İklim Değişikliği ve Akıllı Kentler

Mithat EKİCİ*

Öz: *İklim değişikliği, milyonlarca yılda doğal sebeplerle gelişen iklim değişebilirliğinden farklı olarak günümüzde insan aktiviteleri kaynaklı sera gazlarının sebep olduğu küresel ısınma sürecinin sonucu olarak ortaya çıkmıştır. İklim değişikliği artık bir kriz olarak tanımlanmakta ve azaltım politikaları yanında uyum politikalarının da uygulanması için birçok çalışma yapılmaktadır. Kentler özelinde yapılması gereken faaliyetler iklim değişikliğine dirençlilik adına en önemli uyum çalışmaları arasındadır. Giderek artan akıllı kent sistemi uygulamaları, iklim değişikliği ile uyum çerçevesinde önemli fırsatlar oluşturma kapasitesine sahiptir. Bu çalışmada çalışmanın amacına uygun olarak iklim değişikliğine uyum kapsamında akıllı kent uygulamalarında kullanılabilecek iklim ürünlerinin örneklerle açıklanması amaçlanmıştır. Özellikle iklim erken uyarı özelliği taşıyabilecek ürünlerin akıllı sistemlerle bina/altyapı ve dolayısıyla kent uygulamalarına katkısı tartışılmıştır. Ayrıca insanların, toplulukların, kurum ve kuruluşlar ile araştırmacıların hizmetine sunulan iklim ürünleri ve iklim değişikliği çalışmalarının akıllı sistemlere ne gibi girdi özelliği olabileceği ve bunlardan hangi amaç ve yollarla yaralanabileceği açıklanmıştır. Akıllı kent-iklim uygulamaları sayesinde iklim değişikliğine neden olan sera gazlarının azaltılmasına yönelik her türlü katkı başarılı uygulamalar ortaya çıkarabilir. Akıllı kent iklim uygulamaları ile binaların ısıtma-soğutma özelliklerinin otomatik kontrolü, iklim değişikliği ile şiddetlenebilecek hava olaylarının erken uyarısı, trafikte seyir anında rotanın şiddetli hava olaylarına göre düzenlenebilmesi sağlanabilecektir. Ayrıca, engelliler, yaşlılar gibi destek alması gereken gruplara özel hava durumu ve iklim bilgisi aktarımları başarılı akıllı kent-iklim uygulamaları sayesinde yapılabilecektir.*

* *Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İİBF, Siyaset Bilimi ve Kamu Yönetimi Ana Bilim Dalı Doktora Öğrencisi, Beşevler/Ankara* mithatekici@gmail.com

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Keçiören/Ankara

mekici@mgm.gov.tr

Makale Geliş Tarihi: 25.01.2022

Makale Kabul Tarihi: 08.04.2022

Anahtar Kelimeler: *İklim Değişikliği, Akıllı Kent, Akıllı Kent-İklim Uygulamaları, Erken Uyarı*

The Climate Change and Smart Cities

Abstract: Climate change has emerged as a result of global warming caused by greenhouse gases due to human activities, unlike climate variabilities that have occurred for millions of years by natural causes. Climate change has been identified as a crisis and various studies are carried out to implement adaptation policies as well as mitigation policies. The activities that need to be done in cities are among the most important adaptation studies for resilience to climate change. Increasingly, smart city system applications have the capacity to create significant opportunities within the framework of adaptation to climate change. In this study, it is aimed to explain with examples the climate products that can be used in smart city applications within the scope of adaptation to climate change in accordance with the purpose of the study. In particular, the contribution of products has been discussed that can have climate early warning features to building/infrastructure and therefore urban applications with smart systems. In addition, it has been explained what kind of input features of climate products and climate change studies offered to people, communities, institutions- organizations and researchers, and how they can be benefited from. Any contribution to the reduction of greenhouse gases that cause climate change can lead to successful practices thanks to smart systems. Automatic control of the heating-cooling features of buildings, early warning of weather events that may be exacerbated by climate change, and arranging the route according to severe weather events while cruising in traffic will be possible with the smart city-climate applications. In addition, special weather and climate information transfers to groups that need support, such as the disabled and the elderly, will be possible thanks to successful smart city-climate applications.

Keywords: *Climate Change, Smart City, Smart City-Climate Applications, Early Warning*

1. Giriş

İklim, tüm canlıların ve özellikle de insanların hayatını var olduklarından beri, büyük ve küçük göç hareketleri ve daha iyi iklim şartlarına sahip coğrafyaları elde etme savaşlarına neden olarak önemini ortaya koymuştur. İbrahimi dinlerin ortak kültürü Nuh Tufanı mitolojisi dahi iklim ve iklim değişimi ile ilgilidir. İklime ayak uydurmak ve daha rahat şartlarda yaşamak için yeni icatlar, keşifler ve çalışmalar yapılmıştır. İnsan kaynaklı iklim değişikliği dışında gelişen iklim değişimleri doğal iklim değişiklikleridir (Ekici, 2019: 1). Ayrıca, Paleo-hidroloji ve paleo-klimatoloji çalışmaları kutuplardaki buz kütleleri, mercanlar, ağaç halkaları, okyanus ve göllerdeki sedimanlardan yararlanarak iklimin doğal değişimleri anlaşılabilmektedir (Şarlak, 2015: 500). Doğal iklim değişimi son olarak, birkaç yüzyıl önce, yani 17. ve 19. yüzyıllar arasında Avrupa'da mini buzul çağı şeklinde yaşanmıştır (Mann 2002: 1). Yine doğal iklim değişikliğini tetikleyen unsurlardan biri olan volkanik patlamaları takiben 1-2 yıl süreyle yaz sıcaklığı ve yağış istatistiklerinde anlamlı azalmalar bulunmuştur (Man vd., 2014: 7406). Doğal iklim değişikliğinden farklı olarak son yıllarda yaşanan karbondioksit (CO_2) miktarının yükselmesi sonucu artan küresel sıcaklıklara bağlı iklim değişikliğinin, insan yapımı sera gazlarından kaynaklı bir iklim değişikliği olduğu gözlemlenmektedir. Son yıllarda yaşanan insan kaynaklı iklim değişikliğine müdahale ederek yerkürenin doğal dengesinin yeniden kurulması, ancak insanlığın doğru müdahaleleri ile mümkün görünmektedir. Birey, aile, ülke ve tüm dünya toplumları bir araya gelerek iklim krizine çözüm bulmalıdır. Dünyamız çevresi ve atmosferiyle, yani ekolojisiyle arınmaya ihtiyaç duymaktadır (Ekici, 2019: 2).

İklim değişikliğinin sebebi olan küresel ısınmanın anlaşılmasına dair çalışmalar, on dokuzuncu yüzyıl başına kadar götürülebilir. Fransız bilim insanı Jean Baptiste Joseph Fourier enerjinin dünyaya güneşten gelen ışınlar olarak ulaştığını, emilen bu ışınların kızılötesi bir sıcaklık olarak tekrar uzay boşluğuna döndüğünü ve bu döngü yüzünden dünyanın teorik olarak donması gerektiğini söylemiştir. Fakat atmosferin bir koruyucu kalkan görevi görerek dünyayı donmaktan koruduğunu da belirtmiştir. Yani Fourier, ısının tutulması ile yüzey sıcaklıklarını artıracağını ilk söyleyen bilim insanıdır (Giddens, 2011: 25) İklim değişikliği, Yerkürenin ışınım dengesinin ortalama değerlerinde, Yerküreye atmosferden geçerek gelen kısa dalga boylu güneş ışınımının ve geri yansıyan uzun dalgalı yer ışınımının dengesi üzerine kuruludur. Atmosfer içerisinde az miktarlarda bulunan doğal sera gazları olan su buharı, CO_2, CH_4, N_2O ve O_3 gazları, güneş ışınımını geçirirken geri yansıyan uzun dalgalı yer ışınımına karşı oldukça az geçirgen bir yapıya sahiptir. Bu sayede Yerküre doğal dengesi içerisinde, alışılmış olandan daha fazla ısınmaktadır. Yüz milyonlarca yıldır yerkürenin ısı dengesini oluşturan ve sera etkisi olarak bilinen bu yapı sayesinde Yerküre ortalama olarak 33 derece daha sıcak bir özellik kazanmıştır (REC Türkiye, 2008: 13). Sera gazı dengesi olmasa Yerküre sıcaklık ortalaması eksi 20 santigrat derece civarında olacak ve yaşam şartları oldukça zor şartları barındıracaktı. Yerkürenin sera gazı etkisi, medeniyetin geliştiği dönemde, dünya

ısısını belli bir dengede tutarak, bu gelişmeye ciddi olumlu katkı yapmıştır. Artan insan nüfusu, bilimsel çalışmalar ve sonucunda ortaya çıkan sanayileşme süreci, insanın doğayla yüzyıllardır verdiği mücadelenin kendi lehine dönmesini sağlamıştır. Üretim anlayışındaki kitlesel gelişme doğayla mücadeleden çıkıp, onu tüketme ve yok etme noktasına hızla ilerlerken, Yerküre hızla hastalanmış ve buna sebep olan insan, yuvasını yok ederken kendini de yok eder hale gelmiştir. Doğayla bütünleşik, barışık yaşayan insanoğlu, sanayileşme ile hızla kentleşme yoluna da girmiştir. Kentleşme insanın doğadan kopuşunun simgesi olurken, artan nüfus ve kentleşme yüzünden tüketim alışkanlıkları da doğadan kopuk bir düzene doğru evrilmiştir.

