

AKILLI GÜVENLİK

Yrd. Doç. Dr. Hüseyin BAYRAKTAR¹, Dursun Yıldırım BAYAR², Bestami KARA³

¹ Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, huseyin.bayraktar@csb.gov.tr

² Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, dyildirim.bayar@csb.gov.tr

³ Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, bestami.kara@csb.gov.tr

ÖZET

Ülkemizde akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış açısı getirerek ulusal politikalarla uyumlu şekilde yatırımları güvence altına almak amacıyla 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Strateji ve Eylem Planı hazırlanmıştır. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında tanımlanan eylemlerin, görev ve sorumlulukların gerçekleştirilmesine ulusal ölçekte katkı sağlanması ve başta yerel yönetimlerimiz olmak üzere tüm paydaşların kapasitesinin artırılması amacıyla "Akıllı Şehirler Kapasite Geliştirme ve Rehberlik Projesi" T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü tarafından hayata geçirilmiştir. Proje kapsamında hazırlanan akıllı şehir külliyatında akıllı güvenlik konusu kapsamlı bir şekilde ele alınmış, bu konuda eğitim kitabı, video ve sunumlar hazırlanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Akıllı Şehirler, Akıllı Güvenlik, Sensörler, Tespit

ABSTRACT

SMART SECURITY

The 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan has been prepared in order to assure investments in line with national policies by bringing a holistic perspective to smart city policies at the national level in our country. Smart Cities Capacity Building and Guidance Project was implemented by the General Directorate of Geographic Information Systems of the Ministry of Environment, Urbanization and Climate Change, in order to contribute to the realization of the actions, duties and responsibilities that are defined within the scope of the 2020-2023 National Smart Cities Strategy and Action Plan, and to increase the capacity of all stakeholders, especially municipalities. In the smart city collection prepared within the scope of the project, the issue of smart security was comprehensively discussed, and a training book, videos and presentations were prepared on this subject.

Keywords: Smart Cities, Smart Security, Sensors, Detection

1. GİRİŞ

Akıllı şehir politikalarına ulusal katmanda bütüncül bir bakış getirerek birlikte çalışabilme yetisi kazanmak, belirlenen politikalarla uyumlu yatırımları önceliklendirerek yatırımların doğru proje ve faaliyetlerle uygulandığını güvence altına almak amacıyla ulusal ihtiyaçları ve öncelikleri bütüncül olarak göz önünde bulunduran, ekosistem paydaşlarının ortak aklı ile inşa edilen 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı hazırlanmıştır.

Akıllı güvenlik 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planında 16 akıllı şehir bileşeni arasında yer almaktadır. Bir şehrin yaşanabilir olmasının en temel kriterlerinden birisi güvenlidir. Hem şehir sakinlerinin şehirden daha fazla istifade etmesi hem de şehrin ekonomisinin gelişmesi o şehrin güvenli olması ile doğrudan ilişkilidir. Bu çalışmada öncelikle güvenlik kavramı ile afet ve krizlere dayanma ve baş edebilme kapasitesi incelenmekte, ayrıca akıllı şehir teknolojileri ve güvenlik sorunları ele alınmaktadır. Çalışma içerisinde akıllı altyapılar, yapılar, mekanlar vb. tabii unsurların olduğu güvenlik sorunları da incelenmektedir. Bunların yanı sıra çevre güvenliği, gıda güvenliği gibi özel konular da yine bu çalışma içerisinde değerlendirilmektedir.

2. AKILLI GÜVENLİK KAVRAMI VE GÜVENLİ, DAYANIKLI ŞEHİRLER

2.1 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı Kapsamında Akıllı Güvenlik Tanımı ve Eylemleri

2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı (ÇŞB, 2019) kapsamında benimsenen tanımı ile;

Akıllı Güvenlik, teknolojiyi kullanarak, şehirlerde mevcut güvenlik hâline karşı oluşabilecek tehditlere yönelik olarak vatandaşları korumak ve kriz yönetimini sağlamak için tasarlanmış, şehir güvenliğinin ölçülmesi ve etkinliğinin sağlanması işlevlerinin bütünüdür.

2020-2023 Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı içinde sorumluları İçişleri Bakanlığı İç Güvenlik Stratejileri Daire Başkanlığı ile T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü olmak üzere şu eylem başlığı altında tanımlanmıştır:

(15.10) AKILLI GÜVENLİK BİLEŞENİNİN OLGUNLUĞU ARTIRILACAKTIR.

Şehirlerde, Akıllı Şehir Teknoloji Portföyü ve Ulusal Akıllı Şehir Çözüm Portföyü'nden faydalanılarak şehirlerin Akıllı Şehir dönüşümünün sağlanmasında Akıllı Şehir Olgunluk Değerlendirme uygulamalarıyla belirlenen Akıllı Güvenlik bileşen olgunluğunun artırılması için; fiziksel güvenlik teknolojileri ile suça karşı vatandaşları koruma ve

olağanüstü durum yönetimi sağlama, sensörler ile güvenlik verisini toplama, izleme, analiz etme ve potansiyel asimetric ve hibrit tehditleri öngörüsöl olarak değerlendirme ile güvenlik yönetimi yapılacaktır.

Bu eylemler daha çok merkezi yönetimin yetki ve görev alanları arasında olan konularla ilgili olmamakla birlikte yerel yönetimlerin burada ilgili altyapının kurulmasında önemli rolleri bulunmaktadır. Akıllı Güvenlik, olağanüstü durumlarda yerel kapasiteyi aşandurumlara karşı bir güvenlik katmanı oluşturması nedeniyle de şehirlerin doğal ve teknolojik afetler ile terör olayları gibi olaylara karşı dayanıklılığını artıracak önemli bir eylem alanıdır.

