanılsa da; gerçekte, veri miktarından çok daha fazlasını ifade eder. Önde gelen bilişim endüstrisi araştırma grubu Gartner, büyük veriyi, gelişmiş karar almayı sağlama, süreç optimizasyonu ve bilgi keşfi için yeni işleme biçimlerine gereksinim duyan, yüksek hacimli, yüksek hızlı ve/veya yüksek çeşitliliğe sahip bilgi kaynakları olarak tanımlamıştır (15). International Data Corporation (IDC) de Gartner ile benzer olarak verinin hacmi, çeşitliliği ve hızı üzerinde durmuş ve büyük veri teknolojilerinin; yüksek hızla gelen, büyük hacimdeki ve çok çeşitli verilerden ekonomik değer ortaya çıkaran yeni nesil teknoloji ve mimarileri ifade ettiğini belirtmişlerdir (16). Benzer şekilde, National Institute of Standards and Technology (NIST), büyük verinin bu 3 karakteristiğine vurgu yaparak; verimli depolama, manipülasyon ve analiz için ölçeklenebilir bir mimari gerektiren, öncelikli olarak hacim, hız, çeşitlilik ve/veya değişkenlik karakteristiklerine sahip kapsamlı veri setlerinin büyük veri olarak nitelendirilebileceğini kaydetmişlerdir (17). Berkeley Üniversitesi veri bilimi blogunda, yayıncılık, moda, gıda, otomobil, ilaç, pazarlama gibi çeşitli sektörlerde faaliyet gösteren 40'dan fazla üst düzey yönetici ve profesyonelle “Büyük veri nedir?” sorusu yöneltilmiştir. Big data-startup CEO’su Mark van Rijmenam, büyük verinin yalnızca hacim ile ilgili olmadığını, daha çok, farklı veri setlerinin birleştirilip gerçek zamanlı analiz edilmesi ve organizasyonunuz için bir anlayış oluşturulması ile ilgili olduğunu ifade etmiştir. Del Monte Foods’un CEO’su Timothy Weaver ise; tanımını hacim, çeşitlilik ve hız üzerine kurmuş ve çok sayıda farklı verinin hızla ve farklı yapılarla gelmesinin büyük veriyi oluşturduğunu belirtmiştir. Datahero’nun CEO’su Chris Neumann ise; zaman geçtikçe büyük veri tanımında, hacim, hız ve çeşitliliğin daha yaygın kullanılır olduğunu ve bu durumun bugün de böyle devam ettiğini kaydetmiştir (18).

Hacim; literatürdeki İngilizce karşılığı ile “volume”, tahmin edileceği üzere verinin miktarı ile ilgili bir karakteristiğidir. Üretilen veri hacmi, günümüzde bilgi ve iletişim teknolojilerinin gelişmesiyle giderek artmaktadır. Yaşadığımız çağda, veri miktarının exabyte (EB) ve zettabyte (ZB) ölçülmesi beklenmektedir (19). Büyük verinin diğer bir karakteristiği olan çeşitlilik, İngilizce karşılığı ile Variety, büyük verinin çok sayıda farklı kaynaktan çeşitli formatlarda ve yapılarda gelebileceğini ifade eder (20). Büyük verinin üçüncü karakteristiği olan hız, İngilizce karşılığı ile Velocity, verinin artan bir hızda akışı olarak ifade edilebilir. Gerçek zamanlı olarak, yüksek hızda üretilen verilerin kontrol altına alınması ve anlamlı sonuçlar verecek analitik araçların geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Şekil 1’de, İngilizce karşılıklarının baş harfleri dolayısıyla, büyük verinin 3 V’si olarak ifade edilen, hacim (Volume), çeşitlilik (Variety) ve hız (Velocity) karakteristikleri gösterilmektedir.



Şekil 1. Büyük Verinin 3V'si (21)

Büyük veriden, karakteristik özellikleri (hacim, çeşitlilik, hız, vs.) sebebiyle, geleneksel yöntem ve teknolojiler kullanılarak yararlanılması oldukça zordur. Bu nedenle zaman içerisinde, büyük veriden fayda sağlayabilmek amacıyla, çeşitli yöntem ve teknolojiler gelişmiştir. Bu çalışmada, büyük veri ile ilişkili yöntem ve teknolojilerin akıllı kent süreçleri geliştirmek için nasıl kullanıldığı, literatürdeki uygulamalara dayanarak irdelenmiştir.