İklim değişikliği; enerji, taşımacılık/ulaşım, su kaynakları, tarım, ormancılık ve gıda, sigortacılık, turizm ve alt yapı/binalar sektörleri gibi birçok farklı sektörü olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden iklim değişikliğine en çok sera gazı üreten kaynakların başında gelen kentlerin, azaltım ve uyum çalışmaları sayesinde küresel ısınmanın azaltılmasında da büyük bir rol oynaması muhtemeldir. Kentlerin azaltım ve uyum için binlerce yıldır bildiğimiz yapısından farklılaşması, geliştirilmesi ve teknoloji ile donatılması çözüm arayışlarından biridir. Kentlerin iklime uyumlu, sürdürülebilir ve yeşil altyapıyla donatılması çalışmalarını destekleyebilecek akıllı kent uygulamalarının önemi gittikçe artmaktadır.

Türkiye de 1950'li yıllarla birlikte hızlı, ama çarpık bir kentleşme sürecine girmiş ve 2000'li yıllarla birlikte de insanların dörtte üçü kentlerde yaşamaya başlamıştır. Artan kent nüfusu ulaşım, konut, altyapı, eğitim, sağlık, güvenlik, çevre (afetler ve iklim değişikliği sorunları da dâhil olmak üzere) ve enerji sorunları birlikte kentsel sorunları büyütmektedir. Yapılan uluslararası ve ulusal konferanslarla kentlerin sosyal refahının arttırılması, kaliteli yaşam standartlarına kavuşturulması ve sürdürülebilir kent yaşamının sağlanabilmesi amaç haline gelmiştir. Dünyada 1950 yıllarda 2,5 milyar kentli insan sayısı, 2018 yılında yaklaşık 5 milyar kişiye ulaşmıştır. Kentsel nüfus, kırsal nüfusu 6 kat aşmış ve kentte yaşayan insan sayısı %55 oranına ulaşmıştır. Birleşmiş Milletler Dünya Kentleşme oranına göre kent nüfusu 2030 yılında %60'a, 2050 yılında ise %70'e ulaşacaktır. Hızlı kentleşme; tatlı su kaynakları, kanalizasyon alt yapıları, yaşam ortamı ve halk sağlığı üzerinde olumsuz baskı oluşturmaktadır. Kentler, enerji tüketiminin yüzde 60 ila 80'inden sorumlu iken, insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının yüzde 70'inden sorumludur (UN, 2020). İklim değişikliği kentlerde ısı dalgalanmaları, kentsel ısı adası, aşırı sel ve taşkınlar, kuraklık, hastalık ve ölümler gibi olumsuzlukları artırmaktadır. Ayrıca iklim değişikliği, kentlerin yaşam kalitesini artıran arıtım ve drenaj, ulaşım, enerji, temiz içme suyu ve sağlıklı kanalizasyon sistemlerini bozarak yaşam kalitesini tehdit etmektedir. % 70'e yakını kıyılarda bulunan büyük kentlerin, iklim değişikliğine bağlı deniz seviyesi yükselmelerinden de hızla etkilenecektir. Kentlerde yaşayan yoksul sayısı artmakta, ayrıca iklim mültecileri ile de kentler sağlıksız bir şekilde yoksul göçmenlerle dolmaktadır. 2030 yılına kadar 325 milyona ulaşması beklenen kent yoksulu sayısının, iklim değişikliği sebebiyle daha da artması beklenmektedir (Tuğaç, 2019: 997). Kentlerde yaşayan yoksul sayısının artması yanında kentlerin daha

yaşanır ve dirençli olması adına ciddi yatırımlar da yapılmaktadır. Özellikle hızla gelişen teknoloji ve bilişim sistemleri sayesinde bilim kurgu filmlerini aratmayacak yenilikler ve inovasyon çalışmaları kentlerin ihtiyaçlarını gidermek için kullanılmaktadır. Bilişim teknolojileri, baş döndüren bir hızla gelişerek hayatın her alanına kademe kademe yerleşmektedir. İlk olarak insanların en çok kullandığı bilgisayarlar, telefonlar ve arabalar akıllı bilişim teknolojileri ile donatılırken, yaşam alanlarımız evlerimiz ve doğal olarak tüm kentlerin de akıllı teknolojilerle donatılması süreci hızlanmıştır. Akıllı kent uygulamalarının çok değişik amaçları ve girdileri olmakla birlikte, bu amaçların hemen hemen hepsi birbiriyle ilişkili ve birbirini destekleyen konulardır. İnsan çevresinin bilişim teknolojileri ile donatılması küreselleşen dünyanın tek bir ağ ile donatılması sürecini de beraberinde getirmektedir. Bu durum ise küreselleşmeyi hızlandırırken, dünyayı daha da küçültmektedir.

Ekolojik Kentler, Yeşil Kentler, Düşük Karbonlu Kentler, Enerji Sakınımlı Kentler yaklaşımlarının amacı; karbon salımı düşük, az enerji ve az su tüketen, doğal ekosistemi koruyan kentler planlayarak her türlü sürdürülebilirliğin sağlanmasıdır. Bunu sağlayabilmek için karbon salımını azaltmak, enerji tasarrufunu artırmak, suyu verimli kullanmak, atık yönetimini etkinleştirmek vb. uygulamalar kent planlamaları ve dönüşümleri için en önemli unsurlardır. Sürdürülebilirlik ve daha yüksek kalitede yaşam ortamı sağlamak için var olan politika, planlama, tasarım ve uygulama yaklaşımlarının istenilen düzeyden çok uzakta olduğu görülmektedir. Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, kentlerdeki önceden beri var olan sorunların çözümlenmesi yönünde umutları artırmaktadır (Terzi ve Ocakçı, 2017: 11). Akıllı kent kavramının üstünde hemfikir olunmuş bir tanımı olmamasına rağmen, bazı tanımlardan yararlanarak (Sadioğlu ve Erdinçler, 2018) akıllı kentler, *"gelişmiş bir kent bilgi sistemine sahip bireylerin tüm sistemlerden sabit ve mobil sistemler aracılığıyla faydalanabildiği ve bütünleşik enformasyon organizasyonu temelinde kurgulanmış kent yapılanmaları* " olarak tanımlanmıştır. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın 2019 yılında hazırladığı 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi ve Eylem Planı'nda akıllı kent, "*Paydaşlar arası işbirliği ile hayata geçirilen, yeni teknolojileri ve yenilikçi yaklaşımları kullanan, veri ve uzmanlığa dayalı olarak gerekçelendirilen ve gelecekteki problem ve ihtiyaçları öngörerek hayata değer katan çözümler üreten daha yaşanabilir ve sürdürülebilir kentler"* olarak tanımlanmıştır.

Akıllı kentlerin akıllı olma özelliklerini ortaya çıkaran bileşenler "akıllı çevre", "akıllı ekonomi", "akıllı yönetişim", "akıllı hareketlilik", "akıllı insan" ve "akıllı yaşam" olarak tanımlanmaktadır (Giffinger vd., 2007: 11). Bilim ve Teknoloji sayesinde kentlerin sürdürülebilir özelliklerinin artırılıp insan yerleşimini ve yaşamını kolaylaştıran akıllı kent uygulamalarının genişletilmesi hedeflenmektedir. Akıllı kent sistemleriyle insan unsuruna odaklanılan ve "akıllı" özelliğiyle sivil toplum, özel sektör ve kamu bürokrasisini kapsayan bütünleşik ve yönetişim içinde etkin ve verimli çözümleri kapsayan yeni bir yaşam öngörülmektedir. Akıllı kent

uygulamaları, genel anlayışa göre, yerel ölçektedir. Ancak, yerel, ulusal ve küresel düzeyde olumlu geri dönüşleri sağlayabilecek yaklaşımları da içermektedir.