Güvenli bir akıllı şehir olma yönünde ilerlemek isteyen bir yerel yönetimin yukarıdaki tanım dışında kalan birçok alana da müdahale edebilmesi ve kapasitesini geliştirmesi gerekmektedir. Nitekim Plan’da ayrıca şu açıklama ve ilgili faaliyetler yer almaktadır:

Yerel yönetimlerin yönetim faaliyetlerinde Akıllı Şehir Teknoloji Portföyü ve Ulusal Akıllı Şehir Çözüm Portföyü’nden faydalanılarak aşağıdaki kapsamda kullanılabilir Akıllı Şehir Çözümleri’nin hayata geçirilmesiyle Akıllı Güvenlik bileşeninin olgunluğu artıracak ve bu çözümlerde geliştirilen ve kullanılan yeni teknolojilerin Akıllı Şehir Teknoloji Portföyü, Ulusal Akıllı Şehir Çözüm Portföyü ve Yerel Akıllı Şehir Çözüm Portföyü’ne girdi olması sağlanacaktır. Akıllı Şehir Çözümleri ulusal ve yerel katmanlarda tüm Akıllı Şehir Ekosistem paydaşları tarafından hayata geçirilebilir. Bu kapsamda yürütülecek faaliyetler eylem sorumlusu kurum ve kuruluşların politika sahipliğinde gerçekleştirilecektir. Ulusal ve Yerel Akıllı Şehir Ekosistem paydaşları ile eylem sorumlu ve ilgili kurum ve kuruluşları arasında gerekli koordinasyon T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Yerel Yönetimler Genel Müdürlüğü tarafından yürütülecektir

1. Akıllı Güvenlik uygulamalarının ve cihazların entegre çalıştığı ve kullanıcı arabirimi üzerinden denetlenebilen Fiziksel Güvenlik Bilgi Yönetimi Sistemi oluşturulacaktır.
2. Fiziksel güvenlik alanında ihtiyaç duyulan güvenlik yazılımları, yenilikçi çözüm ve çözüm yolları getiren modeller geliştirilecektir.
3. Yeni nesil ve akıllı video kameraları ile görüntü işleme ve veri analizi yapılacaktır.
4. Tanıma, algılama ve konum tespitinin sensör kullanılması ile olay yerlerinin algılanması ve merkez sistemlere iletilmesi sağlanacaktır.
5. Hızlı iletişime sahip güvenli haberleşme altyapıları kurulacaktır.
6. Ulusal, bölgesel ve yerel katmanda; organizasyon, kaynak yönetimi, planlama ve hayata geçirme, işletim bakım, izleme değerlendirme, sürdürülebilirlik, birlikte çalışabilirlik, hizmet yönetimi, paydaşlar arası eş güdümlü ve acil durum güvenliği ile Güvenlik Yönetimi sağlanacaktır.
7. Su altı ve su üstü algılayıcı ağı ile sahillerde ve hava, kara ve demir yolu sınırlarında güvenli alanlar oluşturulacaktır.

Bu faaliyetlerden elde edilmesi beklenen faydalar da tanımlanmıştır:

- Akıllı Şehir Çözümleri ile şehir güvenliğinin artırılması sağlanacaktır.
- Yaşam kalitesinin artırılması sağlanacaktır.
- Akıllı Şehir Çözümleri ile vatandaşların güvenlik algısının artırılması sağlanacaktır.
- Millî kabiliyetler ile geliştirilen yerli teknolojilerin kullanımı ile ülke ekonomisine katkı sağlanacaktır.
- Sınır güvenliği ve göçmen kontrolü konularında Akıllı Şehir Çözümlerinin kullanımı artırılabilecektir.

Beklenen faydalardan da anlaşıldığı üzere salt asayiş ve izleme amaçlı değil, şehirleri güvenli, sağlıklı yaşanabilen, huzurlu ve mutlu yerler haline getirebilmek önemlidir. Dolayısıyla o şehre özgü deprem, sel gibi riskler konut alanlarının güvenliği, altyapı güvenliği gibi temalar yerel olarak öne çıkabilir. Ayrıca sınır şehirleri gibi yerlerde ek tedbirler alınması gerektiği de açıktır. Bütün bunlar yapılırken yerel teknolojilerin tercih edilmesi ile yeni iş olanakları yaratılabileceği gibi, yukarıda açıklandığı şekilde şehirlerimizin afet ve krizlere karşı dayanıklılığını artırmak mümkün olacaktır.

2.2. Güvenlik, Afetler ve Krizlere Dayanma ve Baş Edebilme Kapasitesi Kavramları

Akıllı Güvenlik kavramını daha iyi anlamak için salt güvenlik kavramı değil, afetler ve krizlere dayanma ve baş edebilme kapasitesini ifade eden “dayanıklılık” kavramını da burada ele almak gerekir. Nitekim akıllı şehirler olma yolunda ilerlerken yol gösteren Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma amaçları ve hedeflerinin birçok insan yerleşmelerini daha dayanıklı kılmakla ilgilidir.

2.2.1. Güvenlik Kavramı

Uluslararası literatürde güvenlik kavramı iki kelime ile ifade edilmektedir. Biri “safety” olarak geçen ve isim olan, “yaralanma, hasar görme ya da kaybedilme durumuna karşı güvende olma durumu” olarak tercüme edilebilecek olan kavramdır. Türkçe’de güvenlik veya emniyet olarak kullanılabilir. Bunun fiil hali olan “to safety” ise kaza, kırım ya da hataya karşı bir şeyin koruma altına alınması olarak tercüme edilebilir.

Sıfat olan “safe” kavramının karşılığında sunulan tanım ise zarar veya riskten uzak olma durumu, tehlike, zarar ya da kayıplara karşı korunuyor olma durumu, bir risk veya tehlikeye karşı güvencesağlayabilme durumu şeklinde tercüme edilebilir. Türkçeye “güvende”, “güvenli”, “emniyetli” gibi tercüme edilebilir. Ancak bir şeyin başka bir şey için tehdit oluşturmadığı hallerde de “güvenli” anlamında da kullanılmaktadır. Bir diğer anlam ise güven duymaya değer kişi, makine vb. olarak geçmektedir. Yine uluslararası literatürde sıkça kullanılan “secure” kelimesi de sıfat olarak tehlikeden uzak, güvende, güvence altına alınmış, emniyeti sağlanmış anlamında kullanılmaktadır. Fiil olarak ise bir şeyin tehlikeye açık halden çıkarılması, koruma altına alınması, bir şeyin kaybının ya da elde edilememesi durumunun ortadan kaldırılması, güvence altına alınması gibi eylemleri ifade etmektedir. Bunların yanı sıra bir şeyin fiziksel olarak bağlanarak, kilitlenerek, vb. korunaklı hale getirilmesi anlamına da gelmektedir. Son olarak, bir işin başında kalma, kontrolü elde tutma gibi durumlarda da kullanılmaktadır.

Bu çerçevede kamu güvenliği, halk sağlığı ve fiziksel varlıkların (örneğin akıllı altyapıların) hasar, hırsızlık, vandalizm, sistemlerin aşırı yüklenmesi veya saldırıya uğraması, afetler vb. karşı emniyete alınması ve korunması gibi geniş bir yelpazedeki konuların Akıllı Güvenlik temasını ilgilendirdiğini söyleyebiliriz. Güvence Altına Alma, Emniyet Yönetimi diyebileceğimiz, “safety management” perspektifinden bakıldığında, çeşitli güvenlik performans parametrelerine tabi, yönetilmesi gereken bir süreç olarak farklı alanlarda da karşımıza çıkmaktadır. Örneğin şantiye güvenliği yönetimi, altyapı güvenliği yönetimi, ulaşım güvenliği yönetimi gibi alanlar olabilmektedir. Güvenlik yönetimi kadar, belirli bir güvenlik iklimi oluşması ve güvenlik algısı da önem verilen konulardır. Can ve mal güvenliği sağlayan ve kamu huzurunu koruyan polis, jandarma, özel güvenlik şirketlerinin hizmetlerini ise kamu güvenliği ve emniyet hizmetleri olarak ifade edebiliriz.