3.1. Büyük Veri ile İlişkili Yöntem ve Teknolojiler

Büyük veriden, karakteristik özellikleri (hacim, çeşitlilik, hız, vs.) sebebiyle, geleneksel yöntem ve teknolojiler kullanılarak yararlanılması oldukça zordur. Bu nedenle zaman içerisinde, büyük veriden fayda sağlayabilmek amacıyla, çeşitli yöntem ve teknolojiler gelişmiştir.

Bu yöntemlerden biri olan veri madenciliği, büyük veri tabanlarındaki gizli bilgi ve yapıyı açığa çıkarmak için çok sayıda veri analizi aracını kullanan bir süreçtir (22). Veri madenciliği, kimi kişilerce veri tabanlarında bilgi keşfi- *knowledge discovery from database (KDD)* sürecinin tamamı ile aynı anlamda kullanılmaktayken, bir takım kişilerce ise; bilgi keşif sürecinin basit ve temel bir adımı olarak nitelendirilmektedir. Bilgi keşfi süreci aşağıdaki adımlardan oluşmaktadır (23) :

1. Verilerin temizlenmesi (gürültülü ve tutarsız bilginin temizlenmesi)
2. Verilerin birleştirilmesi (çok sayıda veri kaynağının birleştirilmesi)
3. Verilerin seçilmesi (analize uygun verilerin veri tabanından seçilmesi)
4. Verilerin dönüşümü (verilerin analiz süreçleri için uygun formlara dönüştürülmesi)
5. Veri madenciliği (örüntülerin ortaya çıkarılması için uygulanan tüm yöntemler)
6. Örüntülerin değerlendirilmesi (gerçek bilgiyi temsil eden ilginç örüntülerin teşhisi)

7. Gerçek bilginin sunumu (Ortaya çıkan sonuçların görselleştirilmesi, çeşitli sunum teknikleriyle kullanıcıya aktarılması)

Veri madenciliği, büyük veriden işe yarar bilgi çıkarmada, yol gösterici yöntem ve teknikler barındıran bir süreç olmasına karşın, bu sürecin günümüz teknolojisi ile desteklenmesi ve güçlendirilmesi büyük önem taşımaktadır. Aksi takdirde KDD kapsamında sayılan adımların pratik hayata entegrasyonu mümkün olmayacaktır.

Büyük veri analitiğinde önemli yere sahip olan teknolojilerden biri Hadoop'tur. Apache Hadoop yazılım kütüphanesi, basit programlama modellerini kullanarak, bilgisayar kümeleri arasında, büyük veri setlerinin dağıtık işlemlerine izin veren bir çerçevedir. Bir sunucudan binlerce makineye, hesaplama ve depolama olanağı yaratmak için tasarlanmıştır (24).

Hadoop şu üç ana kaynaktan oluşmaktadır (25) :

Hadoop dağıtık dosya sistemi - *Hadoop distributed file system(HDFS)*: Hadoop kümesi içerisinde verilerin depolandığı sistemdir.

MapReduce programlama platformu: Bu programlama modeli, genellikle dağıtılmış, eş zamanlı uygulamalar geliştirmeye ilişkin pek çok programlama zorunluluğu olmaksızın, büyük veri setlerini işlemek için uygulamalar geliştirmek için bir yol sağlamıştır (26).

Hadoop ekosistemi: Veri depolamak veya organize etmek ve hadoop çalıştıran makineleri yönetmek için MapReduce ve HDFS'nin yanında kullanılan veya görev yapan bir araç koleksiyonudur. Örneğin; Hadoop ekosistemi içerisinde, büyük tablolar için yapılandırılmış veriyi depolamayı destekleyen, ölçeklenebilir, dağıtık veri tabanı sunan "HBase", veri özetleme ve geçici sorgulama sağlayan bir veri ambarı altyapısı sunan "Hive", bir üst düzey veri akışı dili ve paralel hesaplama yürütme çerçevesi sunan "Pig", ölçeklenebilir bir makine öğrenmesi ve veri madenciliği kütüphanesi sunan "Mahout" ve benzeri projeler yer almaktadır (24).