İklim değişikliği doğrudan dünyamızı dönüştürme kapasitesine sahip bir kriz olarak sürekli kötüleşmektedir. İklim değişikliği krizi tüm canlı sağlığı yanında, insan yaşamını ve kurduğu düzeni tehdit etmektedir. İklim değişikliği; enerji, taşımacılık/ulaşım, su kaynakları, tarım, ormancılık ve gıda, sigortacılık, turizm ve alt yapı/binalar sektörleri gibi birçok farklı sektörü olumsuz etkilemektedir. Bu yüzden sağlık, çevre sorunları yanında insanların yaşam alanı olan kentlerin en önemli unsurları olan alt yapı ve bina sektörünü de olumsuz etkilemekte, insanları ise yaşadıkları kentleri bugüne kadar olduğundan farklı tasarlamaya ve iklim krizini azaltacak veya ona uyum sağlayacak özellikler kazandırmaya zorlamaktadır. Kentlerin daha yaşanılır ve yeşil özellikler barındırması, iklim dostu, enerji tasarruflu, erişilebilir özelliklerinin artırılarak sürdürülebilir olması gerekmektedir.

Bu çalışmanın iklim değişikliği ve meteorolojik ürünlerin akıllı kent sistemlerine nasıl girdi oluşturacağına ışık tutması amaçlanmıştır. İklim ürünlerinin İklim değişikliğine uyum ve azatlım çalışmalarının akıllı sistem uygulamalarına dâhil edilerek kent planlamasını yapanların ve karar vericilerin dikkatine sunulması hedeflenmiştir. Ayrıca alan yazınında akıllı kent uygulamaları ve iklim değişikliği ilişkisinin doğrudan Türkiye özelinde ortaya konduğu çalışma bulunmaması sebebiyle bu çalışmanın gelecek dönemki araştırmalara ışık tutması beklenmektedir.

2. İklim Değişikliği ve Akıllı Kentler

Akıllı Kentler ve İklim Değişikliği ilişkisine bakıldığında, baştan beri kullanılan akıllı kent uygulamalarının ulaşım, konut, altyapı, eğitim, sağlık, güvenlik, çevre konularının iklim değişikliği ve meteorolojik uygulamalarla genişletilip, zenginleştirilebileceği anlaşılmaktadır. Bilgi ve iletişim teknolojileri akıllı uygulamalar şeklinde kullanılarak; katı veya sıvı atık, hava, su, toprak, iklim değişikliğine direnci artırma ve yönetebilme alanlarında yeni bir vizyon ortaya koymaktadır. Ayrıca, kentlerin çevre ve doğasının sürdürülebilirliğinin sağlanabilmesi ve çevre yönetiminde yeşil kent planlamasının artırılabilmesi akıllı uygulamalar sayesinde daha mümkün olmaktadır. Akıllı kent uygulamalarının ana başlıkları olan ulaşım, konut, altyapı, çevre konuları doğrudan iklim değişikliğine direncin artırılmasına yardımcı olmaktadır. Eğitim, sağlık ve güvenlik konuları ise dolaylı ama önemli düzeyde iklim değişikliği konusuyla ilgilidir.

Akıllı kentlerin farklı boyutları birçok akademisyen tarafından ortaya konmuştur. Bu boyutlar genel olarak sıralanırsa, bilişim teknolojilerine (BT) bağlı eğitim, ekonomi, altyapı ve genel yaşam kalitesinin yükselmesi yanında; hareketlilik, çevre, yönetişim, sürdürülebilir ekonomi, sosyo-politik kent sorunları, kurumsal eşgüdüm gibi ana sorunların da benzer şekilde ele alındığı görülmektedir. En önemli dört bileşen sıralanırken dördüncü bileşen doğal çevre bileşenidir (Sadioğlu ve Erdinçler,

2018: 85-86). Akıllı kent uygulamaları ile ilgili yazılmış her türlü makale, rapor, tez vb. çalışmaların tümünde çevre ve doğal olarak iklim değişikliği faktörü önemli girdi olarak ele alınmaktadır.

Kentleşme süreci, küresel iklim değişikliğinin ana faktörlerinden biri olarak sanayi devriminin ortaya çıkardığı karbondioksit salımlarının artması sonucunu doğurmuştur. Küresel ısınmanın ana etmenlerinden olan kent faaliyetleri yüzünden sera etkisi, ısı adası etkisi gibi durumların şiddeti artmaktadır. Son yıllarda dünya iklim değişikliği değerlendirmeleri göstermektedir ki, karbondioksit artışları yüzünden rekor kıran sıcaklık ortalamaları, kuzey kutup deniz buzu azalmaları, okyanuslardaki ısı değişiklikleri, ekosistem yıkımı, su ve toprak kaynakları dengesizliği gibi büyük sorunlar ortaya çıkmaktadır. Konvektif yağışların güçlenmesi, yükselen deniz seviyesi, taşkınlar, soğuk ve sıcak dalgalarında artışlar ve fırtına gibi aşırı hava olaylarında iklim değişikliğine bağlı artışlar kentleri paniğe sürüklemektedir (Deng vd.,, 2017:1). İklim değişikliğinin olumsuz etkilerine direnci artırmak için kentlerde özel tasarım çözümler çoğu kent için yüksek maliyetlidir. Kentler bulundukları bölgede direnci artıracak kentsel tasarım yönergelerini belirlemek açısından potansiyel iklim risklerini değerlendirmek zorundadır. İklim değişikliği çalışanlar tarafından belirli iklim olaylarına direnci artırmak için yerel coğrafi alanlara özel çalışmalar yapılmalıdır. Dünyada gelişmekte olan birçok büyük kent, sağlıklı ve dirençli kentsel yaşam alanı açısından zayıf altyapıya sahiptir ve büyük iklim değişikliklerinden çok fazla etkilenecektir (Blakely, 2007: 11). OECD için hazırlanan bir raporda, kentlerin iklim değişikliği sorununun bir parçası olduğu gibi çözümün de önemli bir parçası olduğu vurgulanmıştır. Kentler küresel enerjinin büyük çoğunluğunu tükettiğinden sera gazı emisyonlarının en büyük sorumlularındandır. Kentler, yetersiz altyapı ve birçoğunun deniz kıyısında olmasından dolayı deniz seviyesi yükselmesi, şiddeti artan fırtınalar gibi iklim değişikliği etkilerine maruz kalmaktadır. Dirençli kent planlaması ve yönetimi, ulusal iklim hedeflerine ulaşmaya yardımcı olurken, çevre ve ekonomik öncelikler arasındaki zıtlıkları en aza indirebilecektir. OECD'nin bu raporunda akıllı kentler ve iklim değişikliği yerine rekabetçi kentler ve iklim değişikliği tabiri kullanılmıştır. Bu tabirin kullanılmasında en büyük gerekçenin sürdürülebilirlik anlayışı ile iklime karşı dirençli kentler planlarken, yoksulluğun azaltılması, sosyal adalet anlayışlarını önceleyen sürdürülebilirlik kavramının önemi vurgulanmaktadır. Ekonomik gelişmeyi ihmal etmeden, yeşil ve iklim dostu kentlerin planlanması anlayışı öne çıkarılmaktadır (Kamal-Chaoui ve Rober, 2009). Akıllı kent uygulamaları, atık sorununun çözülmesi için ve üretim sektöründe karbon ve diğer kirletici salımını azaltacağından, her türlü sanayi ürün kullanımında tasarruf sağlayacağından, küresel iklim değişikline direnci artıracağından önemli negatif geri bildirim sağlama kapasitesine sahiptir.