Güvenlik Sistemi ise, bir organizasyonun güvenlik-emniyet yönetiminin tüm yönlerini kapsayan bir kavramdır. Bir güvenlik sistemi içinde güvenlik politikaları, prosedür ve protokolleri, güvenlik komiteleri vb. karar organları bulunur (Rafiq vd., 2007). Bu sistem, güvenlik performansına dair sistemik planlama, uygulama, izleme ve gözden geçirme süreçlerinin yürütülmesini ve gerçekleştirilmesini sağlar (Flin vd., 2000).

2.2.2. Afetler ve Krizlere Dayanma ve Baş Edebilme Kapasitesi - Dayanıklılık

İngilizce “resilience” kelimesi ile ifade edilen ve son yıllarda Türkçe afetler ve krizlere dayanma ve baş edebilme kapasitesi olarak yerini bulan bu kavram, belirli bir şehir, bölge, belirli bir endüstriyel sektör, bir endüstriyel küme, bir üretim sistemi ya da bir altyapı şebekesi için kullanılabilen bir kavramdır. Bu metinde kolaylık sağlaması için kısaca “dayanıklılık” olarak ifade edilse de, aşağıda görüleceği üzere oldukça karmaşık bir kavramsal çerçeveye sahiptir. “Dayanıklılık” sistemlere özgü bir yetenektir. Bu sistem özelliği literatürde üç farklı ana yaklaşım altında tanımlanmaktadır.

Mühendislik dayanıklılığı (engineering resilience) yaklaşımında dayanıklılık dar bir çerçevede ele alınmaktadır. Fiziksel bir sistemin bir şokun ardından varsayılan kararlı (stable) denge durumuna dönme becerisi olarak ifade edilmektedir (Martin, 2012). Bozucu etki geçicidir. Bu etkinin ortadan kalkmasıyla beraber sistem her defasında kendi tavan çıktığı değerlerine geri dönebilmektedir (Simmie, 2014). Bu açıdan tek bir altyapı sistemi, tek bir firma gibi daha basit yapıları incelerken uygun bir çerçevedir.

Ekolojik dayanıklılık (ecological resilience) daha karmaşık durumlar için kullanılmaktadır (Martin, 2012). Örneğin bir akıllı şehir birçok firma, kamu kurumu, sivil toplum kuruluşu ve vatandaşın bir arada çeşitli altyapıları yönettiği, bunlara dair mal ve hizmetleri ürettiği, yenilikler sürdürdüğü ve birbirlerine bağımlı hale geldiği bir ekosistem gibi düşünülebilir. Ya da birbirleri ile ilişkilendirilmiş akıllı altyapılar da bu kapsamda ele alınabilir. Burada bu ilişkilerin devamlılığı ve tüm bu ekosistemin farklı ölçeklerdeki şoklara karşı ilişkilerini esnetebilmesi yani esneklik gücü esas odaklanılan noktadır. Esneklik, alternatif teknolojik sistemler sayesinde birden çok kararlı konfigürasyonun mümkün olmasına dayalıdır. Bu sayede eğer sistem kararlılığını yitirir ise başka bir kararlı duruma geçebilir ve sistem kendi varlığını sürdürebilir (Modica ve Reggiani, 2015). Bu açıdan endüstriyel kümeler, akıllı şehir ekosistemleri ya da akıllı şehir altyapılarının ve hizmetlerinin bir bütün olarak değerlendirilmesine daha uygundur. Alternatif teknolojik sistemler, radikal değişimler gerektirmeden aynı bileşenlerin farklı şekilde örgütlenebilmesini, mevcut kaynakları farklı şekilde paylaşmalarını sağlayabilir. Ekolojik dayanıklılık, düşük varyasyon ve sabit taşıma kapasitesine dayalı olan bir dayanıklılık anlayışından farklı olarak, yüksek varyasyonu ve öğrenebilmeyi esas alır (Folke, 2006). Bu da aslında daha yüksek bir dayanma gücü yaratabilmektedir.

Üçüncü yaklaşım, “uyarlanabilir dayanıklılık” (adaptive resilience) olup, ekosistem yaklaşımına benzer. Karmaşık bir sistemin, bir krize karşı kalacağını öngördüğünde ya da bu krize karşı tepki olarak kendi formunu, yapısal niteliklerini ve fonksiyonlarını değiştirebilme becerisini ifade eder. (Martin, 2012). Holling (2001) bir sistemin uyarlanabilir yetenekleri yaratma, bunları test etme ve elde tutma becerilerinin kendi sürdürülebilirliğini belirleyen faktörler olduğunu ifade etmektedir. Bu açıdan bir sistem, kendi olası gelecek durumlarını öngörebilecek bazı bilgilere sahip olabilmelidir. Örneğin güncel su şebekelerinde gerçek zamanlı hidrolik modelleme gibi simülasyonlar bu çerçevede bilgi üretebilmektedir. Bir sistemin gelecekte varlığını sürdürebilmesi ve işlevlerini yerine getirebilmesi için belirli bir teknolojik zenginliğe sahip olması, kendi süreçlerine dair kontrolü elinde tutmayı becerebilmesi gibi karmaşık

niteliklere dayalıdır. Bu teknolojik zenginlik, kendi varlığına dair kararlılığı bozmadan çeşitli denemeler yapabilmesine, elde edilen bilgiyi başka yerlerde üretilen bugün anlamsız görülen ancak krizlerde anlam kazanabilecek bilgilerle birleştirebilme yeteneğine vs. bağlıdır. Bu açıdan aslında bilinçli eylemlere karşı da kendi kendisini koruma becerisi söz konusudur diyebiliriz.