Verinin büyümesi ve buna ilişkin yöntem ve teknolojilerin gelişmesi ile birlikte, ilgi çekici yeni çalışma alanları ortaya çıkmaktadır. Bazı belli başlı alanlar şunlardır:

Makine öğrenmesi (Machine Learning): Bilgisayarların, algılayıcılardan veya veri tabanlarından gelen veriye dayalı olarak öğrenmesini olanaklı kılan algoritmaların tasarım ve

geliştirme süreçlerini konu edinen bir bilim dalıdır. Makine öğreniminin odaklandığı konu, bilgisayarlara karmaşık örüntüleri algılama ve veriye dayalı akılcı karar verebilme becerisi kazandırmaktır. (27)

Doğal dil işleme (Natural Language Processing): Doğal dil işleme, doğal dil metninin veya konuşmalarının anlaşılması ve işlenmesi için bilgisayarların nasıl işe yarar bir şekilde kullanılabileceğini araştıran bir uygulama ve araştırma alanıdır (28).

Görselleştirme (Visualization): Eldeki verilerin ortaya koyduğu bilginin anlaşılması için var olan en etkili yöntemlerden biri görselleştirmedir. Bu sebeple zaman içerisinde önemli görselleştirme araç ve teknolojileri geliştirilmiştir. Gephi, ham bağlantı ve düğüm verilerinden ağ görselleştirmesi yapan açık kaynak kodlu bir Java uygulamasıdır. Processing, genel amaçlı interaktif web görselleştirmesi sunan popüler bir araçtır. Protovis, kullanılmaya hazır görselleştirme öğeleri barındıran kapsamlı bir JavaScript çerçevesidir. Fusion tables, Google tarafından çıkarılan büyük miktarda veriyi tablolarda depolamaya olanak tanıyan ve bilgiyi görselleştirmek ve işlemek için araçlar sunan online bir sistemdir. Başlangıçta grafik çizme ve görselleştirme için geleneksel masaüstü uygulaması olarak ortaya çıkan Tableau; daha sonra, online yayıncılık ve içerik düzenleme için desteklenmiştir (29).

Nesnelerin interneti (Internet of Things): Nesnelerin interneti paradigması, bizi çevreleyen pek çok nesnenin bir şekilde ağ üzerinde yer alacağını ifade eder (30). Bugün kabaca, internet erişimi olan 1,5 milyar bilgisayar ve 1 milyarın üzerinde cep telefonu bulunmaktadır. Günümüzdeki “Bilgisayarların interneti” 2020 yılında, 50 ile 100 milyar cihazın internete bağlanmasıyla “Nesnelerin İnterneti” halini alacaktır (31). Business Insider tarafından 2015 yılında Nesnelerin İnterneti ile ilgili yayınlanan raporda çok dikkat çekici bir tahmin yer almaktadır. 2019 yılı itibariyle nesnelerin birbirine bağlanmasıyla ortaya küresel ölçekte 1,7 trilyon dolarlık bir pazar ortaya çıkacağı ön görülmektedir. İşte bu nedenle dev şirketler, nesnelerin interneti ile ilgili; akıllı şehirler, akıllı evler, akıllı binalar kısacası akıllı sistemler başlıklarında çalışmalar yürütmektedirler. Bir yandan fiziksel olarak cihazları birbirine bağlayabilmek için donanım boyutunda çalışmalar yapılırken bir yandan da bu cihazlardan elde edilen verilerin kayıt altına alınması ve analiz edilerek büyük verinin yararlı hale getirilmesi için çalışmalar yapılmaktadır (32).

Bulut Bilişim (Cloud Computing): Bulut bilişim, yeni bir teknoloji olarak değil, bilgi teknolojileri kaynaklarını sunmak için yeni bir model olarak değerlendirilebilir. Kullanıcıların, sonsuz miktarda bilgi işlem kaynağına erişebileceği bir modeldir. Bulut bilişim ile bilişimin gücü, hiçbir taahhüt vermeden kullanılabilir. Tıpkı, tüketilen kadar elektrik veya su ödendiği gibi bu model, çoğunlukla insanlara sunulan kamu hizmetlerinden yararlanmaya benzetilmektedir (33).