Uzun yıllar boyunca, Dünya'da iklim değişikliğine karşı uluslararası ve kapsamlı anlaşmalar yapılmaya çalışılmıştır. Başarısız bu antlaşma girişimleri haricinde, kentler kendi yaşam alanlarını korumak ve daha sağlıklı hale getirmek için risk

değerlendirmeleri hazırlayıp sera gazı emisyonlarını azaltma hedefleri belirlemektedir. İklim değişikliği çalışan bilim insanlarınca görmezden gelinen ve insanlarının yarısından fazlasının yaşam alanı olan kentlerin, iklim değişikliğine uyum sağlamada ve risk azaltmada ***'ilk müdahale ekipleri'*** olarak ortaya çıkabileceği bir gerçektir. Kentlerdeki bu çalışmalar çoğunlukla ekosistemlere ve tarıma odaklanmıştır. Pek çok araştırmacı, gelişmiş ülkelerdeki şehirlerin doğası gereği ***'uyarlanabilir'*** olduğunu varsaymaktadır. Bu varsayım Katrina Kasırgası'nın 2005'te New Orleans'ı yıkmasıyla bozulmuştur. Fizik bilimciler, sağlık bilimciler ve mühendisler; şehirlerin ve kentsel çevrenin iklim değişikliği karşısında nasıl etkileneceğine dair belirli soruları yanıtlamaya çalışmaktadır. Sosyal bilimciler; özellikle risk altındaki popülasyonlar için insani ve ekonomik maliyetleri ele alırken, bilim insanlarının hepsi uyum ve afet planlamasının yanı sıra risk azaltmayı da göz önünde bulunduran daha bütüncül bir yaklaşımı önermektedir. Kentler, küresel sera gazı ve dolayısıyla iklim değişikliği etkilerini azaltma çabaları için çok önemlidir. Uluslararası Enerji Ajansı, en son çalışmasında kentsel alanların küresel enerjiyle ilgili karbon emisyonlarının %70'den fazlasından sorumlu olduğu tahminini yayınlamıştır (IEA, 2021). Aynı zamanda, neredeyse tamamı kıyılarda veya nehir kenarlarında inşa edilen şehirler, özellikle iklim değişikliği etkilerine karşı savunmasız konumdadır. Deniz seviyesindeki artışlar ve büyük fırtına dalgalanmaları önemli kent altyapılarını tehdit edecektir. Daha sık ve yoğun olarak gerçekleşmesi beklenen sel ve kuraklıklar, gerekli ve genellikle kıt olan su kaynaklarına daha fazla talep yaratacaktır. İklim değişikliği; hızlı nüfus artışı ve kentsel yayılma, yoksulluk ve kirlilik gibi kentsel baskıları şiddetlendirecektir. Şehirlerin yoğun ve entegre ekonomik faaliyetleri, son derece karmaşık altyapı sistemleri ve sosyal hizmetler ile çok katmanlı yönetişim özellikleri nedeniyle başka zincirleme etkiler de yaratacaktır (Rosenzweig vd., 2010). İklim değişikliği sorunlarına karşı ulaşım ağlarında (yerel yollar) su drenajının iyileştirilmesi, yeşil çatıların geliştirilmesi ve tehlikelere karşı modern tahliye planları oluşturulabilir. Bu eylemlerin uygulanması, modern şehirlerin yüksek yoğunluğu ve büyük ölçeği nedeniyle önemli bir veri toplama programının ve ardından veri işleme faaliyetlerinin oluşturulmasını gerektirir. Veri gereksinimlerine ek olarak, kentsel modellerin ve simülasyonların doğruluğu giriş verilerine bağlıdır, çünkü herhangi bir başlangıç verisi hatası modellemenin her aşamasında büyüyecektir. Bir şehrin alanı, çok katlı binalar ve gökdelenlerin kullanımından dolayı üç boyutlu (3B) bir fenomendir (Garnet ve Adams, 2018: 2). Ekonomik gelişmenin en önemli kaynağı haline gelen kentler, planlanmalarına ve yönetilmelerine göre iklim değişikliği riskleri artmakta veya azalmaktadır. Geleneksel olarak oluşmuş kentler, insanları ve tüm canlıları, şiddeti ve sıklığı artan afet risklerine karşı daha savunmasız bırakmakta, bu yüzden geleneksel kent planlama yaklaşımlarının değiştirilmesi gerektirmektedir. Kentleri oldukça olumsuz etkileyen afetlerin günümüzde artmasının ana sorumlusu iklim değişikliği krizidir (Tuğaç 2020: 986). Kentlerde yaşayan insan sayısı arttıkça kent suları, taşımacılık, sera gazı salımı ve hava kirliliği gibi çevre sorunları ile gıda ve her türlü maliyet artışları sorunları (Ömürgönülşen ve Sadioğlu, 2016), akıllı kent kavramını, krizleri

çözüme götürebilecek bir yaklaşım olarak karşımıza çıkarmaktadır (Sadioğlu ve Erdinçler, 2018: 81).

Yönetilmeyen aşırı nüfus tehdidi, iklim değişkenlerinin etkilerine karşı aşırı savunmasızlık ve ekonomik faktörler ile kentler, gezegenin belirsiz geleceğine karşı özellikle duyarlı konumdadır. Ancak kentlerde yaşayan insanlığın geleceği, kentleri iklim değişikliği yüzünden savaş alanları haline getirmesine bağlı olabilir. Kentler; su kıtlığı, kirlilik ve sel yüzünden yaşanan sorunlara, ısı stresi ve atık bertarafına kadar bir dizi zor sorunla karşı karşıyadır. Sera gazı salımlarının en büyük sorumlusu olan kentler, aynı zamanda karbon emisyonlarını büyük ölçüde azaltmak ve pratik sürdürülebilirliği savunmak için eşsiz bir fırsat da sağlamaktadır. Tarihsel olarak, şehirler verimlilik düşünülerek tasarlanmıştır. İnsanların ve malların kolay taşınması için ticaret yolları veya suyolları üzerine kurulmuştur. Ticareti yönlendiren ekonomik merkezler olarak hizmet etmiş olan kentler ve aynı zamanda paylaşım ve fikirlerin geliştirilmesi için buluşma yerleri olarak tasarlanmıştır. Kentleri inovasyon deneme alanları olarak kullanarak, kent alanlarının daha yeşil olmaları sağlanarak daha sürdürülebilir, ekonomik olarak daha uygun, iklime dirençli alanlar hale getirilmesi mümkündür.

İklim değişikliğine kentlerin direncini artırmak için kent plancıları, yöneticileri bir dizi önlemi bütünleşik olarak almak ve uygulamak zorundadır. Akıllı kent uygulamaları ise bu planların ve yönetim sistemlerinin kolaylaştırıcısı olabilir. Örneğin sularla çevrili Singapur, yükselen deniz seviyelerinin riskleri nedeniyle tehdit altında önemli bir ticaret şehridir. Yöneticiler iklim değişikliği dolayısıyla deniz yükselmelerinden etkilenecek olan ada ülkesi ve şehri olan Singapur için denizin doldurulması ve yapıların denizle mesafesi hakkında sürekli güncelledikleri kurallar koymaktadır. Güney yarım kürenin en büyük şehri özelliğini taşıyan Sao Paulo kenti iklim değişikliğinin etkilerine karşı oldukça savunmasız bir kenttir. Suya erişim ve sanitasyonla ilgili sorunlarını çözmek için Brezilya'nın en büyük su şirketi ile şehirdeki 43 gecekondu mahallesine etkili su dağıtımı ve kanalizasyon yönetimi sağlamak için ortaklık kurulmuştur. Sao Paulo, yeni yeşil alanlar geliştirmeye ve etkili sel savunması inşa etmeye odaklanarak arazi kullanımı yönetimini de iyileştirmektedir. Londra şehri bir kentsel ısı adasıdır. Şehrin iklim direnci hedeflerinin başında, yeni binaların ısı emme ve bu ısıyı yayma kapasitesini anlamaya, sonunda da bu ısının azaltılmasına yönelmiştir. Kent yönetimi, enerji verimliliğini takip ederek yeni bina planlamaları ve yapımlarına izin verme kararı almıştır. New York kenti, son yıllarda fırtınalara ve sele karşı dayanıklılık oluşturmaya odaklanmıştır. Sandy Kasırgası 11 milyar dolar zarara neden olmuştur. Kent ekonomisini korumak adına işletmelere iklim dirençlerini iyileştirmeleri için maddi yardımlar yapmıştır. New York binalarının ve altyapısının dirençliliğini artırmak için bir plan geliştirerek binaların daha güçlü, iklim değişikliği risklerine dirençli olmaları adına bina kurallarına uyması sağlanmaktadır (Appleton, 2020). Yeni Delhi için uygulanması planlanan akıllı kent projesinin, kentsel durgunluğu hafifleteceği ve çevresel açıdan sürdürülebilir kentsel alanlar yaratacağı

düşünülmektedir. Bu projenin, yeşil inşaat, atık su arıtma tesislerini ve yağmur toplama sistemlerini birleştirerek su kaynaklarını da koruyabilen enerji verimli binaların yolunu açması beklenmektedir. Düşük karbon salımı amaçlı akıllı kentlerin iklim değişikliğinin etkilerini de göz önünde bulundurması gerekmektedir. Bu stratejiler sayesinde muson mevsiminde su birikmesini ve taşmasını önlemek için daha iyi kanalizasyon ve drenaj sistemleri kurarak temel kentsel altyapı sorunlarının düzeltilmesi beklenmektedir. Artan nehir taşkınlarının önüne geçmek adına kum madenciliğinin yok edilmesi, nehir yatağı düzenlemeleriyle nehir kıyılarını korumak önemli adımlardır (Sriraj, 2015).