Bu üç tanımda da şoklar ya da krizler önemli birer kavram olarak geçmektedir. Aslında ekonomik şoklar çoğunlukla tek bir nedenden ötürü ortaya çıkan anlık, geçici, noktasal olaylar olarak görülmekle beraber; gerçekte daha geniş, uzun süren ve yavaş yavaş oluşan dinamikler sonucu ortaya çıkan şeylerdir (Pike vd., 2010). Bir şeyin içten içe yanması gibi tarif edilen bu olaylar, bazı aktörler için fırsatlar oluşturabilir ve bu fırsatları elde etmek için diğerlerinden daha farklı teknolojik, ekonomik, sosyal değişimler gerçekleştirmeye girişebilirler. Doğal afetlerin de bir kısmı aslında zaman içinde oluşan kırılmalıklarla ilgilidir. Belirli doğa koşulları altında ekonomik çözümler üreterek gelişen bir kentsel alan, daha nadir ortaya çıkan deprem ve sel gibi durumlara karşı kırılmalıklı da bünyesinde biriktirmektedir. Kurumlar ve altyapı sistemleri yaptıkları yatırımlar nedeniyle kararlarını değiştiremeyecek kadar bağlı hale gelmiş olabilirler, çeşitli çıkar ilişkileri ve batık maliyetler (sunk costs-önceden yapılmış yatırımların geri alınmaması durumu) nedeni ile kırılmalıklıklarına karşın mevcut yapıdan vazgeçmekte zorlanabilirler. Bu gibi durumlar halihazırda var olan konfigürasyonda takılıp kalma (lock-in) ve başka bir kararlı konfigürasyona geçememek gibi katılımlar yaratabilir (Martin ve Sunley, 2006). Bu durumda şok, yıkıcı etkiler oluşturabilir.

Kentsel altyapı gibi büyük teknik sistemler zaman içinde güçlenme ve mekana hakim olma, kendi varlığını sürdürme eğiliminde olmakla beraber, belirli bir sorunu mevcut teknolojik olanaklar ile çözemez hale geldiklerinde çökmekte ve başka sistemlere yerlerini bırakmaktadırlar (Hughes, 1987). Günümüzde salt mekanik ve elektromekanik sistemler ile karmaşık kentsel hizmetlerin verilmesi güçleşmiş ve yaşam kalitesi sorunları şehirlerin başarılı bir şekilde varlığını sürdürebilmesi için zorunlu hale gelmiştir. Önümüzdeki yıllarda dünya genelinde talep tarafının yönetilmesi ve hizmet üreticisi ve tüketici arasındaki ilişkinin bütüncül şekilde geliştirilmesi ile kentsel altyapı hizmetleri değer zincirinde devrim niteliğinde adımlar atılacağı öngörülmektedir (Stimmel, 2014). Şehirlerin ulaştığı karmaşıklık düzeyi, endüstri 4.0 gibi gelişmeler, iklim değişikliği ve riskli alanlarda yerleşmiş büyük nüfuslar mevcut sistemleri zaten aşırı derecede zorlamaktadır. Evrimci açıdan bakan coğrafyacılar, bir ekonomik birimin diğer yerlerdeki başarılı ve yenilikçi iş süreçlerini (rutinleri) birer DNA gibi kendi bünyesine katabilmesi gerektiğini ifade etmektedirler. Bunlar o gün çok önemli olmasa da, olası şoklara karşı bir nevi bağımsızlık geliştirmeyi ve daha çabuk uyum gösterme becerisi kazanmayı sağlamaktadır (Holling, 2001). Yeni ortama ve risklere karşı kendilerini uyarlayabilmesi için şehir yönetimleri ve altyapı yönetimleri, diğer şehirlerden en iyi deneyimleri öğrenebilmelidirler. Bu sayede kendi güvenliklerini de teminat altına alabilirler. Nitekim, yaşayan laboratuvarlar da aslında bu amaca hizmet eden akıllı şehir birimleridir. Bu sayede şehirler, büyük çöküşler yaşamadan, yaşam kalitesi, ekonomik rekabetçilik, çevresel sürdürülebilirlik gibi birçok alandaki işlevlerini başarılı ve güvenli bir şekilde sürdürebilirler.

Yukarıdaki tanımlar, aslında afetler, terör olayları ya da ekonomik krizler gibi olaylara karşı güvende olmak için sabit ve güçlü olduğu düşünülen bir kapasite kurmaya odaklanmak yerine, sürekli öğrenilebilir ve deneylerde bulunma, yeni durumlara kendini uyarlayabilme, dış dünyadan iyi deneyimleri aktarabilme gibi kapasitelerin önemli olduğunu göstermektedir. Dolayısıyla akıllı bir şehirde hem fiziki varlıkların taşıma-dayanma kapasitesi, hem bu varlıkların oluşturduğu sistemlerin (birincil ve ikincil altyapılar) hem de bu sistemlere dayalı sosyal ve ekonomik sistemlerin taşıma-dayanma kapasitelerinin ve özellikle esnekliklerinin geliştirilmesi gereklidir. Elbette bu oldukça karmaşık ve zordur. Ancak günümüzde teknolojik olanaklar önemli fırsatlar sunmaktadır.

Akıllı bir şehir bunlara rağmen bir şok ile karşılaştığında, sonrasında tekrar kararlı bir duruma nasıl geçebileceğini değerlendirebileceği bazı temel stratejik yaklaşımların farkında olmalıdır. Örneğin ekonomik sektörler piyasa oryantasyonlarını değiştirerek, değer zincirini yeni koşullara göre optimize ederek, stratejik ortaklıklar kurarak ya da atıl birimlerini kapatıp belirli konulara odaklanarak, yenilikler yaparak veya güncellemeler gerçekleştirerek, üretimin yerini değiştirerek veya topyekün olarak firma popülasyonlarının dinamiklerini değiştirerek yeni duruma uyum göstermektedirler (Fromhold-Eisebith, 2015). Şehirler ise yer değiştiremedikleri için her zaman ekonomik sektörlerin dayanıklılığı ile uyumlanmayan çıkar çatışmaları yaşayabilirler. Bu gibi olası durumlara karşı çeşitli senaryolar geliştirmek ve bunları simülasyonlarla test ederek bilgi biriktirmek, hangi durumlarda hangi şehirlerle dayanışabileceğini önceden düşünerek ortaklıklar kurmak, akıllı bir şehrin geleceğe güvenle yürümesini sağlayacaktır.

2.3. Karmaşık Kentsel Sistemlerde Güvenlik Sorunları

Akıllı güvenlik konusunu daha detaylı bir şekilde ele almadan önce, şehirleri genel olarak ilgilendiren güvenlik sorunları ile bunlara dair eğilimlerden bahsetmek gerekir. Günümüzde nüfusun önemli bir kısmı şehirlerde yaşamaktadır. Hızla büyüyen şehirlerde yaşam kalitesini güvence altında tutmak, kentsel altyapıyı korumak, kentsel hizmetlerin sürekliliğini sağlamak ve en temelinde can ve mal güvenliğini sağlamak; günbegün karşı karşıya kalınan asayiş sorunları, tekrar eden suç olayları, daha seyrek ancak güçlü etkileri olan sosyal olaylar, doğal ve teknolojik afetler ve terör olayları karşısında oldukça güç hale gelmektedir (Hessel, 2018). Bunlara ek olarak, altyapı yetersizliklerinin yarattığı tehditler de önemlidir. Örneğin dünyada her yıl 20 milyon çocuk altyapı yetersizliklerine

dayalı nedenlerden ötürü yaşamını yitirmektedir. Bu kayıplarda en büyük rolleri hava kirliliği, yetersiz beslenme, kazalar ve hareketlilik-erişim sorunları oynamakta, afetler görece daha az gerçekleşmektedir (Ramaswami vd., 2016).