4. Kentlere İlişkin Büyük Veri Uygulamaları

Michael Batty, "Big data, smart cities and city planning." adlı makalesinde, büyük verinin kentler için kısa dönemde nasıl yönetilebileceği üzerinde durmuş ve Londra toplu taşıma sisteminde kullanılan akıllı seyahat kartları verilerini ele alarak, toplu taşıma sistemini iyileştirmek için gerekli olan yeni teori ve analizleri göstermiştir (34). Lois Battencourt, "The uses of big data in cities" adlı makalesinde, büyük verinin kent planlaması için nasıl yararlı bir şekilde kullanılacağını araştırmış ve kent politikalarıyla koordineli yeni veri kaynaklarının, asırlık kentsel sorunlara çözümler getirmek için bazı mühendislik prensiplerine uygulanabilir olduğunu göstermiştir (35). Vilajosana ve arkadaşları, "Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows" adlı makalelerinde, sürdürülebilir akıllı kentler için mevcut bilgi ve iletişim teknolojilerini ve bazı örneklerini göstermişlerdir (36). Khan, Anjum ve Kiani, "Cloud based big data analytics for smart future cities." adlı makalelerinde, akıllı kentlerle ilgili teorik perpektif sunmuşlar ve bulut bilişim tabanlı, büyük veri işleme ve analiz sürecini ele almışlardır. Bu sürecin, geleceğin akıllı kentlerinde karar destek sistemi ve istihbarat için geliştirilebileceğini belirtmişlerdir (37). Rabari ve Stroper, "The digital skin of cities: urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data" adlı makalelerinde, kentin sensörlerden ve ölçülen diğer çevresel faktörlerden oluşan dijital yüzünden bahsetmişler ve bu konunun kent teorileri ve araştırmalarında yeni sorular ortaya çıkardığını vurgulamışlardır (38). Kitchin, "The real-time city? Big data and smart urbanism" adlı makalesinde, biraz geçmişe odaklanarak, kentlerin büyük veri üretiminde kullandığı dijital araç ve altyapıyı nasıl birarada kullanabildiğine ilişkin bir dizi örnek sunmuştur (39). Suciü ve arkadaşları, "Smart cities built on resilient cloud computing and secure internet of things" adlı makalelerinde, bulut bilişim ve nesnelerin internetinin bilgi işlem teknolojilerinin geleceği için önemini vurgulamış, heterojen bir biçimde hızla akan verileri otomatik olarak yönetecek ve analiz edecek bulut tabanlı servisler için bir çerçeve sunmuşlardır (40). Bonomi ve arkadaşları,

“Fog computing and its role in the internet of things” adlı makalelerinde sis bilişimi ve onun karakteristiklerini tanımlamışlar ve bu karakteristiklerin sis bilişimi, nesnelerin interneti uygulama ve servislerine (akıllı kentler gibi) uygun bir platform haline getirdiğini savunmuşlardır (41). Zanella ve arkadaşları, “Internet of things for smart cities” adlı makalelerinde, özellikle “kentlerdeki nesnelerin interneti” sistemi üzerinde durmuşlar ve bu sistemin ileri iletişim teknolojilerinden yararlanarak kent yönetimine değer kattığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu makalede, kentlerdeki nesnelerin internetine ilişkin teknolojiler, mimariler ve protokollerle ilgili araştırmalar sunulmaktadır. Son olarak, Padova akıllı kent projesi kapsamında ortaya çıkan pratikler ve teknik çözümlere yer verilmiştir (42). Vlacheas ve arkadaşları, “Enabling smart cities through a cognitive management framework for the internet of things” adlı makalelerinde, bağlı nesnelere arasındaki heterojenlik ve ilgili hizmetlerin güvenilir olmayan yapısı gibi; nesnelerin internetinin alacağı önemli rollere engel teşkil edebilecek bazı ana konuları tanımlamışlardır. Bu sorunları çözmek için bilişsel yönetim çerçevesi dinamik olarak değişen, gerçek dünya nesnelere sanallaştırılmış ortamda temsil edilmesi gerektiğini teklif etmişlerdir (43). Jin ve arkadaşları, “An information framework for creating a smart city through internet of things” adlı makalelerinde, akıllı kentlerin, nesnelerin interneti üzerinden gerçekleştirilmesi için bir çerçeve sunmuşlardır. Bu çerçevede, veri yönetimi ve ilgili sistem ve servislerin bulut tabanlı entegrasyonu esas alınmıştır (44). Perera ve arkadaşları, “Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things” adlı makalelerinde, bir hizmet modeli olarak nesnelerin internetini, teknolojik, ekonomik ve sosyal perspektiften araştırmışlar ve konu ile ilgili fırsatları tespit etmeye çalışmışlardır (45). Sanchez ve arkadaşları, “Smartsantander: The meeting point between future internet research and experimentation and the smart cities.” adlı makalelerinde, Smartsantander projesini tanıtmaktadırlar. Smartsantander projesi, dünya kenti ölçeğinde, akıllı kentler için tipik uygulamaları ve servisleri destekleyen bir deneysel araştırma tesisi önermektedir (46). Jara, Genoud ve Bocchi, “Big data for smart cities with KNIME a real experience in the SmartSantander testbed” adlı makalelerinde akıllı kentlerde büyük veri analitiği kullanımına örnek olarak Smartsantander projesi verilerini kullanmışlar ve trafik davranışıyla Santander şehrinin sıcaklığı arasında bir ilişki tespit etmişlerdir (47). Khan ve arkadaşları, “Towards cloud based big data analytics for smart future cities.” adlı makalelerinde, akıllı kentler için bulut bilişim tabanlı büyük veri analitiği ile ilgili teorik ve deneysel perpektif sunmuşlar ve büyük veri analizi için analitik hizmet etkinliğini göstermek üzere bir prototip tasarlamışlardır.