İklim değişikliği ve kentlerin dünya nüfusunun çoğunu barındırması yüzünden kentlerin kırılganlığı artmıştır. İklim değişikliğinin, şiddetini ve sıklığını artırdığı aşırı hava olayları, temiz içme suyu ihtiyaçlarına ulaşmada zorlukları artırmakta, kent altyapılarına ve binalara fazlaca zarar vermektedir. Buna bağlı olarak kentlerde yaşam kalitesi düşmektedir. IPCC projeksiyon raporları göstermektedir ki iklim değişikliğinin tetiklediği afetlerin sayı, sıklık ve şiddetleri artma eğilimindedir (IPCC SR1.5, 2018). Kent nüfus oranları arttıkça, kentlerde gıda güvenliği, katı atık sorunu, sağlıklı içme suyu, trafik, sosyal dengesizlikler yanında; iklim değişikliği sorunu da kentlerin ana sorunları haline gelmiştir (Bilici ve Babahanoğlu, 2018: 125). Kentlerde akıllı hareketlilik olarak tanımlanan akıllı altyapı ve ulaşım hizmetleri iklim değişikliğine dirençliliği artırmaktadır (Armağan, 2018: 393). Akıllı şehir uygulamalarıyla Viyana, enerji verimliliğini artırarak iklimin korunmasına ve karbon ayak izinin azaltılmasına çalışmaktadır (Talari vd., 2017: 15).

3. Türkiye ve Akıllı Kent Uygulamaları

Türkiye 10. Kalkınma Planında (2014-2018) akıllı kent uygulamalarına önem verdiğini göstermiştir. Plan'da "*Akıllı uygulamaların sağlık, ulaştırma, bina, enerji ile afet ve su yönetimi gibi alanlar başta olmak üzere kullanımının yaygınlaştırılacağı; kentlerin bilgi ve iletişim teknolojileri alanındaki altyapı, kapasite ve beceri düzeylerinin artırılarak akıllı kentlere dönüşmesinin destekleneceği"* vurgulanmıştır. Ayrıca, yine aynı planda kentsel dönüşüm uygulamalarında, akıllı bina teknolojilerinin kullanılmasına ve geliştirilmesine yönelik üretimin teşvik edileceği yazmaktadır (Onuncu Kalkınma Planı, 2013: 97 ve 197). Onuncu Kalkınma Planında, akıllı uygulamalar olan enerji, afet ve su yönetimi yaklaşımları bulunmaktadır. Enerji ve su tasarrufu yanında, afetler yüzünden ortaya çıkması muhtemel can ve mal kayıplarını önlemeye yönelik bu yaklaşımlar, bu sorunları büyüten ve artıran iklim değişikliği risklerini azaltmaya yönelik yaklaşımlar olarak da değerlendirilebilir.

On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) ise "Hızlı Şehirleşme" başlığı taşıyan 72. Maddesinde dünyadaki akıllı kent uygulamaları ile bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) kontrollü, enerji ve altyapı sistemleri iyileştirilmesine atıf yapmıştır (On Birinci Kalkınma Planı, 2019: 9). "Küresel Gelişmelerin Türkiye Etkileşimi" başlığı altında 99. Maddesinde *"Türkiye'de hazırlanan Ulusal Akıllı Şehir Stratejisi ve Eylem Planı ile*

yerel yönetimlerin akıllı şehir olma yolundaki hedeflerine yön verilmektedir" denilmektedir (On Birinci Kalkınma Planı, 2019: 12). Ayrıca akıllı tarım, akıllı enerji üretim sistemleri, akıllı ulaşım sistemleri yanında yerel yönetimlerin akıllı uygulamaları gerçekleştirebilmeleri için desteklerin artırılacağı vurgulanmaktadır. İklim değişikliği risklerini azaltacak uygulamalara da son kalkınma planında oldukça yer verilmiştir.

Türkiye'nin akıllı kent uygulamalarına verdiği desteği göstermesi açısından Çevre ve Şehircilik Bakanlığı bünyesinde kurulan ***"Akıllı Şehirler ve Coğrafi Teknolojiler Dairesi Başkanlığı"*** da önemli bir gelişmedir. Türk Telekom Şirketinin ***"Akıllı Kentler"*** projesi önemli bir sektörel destek örneğidir. Bu çalışmada her türlü ihtiyaçlar yanında iklim değişikliğine direnç adına güzel ve örnek uygulamalarda bulunmaktadır. Örneğin, sokak lambalarının akıllı aydınlatılması, akıllı sulama, akıllı atık toplama uygulamaları iyi örneklerdir (Bilici ve Babahanoğlu, 2018: 134). İklim değişikliğinin tüm dünyada önemsendiği ve çalışıldığı son dönemlerde düşük karbonlu kalkınma sürdürülebilir kalkınmanın ana temalarından birisidir. Tüm dünya gibi Türkiye de düşük karbonlu kalkınma konusu, 10.Kalkınma Planı'nda (2014-2018) ele alınarak, İklim değişikliği ve Çevre başlıkları altında Türkiye için yeşil büyümenin önemi şeklinde yer bulmuştur. Yeşil büyüme yaklaşımı; yeşil üretim ve eko-verimlilik sayesinde çevre korunurken, aynı zamanda ekonomik rekabet kapasitesi artırılmış olacaktır (Tuğaç, 2019: 81). Türkiye, sürdürülebilir kentleşme amacıyla 2000'li yıllardan itibaren hızlı gelişmeler kaydetmiştir. Bunu sağlamak amacıyla altyapı güçlendirmesi, kent içi ulaşım ve özellikle toplu taşıma, atık yönetiminin çağdaşlaştırılması ve sıfır atık çalışmaları, gecekondu meselesinin dönüşümü ve kentlerin dirençliliğinin artırılması unsurları temel alınmaktadır. En önemli sürdürülebilir kentleşme unsuru olarak da Türkiye'de afet yönetiminin bütünleşik ve eşgüdüm içerisinde ele alınması çalışmaları vardır. Bu hedefin amacı iklim değişikliğine dirençli ve akıllı kent uygulamalarıyla desteklenen kentlerin geliştirilmesi vardır (SBB, 2019: xviii). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin ana başlıklarına bakıldığında; bilgi teknolojilerindeki gelişimin desteklenmesi, yoksul ve dezavantajlı grupların afetlere karşı dayanıklılığının artırılması, engellilerin ve diğer dezavantajlı grupların kapsanması doğrultusunda yerel yönetimlerin harekete geçirilmesi, entegre orman yönetiminin yaygınlaştırılması ve tüm bunların kesişim alanı sayılabilecek olan akıllı şehirlere yönelik altyapının kurulması hedefleri vardır (SBB, 2019: xx-xxi). Akıllı şehirler ve ulaştırma sistemleri geliştirilmesi Kalkınma Planlarında önemli yer tutmaktadır (SBB, 2019: 128). Dokuzuncu Kalkınma Planında da bulunan ulaşımda sürdürülebilirlik adına trafik yönetimi ve toplu taşıma kullanımının artırılması amacıyla bilgi teknolojileri ve akıllı ulaşım sistemlerine olan yatırımların teşvik edilmesi ve desteklenmesi, ayrıca, yine altyapının yaya ve toplu taşımaya daha uygun şartlara getirilmesi vb. çalışmaların önemine vurgu yapılmıştır. 2015-2018 Bilgi Toplumu Stratejisi Eylem Planı akıllı kentler çalışmalarının kent sorunlarının akıllı kent çalışma ve uygulamaları sayesinde çözülebileceği anlatılmaktadır. Söz konusu strateji belgesi akıllı kent

uygulamalarının gelişiminde akıllı kent yaklaşımlarını destekleyen ve ulusal düzeyde akıllı kent için ortak ve geliştirilmişi programlar geliştirilmesini teşvik etmektedir. Akıllı kent uygulamalarını destekleyen ve bütünleşik düşünülmesi gereken akıllı ulaşım uygulamalarının strateji belgesi de Ulusal Akıllı Ulaşım Strateji Belgesi; tüm ulaşım türlerini kapsayan bilgi ve iletişim teknolojileriyle birlikte güvenli, verimli, çevre dostu, sürdürülebilir ve akıllı ulaşım sistemlerine kavuşulmasıyla yolcu ve yük taşımacılığının kolaylaştırılması sağlanmaya çalışılmaktadır (SBB, 2019: 162-163).