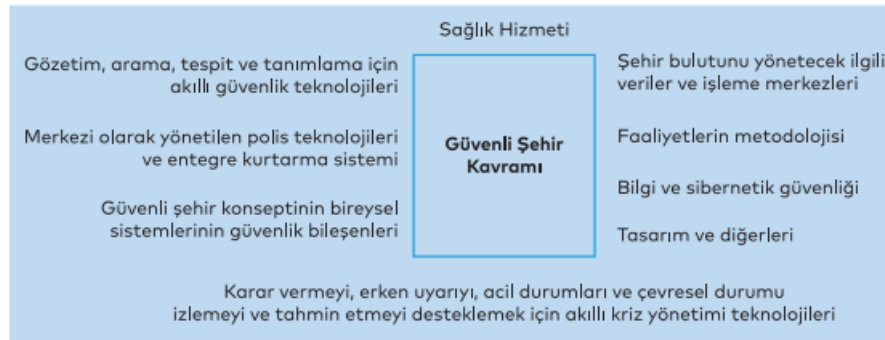
Küresel düzeyde iklim değişikliği, ekonomik dengesizlikler, ideolojik farklılıklar, kirlilik gibi birçok karmaşık trend şehirlerin yeni tehlikelerle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır. Hastalık yapıcı vektörlerin yeni coğrafyalara yayılması (Benedict vd., 2007), öldürücü sıcaklar (Mora vd., 2017), ani seller ve su baskınları (Kundzewics, 2017), pandemi riskleri (Flahault vd., 2006), obezite gibi sorunlar nedeniyle artan bulaşıcı olmayan kronik rahatsızlıklar (Fleischer, 2011) bunlardan bazılarıdır. Bütün bunların yanında çeşitli bölgelere has kırılabilirlikler ve bunlara dayalı kayıplar da önemli boyutlara ulaşabilmektedir. Örneğin ABD’de eski içme suyu altyapılarında kullanılan kurşun borular ve fosil yakıtlar nedeniyle ana karnında ya da küçük yaşlarda kurşun zehirlenmesine maruz kalma ile nöro-davranış bozukluklarının ortaya çıkması ve buna dayalı suç oranları üzerine çalışmalar da bulunmaktadır (Nevin, 2007). Doğu Bloku’nun çökmesi ile çok sayıda göçmenin ve yoksulluğun ortaya çıktığı Avrupa’da 1990-2000 döneminde uyuşturucu kullanımına dayalı suç oranları sürekli artmıştır. Aynı dönemde mülke saldırı olayları ise önce artış sonra azalış göstermiştir (Aebi, 2004). Dolayısıyla bazı olumsuz sosyal trendler uzun süreli ve yapısal nitelikte, bazıları ise daha geçici, akut nitelikler taşıyabilmektedir.

Bu tabloya bakınca dünya yerleşmelerinin sayısız küresel, bölgesel ve yerel güvenlik sorunu ile karşı karşıya olduğunu söylemek belki de bir abartı sayılmaz. Yaşam kalitesi ve mutluluk kadar ekonomik ve kültürel işlevlerin ve ekosistem işlevlerinin sürdürülmesi açısından da önemli olan güvenlik konusunda en uygun ve en güçlü etkiyi elde etmek ise bir şehri “akıllı” olarak niteleyebilmenin temel koşuludur.

Özellikle büyükşehirler, birçok farklı faaliyete ev sahipliği yapmaları nedeniyle bir dizi daha güvenlik sorunları ile karşı karşıyadır. Örneğin büyük etkinlikler ayrı birer güvenlik konusudur. Bu tür etkinlikler, doğal ve teknolojik afetler, gıda zehirlenmeleri veya terör olayları gibi riskler karşısında güvenliği özel olarak değerlendirilmesi ve planlanması gereken, aylar öncesinde müdahalelerin yapılmasını gerektirebilen olaylardır (Hessel, 2018). Bütün bunların üzerinde, bir de akıllı şehir uygulamalarının kendisinden doğan güvenlik sorunları bulunmaktadır. Altyapının dijitalleşmesi ile ortaya çıkan yeni kullanıcı, özel sektör ve kamu kurumlarından oluşan ekosistemde, verinin birleştirilmesi ve ilişkilendirilmesi neticesinde daha geniş bir alan saldırılara açık hale gelebilmektedir. SCADA gibi sistemler altyapıyı izleme olanağı verirken, bir yandan da eski donanımlar nedeniyle saldırılara açık hale getirebilmektedir (Igreue vd., 2006). Akıllı şehirlerin bu nedenle çeşitli bilişim güvenlik modellerine ve teknolojilerine ihtiyaçları artmaktadır.

2.4. Akıllı Şehir ve Güvenli Şehir: İki Kardeş Yaklaşım

Günümüzde akıllı şehir strateji ve uygulamaları kadar, Güvenli Şehir adı altında da birçok yaklaşım ve uygulama yer almaktadır. Hatta bazen akıllı şehir yaklaşımının bir bileşeni olarak karşımıza çıkmaktadır (Ristvej vd., 2020) (Şekil 1).



Şekil 1. Güvenli Şehir Kavramı Ristvej vd. (2020)

Güvenli şehir yaklaşımında saha gözetleme, araştırma, uyarı ve kimlik tanımlama, polis ve bütünleşik kurtarma sistemlerine dair merkezden yönetilen teknolojiler, bilişim ve siberetik güvenlik, kriz yönetiminde acil durum ve çevre sorunlarına dair karar verme, erken uyarı, izleme ve tahmin sistemlerini destekleyen zeki teknolojiler, tasarım ve diğer konular, veri ve veri işleme merkezleri ile şehir bulutu ve sağlık konuları ele alınmaktadır. Bununla beraber güvenli bir şehir yaratma arzusu ile yapılan kamusal alan düzenlemesi, erişim sınırlaması, gözetim sistemlerinin konumlandırılması ve kolluk güçlerinin kamusal alanlarda konuşlanması gibi konular birer korku ve güvenlik endişesi yaratabilmektedir. Bu nedenle güvenlik tehditlerini iyi anlayıp bertaraf edecek önlemler geliştirirken, şehir halkının güvenlik algısına ve kaygılarına itina ile yaklaşmak gerektiği unutulmamalıdır. Aksi takdirde güvenlik çözülmez değil, inşa edilen bir sorun haline gelebilir (Frois, 2011).