Prototip, Hadoop ve Spark ile uygulamaya konmuş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Suç ve güvenlik, ekonomi ve istihdam göstergelerine ilişkin veriler ele alınmış, zaman içerisindeki pozitif ve negatif eğilimleri gözlemlenmiştir (48). Ji ve arkadaşları, “A cloud-based car parking middleware for IoT-based smart cities: design and implementation” adlı makalelerinde, nesnelerin interneti kavramının önemli bir uygulaması olarak, akıllı kentlerde bulut tabanlı akıllı araba park servisi konseptini sunmuşlardır (49). Strohbach ve arkadaşları, “Towards a big data analytics framework for IoT and smart city applications” adlı makalelerinde, büyük veri ve nesnelerin interneti konularına genel bir bakış sunmuşlar, akıllı şebekeler alanında bir vaka çalışması yaparak büyük veri analitiği gibi konu ile ilişkili üst düzey gereksinimleri göstermişlerdir (50). Munoz ve arkadaşları, “Smart Cities at the Forefront of the Future Internet” adlı makalelerinde, nesnelerin interneti ve internet hizmetlerinin, akıllı kentleri, bir açık yenilik platformuna dönüştürebileceğini tartışmışlardır (51).

5. Sonuç

Bu çalışmada, büyük verinin akıllı kent idealine ulaşmadaki rolünü anlamak amacı ile öncelikle akıllı kent kavramına ilişkin tanımlamalara yer verilmiş ardından akıllı kentlerin büyük veri ile ilişkisini ortaya koymak adına ISO 37120:2014 Standardı örnek olarak kullanılmıştır. Daha sonra büyük veri kavramı ile onunla ilişkin yöntem ve teknolojiler tanıtılmıştır. Son olarak literatür taraması ile; kentlere ilişkin büyük veri uygulamaları irdelenmiştir. Literatürdeki çalışmalar detaylı olarak incelendiğinde, kentlere ilişkin büyük veri uygulamaları ile ilgilenen yönetici ve akademisyenlerin, kentlerin sürdürülebilir kalkınması ve akıllandırılması noktasında, büyük verinin önemli bir rol oynadığını savundukları görülmektedir. Diğer taraftan, büyük veri ile ilişkili olarak; nesnelerin interneti, bulut bilişim, makine öğrenmesi ve veri madenciliği gibi yöntem ve teknolojilerin; geleceğin kentlerini yönetmek, hizmet etkinliğini ve verimliliğini arttırmak, Ar-Ge ve inovasyon çalışmalarını tetiklemek, yeni ürün ve hizmetler üretmek ile ilgili önemi anlaşılmaktadır. Dolayısıyla büyük veriyi, ona ilişkin yöntem ve teknolojiler ile bir bütün olarak ele alıp kent süreçlerine entegre etmek, akıllı kent idealine ulaşmada önemli yarar sağlayacaktır.