Türkiye'de ilk akıllı kent uygulaması, 2000 yılında hayata geçirilen Yalova Bilişim Vadisi olarak bilinen Eko-Tech yerleşimidir. Bu uygulamaya benzer olarak Ankara, Kocaeli, Bursa, Eskişehir'de benzer uygulamalar geliştirilmiştir. Amaç, Türkiye kentlerinin sürdürülebilir yaşam kalitesine ulaşması için iletişim ve bilişim teknolojilerini üst düzeyde kullanmaktır (Sadioğlu ve Erdinçler, 2018: 90). Gaziantep Büyükşehir Belediyesi ve Amerika Birleşik Devletler Ticaret ve Kalkınma Ajansı (USTDA) arasında ***"Gaziantep Akıllı Şehir Master Planı"*** protokolü imzalanmıştır (Haberturk, Haziran 2020). Bursa Büyükşehir Belediyesi İklim Değişikliği Eylem Planı çerçevesinde akıllı altyapı sistemlerinin geliştirilmesi ve afet risk yönetimi (Tuğaç, 2019: 199) ile akıllı ulaşım sistemlerinin kurulması (Tuğaç, 2019: 213), enerji üretimi ve depolamasında akıllı bir altyapı (smart grid) sayesinde rüzgâr ve güneş enerjisini sistemlerinin diğer sistemlerle bütünleştirilmesi (Tuğaç, 2019: 216) planlanmaktadır. Aynı eylem planında ***"Akıllı Altyapı Sistemlerinin Geliştirilmesi ve Afet Risk Yönetimi"*** başlığında, kentsel akıllı altyapı sistemleri ile iklim değişikliğine Bursa'nın uyumu sağlanmaya çalışılacaktır. Bilgi ve iletişim teknolojileri sayesinde elektrikli araçlar, akıllı trafik düzenleme sistemleri, akıllı bina ısıtma ve soğutma sistemleri, bina ve sokak aydınlatma sistemleri, yenilenebilir enerjili toplu taşıma sistemleri, yağmur suyu ve atık suyun geri kazanım sistemleri düşük veya sıfır salımlı kentler için geleceğin uygulamaları olacaktır (Tuğaç, 2019: 221-222). İklim değişikliğine dirençlilik düşünülerek planlanan kentsel dönüşüm, toplu taşımaya ve alternatif taşımacılığa öncelik, geri dönüşümün artırılması, sıfır kent atığı; akıllı, verimli ve etkin enerji kullanımı ile pasif binalar ve yeşil alan düzenlemelerinin artırılması kent ve iklim değişikliği ilişkisine olumlu katkılar sağlayacaktır (Aşıcı, 2017: 9). Ekonominin kentlerde yoğunlaşması sürdürülebilirliğinin sağlanması açısından bir avantaj olarak görülebilir. Enerji teknolojilerinin verimliliği artırmadaki rolü akıllı altyapı teknolojilerinin (smart-grid) sayesinde yükselmektedir. Akıllı teknolojiler ve bunların binalara ve kent yönetimine uyumlulaştırılması sayesinde kentlerde ısıtma ve soğutmada enerji verimliliği artmaktadır. Yenilenebilir enerji teknolojilerindeki artış da akıllı kent uygulamalarına fazladan destek verecek niteliktedir.

E-devlet uygulaması merkezi hükümetin en önemli ve genele yayılan uygulamasıdır. Yerel yönetimlerin de e-belediye projeleri önemli diğer uygulamalardır (Kaygısız ve Aydın, 2017: 63). E-devlet uygulaması tüm vatandaşları kapsayan ve internet çevrimiçi özelliğiyle sürekli çevrimiçi hizmetlerin artırıldığı bir platformdur. Diğer yandan, yerel yönetimler ve dolayısıyla belediyelerin vatandaşa hizmet amacıyla

teknolojik imkanlardan yararlandığı uygulamalar bulunmaktadır (Şahin, 2016: 254). "Akıllı Kentler-Bulut Kent Bilgi Sistemi" projesi; teknolojik yenilik olarak insanların bilgi güvenliğinin sağlanması ve yine bilginin güvenli alışverişi, kentlinin yaşam profilinin belirlenmesi, açık ve şeffaf kent alanları planlaması, etkin planlanmış kentsel dönüşüm, son zamanlarda iklim değişikliği ile büyüyen bir sorun haline gelen doğal afet ve devamında ortaya çıkan kriz yönetiminin doğru yapılması için uygulamaya konan çalışmalardır (Kayapınar, 2017: 18). KENTGES kent bilgi sistemlerini genişleten ve bütüncül hale getiren akıllı kent uygulama sistemi olarak, altyapı ve ulaşım konularını bilgi teknolojileri kullanarak yaygınlaştıran bir uygulamadır. ATLAS Uygulaması da KENTGES gibi diğer bir akıllı kent uygulama sistemidir. ATLAS, coğrafi verileri, internet aracılığıyla çok boyutlu olarak ilgililerin hizmetine sunan bir akıllı kent uygulamasıdır. Türkiye'de akıllı kent uygulamaları oldukça sınırlı ve başlangıç aşamasında olan uygulamalardır (Tekir, 2017: 19). Akıllı kent uygulamalarında iklim değişikliği risklerinin belirlenmesi ve işlenmesi için iklim değişikliği farkındalığının ve gelecek nesillere bırakılacak kentlerin sürdürülebilirliği adına sorumluluk almanın geliştirilmesi gerekmektedir. Kent yöneticileri, yaşayan bireyler, ilgili kurum ve kuruluşlar sorumluluğun farkında olmalıdır. İklim değişikliği sadece sıcak hava ve aşırı yağışlarla etkili olmamaktadır. Yoksulluk, tarım, su kaynaklarının tükenmesi, kuraklık ve hava kirliliği gibi diğer önemli etkilerinin de sorgulanmasında yarar vardır. Akıllı kent uygulamaları dünyada bazı eşgüdüm çalışmalarında görülen ortaklıklarla bölgesel ve küresel hale gelerek bütünleşik bir akıllı kent uygulaması geliştirilebilmelidir (Tekir, 2017: 23).

Türkiye'de Akıllı Kent uygulamalarında iyi örneklere bakıldığında, özellikle iklim ve meteoroloji verilerinin kullanıldığı veya kullanılabileceği örnekler vardır. Antalya Akıllı Şehir Yönetim Platformu, **Şehir Bilgilendirme Ekranları (Kiosklar), Akıllı Aydınlatma Sistemi gibi uygulamalar iklim değişikliğine direnç amaçlı geliştirilip kullanılabilecek uygulamalardır. Bursa ili için,** 8 Adet VMS ile, Bluetooth sensörleri tarafından üretilen seyahat süreleri ve ortalama hız verileri uygulaması, 16 Adet Bluetooth Sensör ile noktadan noktaya seyahat süresi ve ortalama hız ölçümü uygulaması, Sinyalizasyon uygulamaları, 66 adet kavşak gözlem kamerası ile ana arterlerdeki anlık trafik durumu, CBS uygulaması, **E-Belediye Uygulamaları kullanılmaktadır. Çanakkale,** Kent içi trafiğin rahatlatılması ve sürdürülebilir ulaşım araçlarının teşvik edilmesi için ÇABİS- akıllı bisiklet kiralama uygulaması şimdilik tek uygulamadır. Çorum, elektrikli scooter ve bisiklet kiralama uygulamaları iyi örneklerdir. Gaziantep, 8 farklı noktada kurulan Video Mesaj Sistemleri (VMS) Bluetooth sensörleriyle entegre edilerek, ortalama seyahat süresini kısaltan uygulama, Şehir genelinde 15 ana arterde ve buna bağlı 51 adet sinyalize kavşakta yeşil dalga uygulaması bulunmaktadır. İstanbul'da iyi örneklere bakıldığında, **Akıllı Park Yönetimi, Akıllı Geri Dönüşüm Konteyneri, Adaptif Trafik Yönetim Sistemi – ATAK, Akıllı Mobil Atık Aktarma Otomatı gibi güzel örnekler olmasına rağmen sayıca ve çeşit olarak oldukça az uygulama olduğu söylenebilir. Elektrikli Otobüsler ve Güneş Enerjisi Santrali İzmir'de bulunan iyi örnektir. Kayseri**