Akıllı şehir yaklaşımlarında aslında güvenlik, hem genel olarak ele alınması gereken hem de tüm alt bileşenlerin kendi içinde bir şekilde yer alan bir unsurdur. Özellikle çevre ya da altyapı bileşenlerinde hem çevre güvenliğinin sağlanması hem de altyapının fiziksel güvenliğinin sağlanması konuları öne çıkmaktadır. Akıllı yapılarda bina güvenliği ile hırsızlık vb. suçlara karşı güvenlik, yangın, su baskını, deprem güvenliği gibi konular öne çıkmaktadır. Hatta son dönemde yaşlıların konut içi güvenliğine yönelik uygulamalar da görülmektedir. Akıllı ulaşım sistemlerinde de güvenlik ayrıca ele alınmaktadır

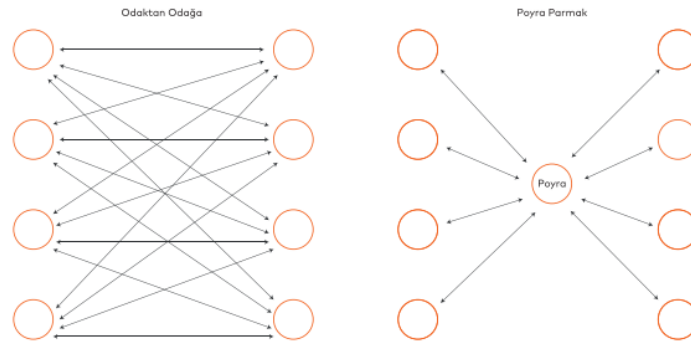
3. AKILLI ŞEHİRLERDE GÜVENLİK VE TEKNOLOJİ

3.1. Ağ Yapıları ve Farklı Güvenlik Sorunları

Ağlar, en basit haliyle odaklar ve bağlardan oluşan yapılardır. Odaklar ve bunların birbirine bağlanma şekilleri farklı ağ topolojileri oluşturur. Örneğin bir şehir bir odak, bir nokta olarak gösterildiğinde şehirleri birbiri ile ulaşım, iletişim, enerji ağları bağlayabilir. Sanayi devrimi ve sonrasında ortaya çıkan tren-tren yolu, uçak ve havayolu sistemleri önce noktadan noktaya bağlantı sağlar şekilde çıkmış, ancak bunlar zaman içinde yüksek ulaşım maliyetleri yarattıkları için yerini poyra-parmak ya da at arabası tekerleği biçimli merkezileşmiş ulaşım sistemlerine bırakmışlardır. Poyra-parmak tipi ağlar diğer ağlara göre oldukça verimli çalışırlar, lojistik avantajlar ve noktadan noktaya erişim avantajları yaratırlar (Rodrigue vd., 2013). Ağların aynı zamanda kapasiteleri, bağların akım yönleri, çift yönlü akımlar olup olmadığı, ağların içindeki daha küçük ağlar ile hiyerarşik yapılar oluşturup oluşturmadıkları gibi özellikleri de ağların tipolojik sınıflara ayrılarak incelenmesinde kullanılır.

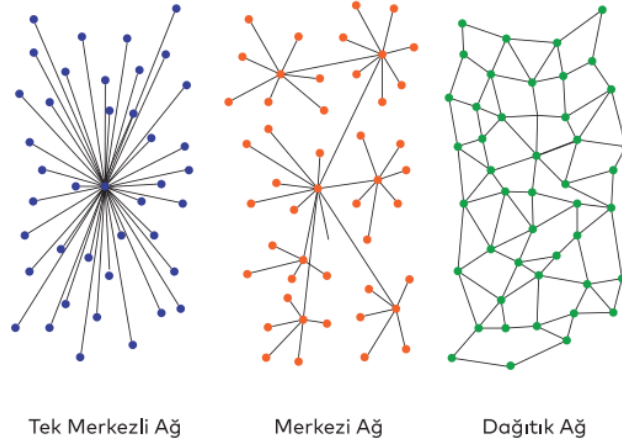
Noktadan noktaya erişilen ulaşım sistemlerinde iki şehir arasındaki bağ koptuğu zaman bu şehre erişmek oldukça zordur. Poyra parmak tipi ağlarda ise merkez ile olan bağ koptuğu zaman o şehre erişilemez (Şekil 2). Poyra parmak tipi yapılarda merkezdeki odak örneğin bir aktarma havalimanı ise, bu havalimanına yönelik tehditler tüm ağı ilgilendiren tehditlerdir, çünkü bütün ilişkiler bu odak üzerinden gerçekleşmektedir ve alternatifi yoktur. Merkezi metro istasyonları, otoparklar vb. bu nedenle güvenlik zaafları yaratırlar. Ancak yarattıkları ölçek ve kapsam ekonomileri nedeniyle vazgeçilmesi zor tesislerdir. İki ulaşım ağını birbirine bağlayan Boğaz köprüleri gibi yapılar da kritiktir. Burada da bu kritik bağın hasar görmesi ya da onarımında olması ve başka bağ olmaması, iki ağı birbirinden kopuk hale getirir. Bu durumda bu iki ağ, birlikteliklerinden doğan zincir ve röle sistemleri kaybederler, birçok ekonomik ve teknik avantajı kaybederler. Dolayısıyla bu tür kritik altyapıların güvenliği, tüm sistemi etkiler.

Ağaç dalı şeklindeki ağlarda ana arterde yoğun bir akım söz konusudur ve tüm diğer alt ağlar hiyerarşik bir şekilde bu artere bağlanır. Ana artere ilişkin bir sorunun ağın özellikle kökü diyebileceğimiz bir noktada ortaya çıkması ile tüm sistemde akımlar durabilir. Örneğin tahıl ithal edilen önemli bir liman ile iç bölgelere giden yollar arası ilişkinin kopması durumunda açlık tehdidi ortaya çıkabilir. Bu gibi ağlarda alternatif bağlantılar geliştirilerek ağın bağlanabilirliğini artırmak gerekir. Ancak bağ ve odak sayısı arttıkça, ağın işletme maliyetleri de artar. Bir coğrafyayı veya bir alanı etkin kaplayan bir ağ, uygun sayıda bağa sahip olmalıdır. Daha yüksek sayıda bağ, ağın varlık sebebini ortadan kaldıracak maliyetlere neden olabilir. Bir ağın bağlanabilirliği arttıkça, belirgin bir merkez ortadan kalkar. Örneğin dağıtık bir ağda, bir bağ kopsa bile birçok alternatif bağ ile o yere erişmek mümkün hale gelir (Şekil 3). Ancak bütün bu bağlantıların işletilmesi çok maliyetlidir. Örneğin bu bir ulaşım ağı ise, birçok yol kapasitesinin altında kullanılacak, dolayısıyla yüksek bakım maliyetleri ortaya çıkacaktır. İletişim ağlarında ise hem sistem çok enerji harcayabilir, hem de diğer kullanıcılar tarafından görülmesi istenilmeyen bir bilgi diğerleri tarafından görülebilir. Bir ağ işletirken, güvenli ekonomik ve verimli işletebilmek için bu farklı unsurlar dikkate alınmak zorundadır.