Kaynakça

- (1) McCarney P., “The evolution of global city indicators and ISO37120: The first international standard on city indicators”, *Statistical Journal of the IAOS*, 31, 2015, s. 103– 110
- (2) Singh B., “Smart city-smart life”, Dubai Expo 2020, *Middle East Journal of Business Volume 10, Issue 4*, Ekim 2015
- (3) Abella A., Criado M.O. and Heredero C. P., “Information reuse in smart cities’ Ecosystems”, *el profesional de la información*, noviembre-diciembre, v. 24, n. 6., 2015
- (4) Giffinger R., Christian F., Hans K., Robert K., Nataša P.M., Evert M., *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Vienna, Austria: Centre of Regional Science (SRF), Vienna University of Technology, 2007.
- (5) <http://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/27791.wss> (Erişim Tarihi: 29.11.2016)
- (6) Clarke R. Y., “Smart Cities and the Internet of Everything: The Foundation for Delivering Next-Generation Citizen Services”, *IDC Government Insight*, 2013.
- (7) Vanolo A., “Smartmentality: The Smart City as Disciplinary Strategy”, *Urban Studies*, 2013, s.1-16
- (8) http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=62436 (Erişim tarihi: 09.11.2016)
- (9) <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:37120:ed-1:v1:en> (Erişim tarihi: 09.11.2016)
- (10) <http://www.citiesalliance.org/monitoring-performance> (Erişim Tarihi: 29.11.2016)
- (11) <http://www.euro.who.int/en/home> (Erişim Tarihi: 29.11.2016)
- (12) <https://www.uclg.org/en/organisation/about> (Erişim Tarihi: 29.11.2016)
- (13) <http://www.iclei.org/> (Erişim Tarihi: 29.11.2016)
- (14) <http://icma.org/en/icma/home> (Erişim Tarihi: 29.11.2016)
- (15) Wessler M., OCP & CISSP, *Big Data Analytics For Dummies*, Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2013
- (16) Gantz J., Reinsel D., “Extracting value from chaos”, *IDC iview* (1142), 2011
- (17) NIST Big Data Public Working Group, *Big data interoperability framework: Definitions*, National Institute of Standards and Technology(NIST), 2015
- (18) <http://datascience.berkeley.edu/what-is-big-data/>
- (19) Davis K. and Patterson D., *Ethics of Big Data*, Published by O’Reilly Media, Inc., 2012,
- (20) Mitchel I., Locke M., Wilson M., Fuller A., *White Book of Big Data*, Fujitsu Services Ltd., 2012
- (21) Russom P., *Big Data Analytics*, TDWI Best Practice Report, TDWI research,
- (22) Oğuzlar A., *Veri Madencilğine Giriş*, Ekin Kitapevi, 2004.
- (23) Han J., Pei J., and Kamber M., *Data mining: concepts and techniques*. Elsevier Inc., 2012.
- (24) <http://hadoop.apache.org/> (Erişim tarihi: 06.10.2016)
- (25) Sitto K., Presser M., *Field Guide to Hadoop: An Introduction to Hadoop, Its Ecosystem, and Aligned Technologies*, O’Reilly Media Inc., 2015
- (26) Grover M., Malaska T., Seidman J. & Shapira G., *Hadoop Application Architectures Designing real-world big data applications*, O’REILLY, 2015.