ilimizde, Akıllı Kavşak, Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı, Akıllı Şehir Mobil Uygulaması iyi örneklerdir. Kocaeli'de Atık Su Transfer İzleme Sistemi (KATİS), Atık Su Scada Sistemi, Yenilenebilir Enerji Projeleri, Akıllı Şehir Web Portalı, Toplu Taşıma Kullanımının Teşviki ve Emisyon Azaltma, Akıllı Ulaşım Sistemleri Birimi, Akıllı Otopark Yönlendirme Sistemi, Sürücü ve Yolcu Bilgilendirme Sistemleri ve Bisiklet Kullanımının Yaygınlaştırılması uygulamaları vardır. Konya, Büyükşehir Belediyesi Katı Atık Tesisinde Metan Gazından Elektrik Üretimi, "Konya" Mobil Uygulaması, Bisiklet Yolları ve Akıllı Bisiklet Sistemi ve Atık Scada Sistemi uygulamalarına sahiptir. Malatya, Büyükşehir Belediyesi Akıllı Bisiklet Paylaşım Sistemi, Büyükşehir Belediyesi Dinamik (Akıllı) Kavşak Kontrol Sistemi gibi iklim değişikliğine direnç ve sera gazı azaltım sağlayabilecek uygulamaları kullanmaktadır. Şanlıurfa'da halk sağlığını iyileştirmek için 20 bisiklet ve 20 adet park ünitesi, Güneş Enerjili Sinyalizasyon sistemleri kurulmuştur (ÇŞB, 2019a). Tüm Türkiye'de iyi örnek sayılarına bakıldığında sadece 14 şehrin adının bulunması, bunlar arasında Başkent Ankara'nın olmaması oldukça büyük bir sorun ve bu konuda geriden takip etme durumu olduğunu göstermektedir. Nüfusu ile birçok ülkeden büyük olan İstanbul'da hem çeşitlilik ve hem de sayı olarak akıllı kent uygulamalarının azlığı oldukça dikkat çekicidir. İklim değişikliğine direnç adına doğrudan akıllı uygulama oldukça azdır ve bunlar daha çok bisiklet kullanımının özendirilmesi şeklinde düşünülmüş uygulamalardır. Bir şehrimizde (Konya) katı atıklardan metan elde etme tesisi, birkaç şehrimizde akıllı atık toplama ve su arıtma tesislerinin varlığından bahsedilmektedir. 81 ile ve il büyüklüğünde birçok ilçeye sahip Türkiye için akıllı kent uygulamaları maalesef oldukça sınırlıdır. Akıllı Kent uygulamalarında hem çeşitlilik ve hem de sayı olarak Kocaeli ili iyi örneklerde ve iklim değişikliğine direnç ve sera gazı azaltım manasında diğer illerden oldukça iyi ve ileri bir seviyededir.

4. Akıllı Kent Uygulamaları ve İklim Ürünleri

Birçok kentin değişen bir iklime uyumlu tasarlanmaması özel zorluklar yaratmaktadır. Kentsel kalkınma, hem iklim direncini hem de sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak için gelecekteki iklim koşullarını öngörmelidir. Küresel arazi alanının sadece yüzde ikisini kaplayan, ancak küresel emisyonların yüzde 70'inden sorumlu olan kentler, iklim değişikliğini hafifletmede de önemli role sahiptir. İklime uyum için inşaat malzemeleri seçimi, mobilite ve toplu taşıma yatırımları, kentsel alanların suyu emme yeteneği, yaşam tarzı değişiklikleri, temiz enerji kaynakları kullanımının artışı, tehlikeli kimyasalların daha iyi yönetimi, daha iyi su ve atık arıtma ve azalan zararı telafi etmek için taşkın yönetimi önlemleri yoluyla geliştirilebilir uygulamaları içermektedir. Daha güvenli hava sağlamak için kirlilik kontrol önlemleri halk sağlığı için özellikle önemlidir. Meteorolojik hizmetler, kirlilik seviyelerini etkileyen rüzgâr ve sıcaklık düzenlerinin izlenmesinde ve erken uyarılarda önemli bir role sahiptir. Tüm bu konularda etkili karar alma, çeşitli kamu kurumlarının yanı sıra özel sektör ve topluluklarla işbirliğini gerektirir. Kentlerin dirençliliğini artırmak için yeni teknolojileri ve sosyal medya kullanımı

yaygınlaştırılmalıdır. Akıllı telefonlar ve akıllı tarif edilen tüm sistemler sel ve kirlilik konusunda gözlem yapmak ve uyarı yaymak-almak için kullanılabilir. Kentlerde yeşil hareketliliği teşvik etmek, geri dönüşüm programlarını iyileştirmek, bina sahiplerini ve yöneticilerini iklim dostu yatırımlar yapmaya ve bunları akıllı sistemleri kullanmaya teşvik etmek önemli unsurlardır (WMO, 2016).

Birçok kent sisteminin parçası olan enerji, su, ulaşım, sağlık, parklar ve eğlence, güvenlik vb. sistemlerinin hava koşullarından fazlasıyla etkilendiği gerçektir. Aşırı hava olayları ve olumsuz kentleşme yaklaşımları bu durumu büyük olay/afet durumuna getirmekte ve bunların tahmini, hazırlık ve müdahale çalışmaları önem kazanmaktadır. Afet yönetimi ve tüm ilgili çalışmalar akıllı kent yeniliklerinin de odak noktasındadır. Bu nedenle, akıllı sistemlerin iyileştirilmesi-optimize edilmesi çalışmaları ve akıllı kentlerin hava durumu ile ilişkisinin artırılması önemli bir gelişmedir. Enerji alanında; talep-yanıt yönetimi dâhil olmak üzere, şebeke konfigürasyonu ve yönetimini sağlamak için talep tahmini, yenilenebilir enerji verimi ve fırtına ile ilgili kesintiler bağlamında çalışmalar önemli noktalardır. Su sistemleri; talep tahmini, sulama faaliyetinin yönetimi ve su yaşlandırma ve harmanlama, kimyasal dozajlama ve atık su arıtma gibi görevlerin kontrolü ile çalışmalarını içermektedir. Ulaşımda; uyarlanabilir trafik kontrolleri ve rotalama, sürüş süresi tahminleri, filo düzeni ve yönetimi ve yol güvenliğinde kullanılmaktadır. Çevre yönetiminde hava kirliliği (ozon, partiküller, NOx) ve su kirliliğinin tahmini, hava soğutma-ısıtma hesaplamalarında akıllı sistemlerden yararlanılmaktadır. Bunların sağlanmasındaki temel eğilim, akıllı şehirlerde, Nesnelerin İnterneti ve bunun hava tahmini yetenekleri üzerindeki etkisi ile ilgilidir. Uydu verileri bunun bir parçasıdır, ancak karasal veriler de çok büyük bir bileşendir. Akıllı şehirlerde, analitik ve yapay zekânın sürekli artan gücü önemli bir diğer bileşendir. Hava durumu modelleri, uzun süredir süper bilgi işlem kaynaklarının başlıca kullanımları arasında yer almaktadır. Örneğin, kar küreme araçları, karın en çok yağacağı bölgelerde kümeleştirilebilmesini sağlanabilir. Aşırı yerel sıcaklık ve nem tahmini/gözlemleri, bir şehrin kendi binalarından enerji yükünü ve ısıtma-soğutma gerekliliklerini bildirebilir. Bir sis mikro tahmini, konuma göre trafik kazalarının olasılığını tahmin etmek için kaza verileriyle ilişkilendirilebilir ve buna karşı önlemler geliştirilebilir. Yerel veya mikro evapotranspirasyon (ET) tahminleri, sulama faaliyetini yönlendirmek için akıllı sistemlerle yönlendirilebilir. Bir rüzgâr ve sıcaklık mikro tahmini, topoloji ve bitki örtüsü verileriyle birleştirildiğinde, ilk müdahale ekiplerinin bir orman yangını ile başa çıkmak için itfaiyecileri en iyi (ve en güvenli şekilde) nereye yerleştireceklerini planlamalarına izin verebilir (Williams, 2017).

Akıllı meteorolojik değerlendirmeler sayesinde, akıllı kent planlamasına destek ve küresel akıllı kentin inşaat ve geliştirme planlamasının istikrarlı bir şekilde ilerlemesinin sağlanabileceği gözlemlenmektedir. Önceden haber alınan meteorolojik durumlar, akıllı kent geliştirme araştırmaları için oldukça değerlidir. Küresel olarak, meteorolojik erken uyarı seviyesini yüksek çözünürlüklü, taleplere dayalı tahminin geliştirilmesi amaçlanmalıdır. Hedeflenen hava tahmini hizmetini

iyileştirmek, doğruluğunu sağlamak, kent içi afetleri önlemek ve kent planlama ve geliştirme ihtiyaçlarını azaltmak için iklim değişikliğine dirençli olmak gerekmektedir. Kentsel inşaat yönetimi ile ilgili olarak yerel yönetimler, iklim dirençliliğine ve bunun kentsel yerleşim ve planlamadaki sonuçlarına büyük önem vermektedir. 2016 yılında, Şanghay akıllı şehir inşaat çalışmaları konferansında, akıllı algılama, veri izleme, önleme ve azaltma için veri incelemesi ve iklim değişikliği çalışmaları planlama ve inşaatların uyumunun sağlanması adına veri desteği sağlanmıştır. Ulusal-yerel meteorolojik veri ve meteorolojik erken uyarılar internet hizmetiyle kent planlamasında; yerel meteorolojik tarihsel veriler, bulut bilişim kullanılarak gerçek zamanlı veriler, iklim değişikliği veri analizi ve verilerin gerçek iklim ve değişkenlik verilerini ortaya koymak adına kullanılarak kent geliştirme planlamasına rehberlik edebilmektedir. Büyük veri, bulut ve diğer yeni nesil bilişim teknoloji desteğine dayalı akıllı kent planlaması, kentsel yönetişim yöntem ve modellerinde büyük değişiklikler meydana getirmektedir. Aynı zamanda kentlerin kapsamlı operasyon verimliliğini ve yönetim düzeyini iyileştirmektedir. İklim değişikliği, kentsel inşaat, kentsel planlama ve kentsel yönetimde büyük bir sorun teşkil etmektedir. Kentsel planlama söz konusu olduğunda, geçmişteki planlama bilinci, planlama deneyimi ve planlama yöntemleri iklim değişikliğinin neden olduğu her türlü sorunla baş edememektedir (Deng vd., 2017: 4).