Şekil 2. Odaktan odağa ağlar ve poyra-parmak yapısındaki ağlar

Çeşitli afet, saldırı veya kaza senaryoları ile bir ağ yapısının nasıl etkileeneceği önceden simülasyonlar yardımı ile incelenebilir ve önlemler geliştirilebilir.



Şekil 3. Poyra parmak (tek merkezli) ağlar, merkezi-desantralize ağlar ve dağıtık ağlar

3.2. Dağıtık Ağ Uygulaması: Blokzincirler

Blokzincir, merkezi bir sunucunun veya güvenilirden bir otoritenin kaldırılmasına olanak sağlayarak, merkezi güvenin internet ortamında dağıtılması olarak tanımlanır. Blokzincir teknolojisi, verilerin haricinde değer atfettiğimiz varlıklarını da transfer etmemizi sağlayan dağıtık bir veri tabanıdır (Saber vd., 2019). Bunlar açık ya da özel dağıtık hesap defteri kullanan teknolojileri (public or private digital ledger) kullanmaktadır. Hem gizlilik sunmakta hem de tüm transferlerin kaydını gösteren şeffaflık sunmaktadır. Verilerin kötü niyetle değiştirilmesi hiç kolay değildir. Özellikle birbiri ile güven tesis edilmesi zor olan aktörlerin bulunduğu durumlarda, örneğin parçalı tedarik sistemlerinde önemli avantajlar sunmaktadır (Ølnes vd., 2017) (Şekil 4). Yukarıda bahsettiğimiz gibi dağıtık sistemler ağın tamamında daha çok enerji harcanan sistemlerdir. Ancak güvenlik nedeniyle olan maliyetler daha yüksekse, bu durumda merkezi (poyra-parmak) yapıdaki bir sisteme göre daha verimli oldukları söylenebilir. Blokzincirlerin bu özelliği özet algoritmalar sunmaktadır ve aktarılan kayıt ile ilgili özet bilgi ve önceki aktarımların özet bilgileri bir blok halinde tutulduğu için oldukça dayanıklı sistemler ortaya çıkmaktadır. Bununla beraber henüz ölçeklenebilirliği ve verimliliği tartışmalı sistemlerdir. Blokzincirler özellikle ödeme sistemleri, tapu kaydı gibi yüksek güven gerektiren işlemler açısından önemli avantajlar sunmaktadır. Akıllı şehirlerde sistemlerin birbirine bağlanmasından kaynaklanan güvenlik sorunlarını azaltmakta önemli bir potansiyel sundukları düşünülmektedir. Yerel yönetimler açısından özellikle kamu özel sektör ortaklığında geliştirilen akıllı altyapılar gibi durumlar düşünüldüğünde blokzincir mülkiyeti de önem kazanmaktadır.

3.3. Akıllı Şehirlerde Güvenlik Teknolojileri

Akıllı şehirlerde güvenli kamusal alanlar yaratmak için kullanılan belli başlı teknolojiler aşağıda sunulmaktadır.

- Fiziksel Güvenlik Bilgi Yönetimi (PSIM)
- IP Tabanlı Video Gözetim Sistemleri
- Video Analiz Tabanlı Şüpheli Davranış Tespiti
- Hizmet Olarak Video İzleme Sistemleri
- Görüntülerden İnsan Davranışı Tespiti
- Biyometrik Tabanlı Video Sistemleri
- Kalabalıkların Video ile İzlenmesi
- Fiziksel Kimlik ve Erişim Kontrol Sistemi (PIAM)
- Akustik Ateşli Silah Algı - ma ve Konum Tespiti
- Otomatik Plaka Tanıma
- Araç Algılama Sistemi
- LTE Telsiz Haberleşme Sistemi
- Gerçek Zamanlı İstihbarat Sistemleri
- Olay Yeri İzleme
- Dronlar
- Liman İzleme Sistemi

2. SONUÇLAR

Akıllı şehirlerde güvenlik konusu, çok boyutlu, tüm kesimleri ilgilendiren bir konudur. Bu boyutların bir kısmı, mevcut şehirlerde zaten var olan sorunlara dair iken, bir kısmı ise Akıllı şehir uygulamaları ve akıllı altyapıların yaygınlaşması ile ortaya çıkabilecek yeni sorunlardır. Günümüzde birçok şehir, kendi kırsal alanları ile ilişkisi kopuk, uzak yerlere enerji ve gıda açısından bağımlı haldedir. Bu durum, şehirleri daha kırılgan hale getirmektedir.

Akıllı güvenlik, akıllı şehir bileşenlerinden birisidir. Enerji güvenliği gibi konularda kuşkusuz akıllı enerji uygulamaları, içme ve kullanma suyu temini ve atık su ve katı atık bertaraf konularında da akıllı altyapı uygulamaları ile beraber düşünülmesi gereken bir bileşendir. Bu çerçevede akıllı enerji ve akıllı altyapı uygulamalarının, yerel kaynakları daha etkin kullanma, dış kaynak bağımlılığını azaltma gibi ilkelerle akıllı güvenlik yaklaşımlarına da katkı sağlaması mümkündür. Ancak bunlar gerçekleştirilirken şehrin çevresindeki kırsal alanların tahribine ve kır-şehir arasında sosyal eşitsizlikler yaratılmasına neden olmayacak düzeyde müdahaleler gerçekleştirilmesi gerektiği unutulmamalıdır. Ayrıca bu müdahalelerin yeni afet riskleri yaratmaması gerekmektedir. Bu çerçevede, ileri teknolojiler kadar, yeşil altyapıların da akıllı güvenlik açısından rolü iyi değerlendirilmelidir.