- (27) https://tr.wikipedia.org/wiki/Makine_öğrenimi (Erişim tarihi: 07.10.2016)
- (28) Chowdhury G. G., “Natural Language Processing”, *Annual Review of Information Science and Technology*, Vol: 37, Issue 1 2003 , s. 51–89
- (29) Warden P., *Big Data Glossary: A Guide to New Generation of Data Tools*, O’Reilly Media Inc., 2011.
- (30) Gubbi J., Buyya R., Marusic S. , Palaniswami M., “Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions”, *Future Generation Computer Systems*, 29, 2013, s. 1645–1660
- (31) Sundmaecker H., Guillemin P., Friess P., Woelfflé S., *Vision and Challenges for Realising the Internet of Things*, CERP(Cluster of European Research Project on the Internet of Things), European Commission - Information Society and Media DG, 2010.
- (32) <http://www.akillikentler.org/detay/22/6/gelecek-nesnelerin-internetinde.html> (Erişim Tarihi: 10.10.2016)
- (33) Sharma N., Perniu L., Chong R.F., Iyer A, Nandan C., Mitea A.C., Nonvinkere M., Danubianu M., *Database Fundamentals A book for the community by the community*, IBM Corporation, First Edition, 2010
- (34) Batty M., "Big data, smart cities and city planning." *Dialogues in Human Geography* 3.3 (2013): 274-279.
- (35) Bettencourt L. M. (2014). The uses of big data in cities. *Big Data*, 2(1), 12-22.
- (36) Vilajosana I., Llosa J., Martinez B., Domingo-Prieto M., Angles A., & Vilajosana X. (2013). Bootstrapping smart cities through a self-sustainable model based on big data flows. *IEEE Communications Magazine*, 51(6), 128-134.
- (37) Khan, Z., Anjum A., & Kiani S. L. (2013, December). Cloud based big data analytics for smart future cities. In *Proceedings of the 2013 IEEE/ACM 6th international conference on utility and cloud computing* (pp. 381-386). IEEE Computer Society.
- (38) Rabari C., & Storper M. (2014). The digital skin of cities: urban theory and research in the age of the sensed and metered city, ubiquitous computing and big data. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, rsu021. 2011
- (39) Kitchin R. (2014). The real-time city? Big data and smart urbanism. *GeoJournal*, 79(1), 1-14.
- (40) Suciü G., Vulpe A., Halunga S., Fratu O., Todoran G., & Suciü V. (2013, May). Smart cities built on resilient cloud computing and secure internet of things. In *2013 19th International Conference on Control Systems and Computer Science* (pp. 513-518). IEEE.
- (41) Bonomi F., Milito R., Zhu J., & Addepalli S. (2012, August). Fog computing and its role in the internet of things. In *Proceedings of the first edition of the MCC workshop on Mobile cloud computing* (pp. 13-16). ACM.
- (42) Zanella A., Bui N., Castellani A., Vangelista L., & Zorzi M. (2014). Internet of things for smart cities. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(1), 22-32.
- (43) Vlacheas P., Giaffreda R., Stavroulaki V., Kelaidonis D., Foteinos V., Poullos G., & Moessner K. (2013). Enabling smart cities through a cognitive management framework for the internet of things. *IEEE communications magazine*, 51(6), 102-111.
- (44) Jin J., Gubbi J., Marusic S., & Palaniswami M. (2014). An information framework for creating a smart city through internet of things. *IEEE Internet of Things Journal*, 1(2), 112-121
- (45) Perera C., Zaslavsky A., Christen P., & Georgakopoulos D. (2014). Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 81-93.
- (46) Sanchez L., Galache J. A., Gutierrez V., Hernandez J. M., Bernat J., Gluhak A., & Garcia T. (2011, June). Smartsantander: The meeting point between future internet research and experimentation and the smart cities. In *Future Network & Mobile Summit (FutureNetw)*, 2011 (pp. 1-8). IEEE.

- (47) Jara A. J., Genoud D., & Bocchi Y. (2015). Big data for smart cities with KNIME a real experience in the SmartSantander testbed. *Software: Practice and Experience*, 45(8), 1145-1160.
- (48) Khan Z., Anjum A., Soomro K., & Tahir M. A. (2015). Towards cloud based big data analytics for smart future cities. *Journal of Cloud Computing*, 4(1), 1.
- (49) Ji Z., Ganchev I., O'Droma M., Zhao L., & Zhang X. (2014). A cloud-based car parking middleware for IoT-based smart cities: design and implementation. *Sensors*, 14(12), 22372-22393.
- (50) Strohbach M., Ziekow H., Gazis V., & Akiva N., Towards a big data analytics framework for IoT and smart city applications. In *Modeling and Processing for Next-Generation Big-Data Technologies* (pp. 257-282). Springer International Publishing, 2015
- (51) Muñoz H. J. M., Vercher J. B., Muñoz L., Galache J. A., Presser M., Gómez L. A. H., & Pettersson J. (2011, May). Smart cities at the forefront of the future internet. In *The Future Internet Assembly* (pp. 447-462). Springer Berlin Heidelberg.