Akıllı şehir stratejileri kapsamında şehir-kır ilişkisini yeniden güçlendirecek adımlar atılması, şehirlerin artalanındaki tarımsal alanların korunması, deniz ve kıyı varlıklarının korunması ve iyi yönetilmesi, kentsel tarım uygulamalarının yaygınlaşması gibi birçok ihtiyacın karşılanmasında akıllı şehir uygulamaları önemli fırsatlar sunmaktadır. Ekosistem işlevlerinin tanımlanması, izlenmesi, korunması ve geliştirilmesi yoluyla, gıda, lif, enerji gibi kaynakların elde edilmesine dair kırılganlıklar azaltılabilir. Ayrıca ekosistem işlevlerinin korunması, içme suyu, hava ve toprak kalitesinin korunması için de gereklidir. Bu sayede şehirlerin daha dayanıklı hale gelmesi mümkündür. Kır-şehir ilişkisinin bu yönde güçlendirilmesi ve yeni sosyal ağların oluşması ile sosyal kırılganlıklar bir miktar azaltılabilir. Bunlara ek olarak, kentsel tarım da bu çerçevede rol oynayabilir. Akıllı şehir uygulamaları, atıl kentsel varlıkların kentsel tarım için kullanılmasına yönelik girişimleri destekleyebilir. Akıllı altyapı ve yönetim sistemlerinin yaygınlaşması, tüm kesimler için ortak tehditlerin ortaya çıkması riskini barındırmaktadır. Bu bağlamda, yerel akıllı şehir strateji ve eylem planlarında yeni teknolojik risklere özel bir önem verilmesi gerekmektedir.

Akıllı Güvenlik konusu, ülkemizin deprem ve sel gibi afetlere görece daha yüksek maruz kalması nedeniyle her yerel akıllı şehir strateji ve eylem planında önem verilmesi gereken bir konudur. Akıllı şehir uygulamaları, her yerleşmenin kendi kırılganlıklarının iyi tespit edilmesi kadar, bina varlıklarının, altyapısının, kamusal alanlarının ve hassas doğal varlıklarının hangisi tür afetlere karşı nasıl korunabileceğine dair yanıt bulunması ve çözüm üretilmesinde büyük fırsatlar sunmaktadır. Örneğin deprem risklerinin olduğu bir yerde akıllı bina tanımının salt bina içinde konfor yaratan bilişim uygulamaları ile sınırlı kalmaması gerektiği açıktır. Ya da sel baskını riski olan yerlerde akıllı atık su altyapılarının bu durumlarla baş edebilme kapasitesi yüksek olan sistemler olarak geliştirilmesi gerektiği de açıktır. Bu bağlamda, akıllı yapılar, akıllı altyapılar ve akıllı enerji sistemlerinin bir arada, bütüncül ele alınması gerektiğini bir kez daha hatırlatmak gerekir. Ülkemizin kuvvetli uluslararası ve iç göç baskısı altında olması ve çevre ülkelerde yaşanmakta olan iç savaşlar gibi nedenlerle akıllı güvenlik konusu daha da önem kazanmaktadır. Bu çerçevede akıllı şehirlerin ani nüfus akımlarına karşı hazırlıklı olmaları, bunların yaratabileceği sosyal, medikal, ekonomik ve çevresel riskleri yönetebilecek kapasiteler ve yetenekler kazanmaları önemlidir. Özellikle büyükşehirler ve sınır şehirlerinin bu çerçevede akıllı şehir yaklaşımlarında bu gibi risklerin göz ardı edilmemesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

• T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021. Akıllı Güvenlik/www.akillisehirler.gov.tr/egitim-akilli-guvenlik/, (Eylül 2022).

Aebi, M. F. (2004). Crime Trends in Western Europe from 1990 to 2000. *European Journal on Criminal Policy and Research*, 10(2), 163-186. doi:10.1007/s10610-004-3412-1

Benedict, M. Q., Levine, R. S., Hawley, W. A., & Lounibos, L. P. (2007). Spread of the tiger: global risk of invasion by the mosquito *Aedes albopictus*. *Vectorborne and zoonotic Diseases*, 7(1), 76-85.

Flahault, A., Vergu, E., Coudeville, L., & Grais, R. F. (2006). Strategies for containing a global influenza pandemic. *Vaccine*, 24(44-46), 6751-6755.

Fleischer, N. L., Diez Roux, A. V., Alazraqui, M., Spinelli, H., & De Maio, F. (2011). Socioeconomic gradients in chronic disease risk factors in middleincome countries: evidence of effect modification by urbanicity in Argentina. *American journal of public health*, 101(2), 294-301.

Flin, R., Mearns, K., O’Connor, P., and Bryden, R. (2000). “Measuring safety climate: Identifying the common features.” *Safety Sci.*, 34(1–3), 177–192.

Folke, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social– ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16, 253-267.

Frois, C. (2011). Video Surveillance in Portugal. *Social Analysis*, 55(3), 35. doi:10.3167/sa.2011.550303

Fromhold-Eisebith, M. 2015. Sectoral Resilience: Conceptualizing IndustrySpecific Spatial Patterns of Interactive Crisis Adjustment. *European Planning Studies*, 1-20.

Gill, T. (2018, 26 Nisan). How A Focus On Child-Friendliness Revived One City’s Fortunes. <https://rethinkingchildhood.com/2018/04/26/rotterdam-childfriendly-city-urban-planning-gentrification/> adresinden erişildi.

Hessel, R. (2018). *Safe City : From Law Enforcement to Neighborhood Watches*. Newburyport, UNITED STATES: Morgan James Publishing.

Holling, S. C. (2001). Understanding the Complexity of Economic, Ecological, and Social Systems. *Ecosystems*, 4, 390-405.

Hoorweg, D., & Bhada-Tata, P. (2012). *What A Waste? : A Global Review Of Solid Waste Management*. Urban Development Series Knowledge Paper. The World Bank. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/302341468126264791/pdf/68135-REVISED-What-a-Waste-2012-Finalupdated.pdf> adresinden erişildi.

Hughes, T. P. (1987). The evolution of large technological systems. In: *The Social Construction of Technological Systems*. Bijker WE, Hughes TP, Pinch TJ, editors. Cambridge, MA: IMT Press, 1997.

Martin, R. & Sunley, P. (2006). Path dependence and regional economic evolution. *Journal of Economic Geography*, 6, 395-437.

Martin, R. (2012). Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks. *Journal of Economic Geography*, 12, 1-32.

Ramaswami, A., Russell, A. G., Culligan, P. J., Sharma, K. R., & Kumar, E. (2016). Meta-principles for developing smart, sustainable, and healthy cities. *Science*, 352(6288), 940-943.

T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞB) (2019). *2020-2023 Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı*

Yigitcanlar, T., Kamruzzaman, M., Foth, M., Sabatini-Marques, J., da Costa, E., & Ioppolo, G. (2019). Can cities become smart without being sustainable? A systematic review of the literature. *Sustainable Cities and Society*, 45, 348– 365. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.11.033>