İklim değişikliği ve meteorolojik veriler, şehir planlamasının bilimsel araştırmasının temelini oluşturmaktadır. Ancak iklim değişikliğinin eğilimi ve sonuçları beklenenden çok daha fazla olarak gerçekleşmektedir. Kent ekolojisinin kırılganlığı yüzünden ve kötü hava koşulları şartlarında oldukça zayıf karakterli olmasından dolayı, kent planlaması, kırılgan bir özelliktedir. İklim değişikliği ile başa çıkmak için akıllı şehir planlaması, gelecekteki iklim değişikliği trendi hakkında da karar vermek için iklim değişikliği ile ilgili bilgileri taramalı ve entegre olmalıdır. Kentin ağı oluşturma amacıyla bulut bilişim, büyük veri, 3S'nin (GIS, GPS, RS) gücü ile birlikte ve benzeri yeni nesil iletişim teknolojisiyle ve kentin planlanmasında şeylere ve nesnelere, nesnelere ve insanlara, insanlara ve insanların birlikte çalışabilirliğine ulaşılmasına öncülük etmek için bilimsel çalışmalar, uygun düzenleme ve uygulamalar yapılmalıdır. İklim değişikliğiyle mücadele için akıllı şehir planlamasında dört ana unsur önemlidir;

- İlk olarak, iklim değişikliğini azaltmak için enerji tasarrufu ve emisyon azaltımı optimize edilmelidir. Enerji kaynaklarının kullanımını ve arz tarafı etkin bir şekilde düzenlenmelidir. Sera gazı emisyonları azaltılmalıdır. Kentsel yeşillendirme seviyesi güçlendirilmeli ve kentsel karbon tutma kapasitesi geliştirilmelidir.

- İkincisi, iklim değişikliği eğilimine göre; şehir planlamasının bilimsel ve öngörülebilir taşıma kapasitesi, deniz seviyesinin yükselmesi, sıcak ve soğuk dalgaları, kuraklık, sel, tayfun, toz fırtınaları ve diğer hava felaketleri dâhil olmak

üzere giderek daha sık görülen aşırı hava olayları incelenmeli ve erken uyarıları yapılabilmelidir.

- Üçüncüsü, toplum ve halk için eksiksiz bir hava durumu bilgi hizmeti yelpazesi sağlamak için kent içi afetleri önleme, azaltma ve iklim değişikliği planlamasına uyum için akıllı kent meteorolojik erken uyarı platformu kullanımı oluşturulmalıdır.

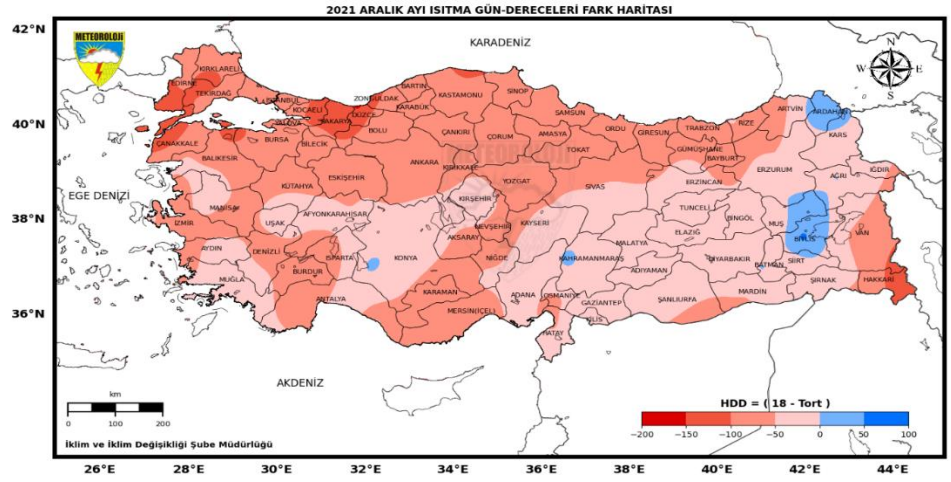
- Dördüncüsü, akıllı kent teknolojisinden tam olarak yararlanılmalı ve akıllı kent teknolojisi geliştirilmeli, büyük hava verileri kaynağı oluşturulmalıdır. Akıllı kent planlamasında, planlamayı evrensel ve özgün olarak ele almalı, farklı şehirlerin kendine özgü sorunlarının somut analizleri yapılmalıdır. Farklı şehirlerin kendine özgülüğünü planlamak için öngörü ve yerel koşullara sahip olunmalıdır. Farklı coğrafi iklime sahip farklı kentler, farklı fenomenlerle karşılaşmaktadır. Temel araştırma, şehrin genel çevresine ve ortamına uyguluğa göre yapılmalıdır.

Çin'in şehir planlaması söz konusu olduğunda, Güneybatı Çin'deki dağlık alanlarda yoğun yağışlar, yüksek dağlar ve dik yamaçlar, toprak kaymaları, enkaz akışları ve nehir yatağının su seviyesindeki değişiklikler, hepsi hassas iklim sorunları ve özel durumlar yaratmaktadır. Bu özel şartlarla başa çıkma planları olarak kenti su basması, güneydoğu kıyılarının neden olduğu aşırı hava olaylarının afet sorunları, drenaj tüneli mühendisliği ve rüzgar mühendisliği planlamasının uygulanması önerilmektedir. Kentsel ısı adası etkisi için şehir planlaması yapılırken nüfus yoğunluğunu azaltmak için küçük ve orta ölçekli şehir planlamasının geliştirilmesi, nüfus yoğunluğu sorununu ortadan kaldırmaktadır (Deng vd. 2017: 5). Çin şehirleri örneğinde olduğu gibi, Türkiye'nin de farklı coğrafya ve topografik özellikte kentleri bulunmaktadır. Bu kentlerin hem modern kent planlamasıyla buluşması ve hem de yöreye özgü özelliklerinin modern yöntemler ve akıllı teknolojilerle buluşturulması önemlidir. Yöreye özgünlük yüzyılların birikimlerinden yararlanmayı sağlayacaktır. Modern yaklaşımlar ise iklim değişikliğinin yeni ortaya çıkardığı sorunların azaltılması ve dirençliliği artırırken, akıllı sistemlerden düzenli ve hızlı şekilde ulaşılabilen erken uyarılardan yararlanma şansını da artıracaktır.

Emisyonları önemli ölçüde azaltmak için şehir merkezlerinin hem daha az enerji kullanması hem de yenilenebilir enerjinin mevcut olduğu dönemlerden daha fazla yararlanması gerekecektir. "Akıllı kentlerin" bu hedeflere ulaşmada çok önemli bir rol oynaması beklenmektedir. Akıllı kent terimi çok çeşitli girişimleri kapsayabilmektedir. Ancak bunlardan biri de Nesnelerin İnterneti (IoT) ile yakından bağlantılı olan girişimlerdir. Akıllı kentlerde sera gazı emisyonlarını azaltma yöntemlerinin çoğu, ya gerçek zamanlı tüketim bilgilerini kaydedip iletmek ya da yaşayanların faaliyetlerini tespit etmek için sensörlere dayanan uygulamalardır. Akıllı uygulamaların etkili olması için, bu sensörlerin çoğunun, veri analizine ve süreç otomasyonuna izin verebilmesi için merkezi bir işleme sistemine bağlanması gerekmektedir. Sabit ve mobil telekomünikasyon ağları bu görevlerin çoğu için ideal

sistemlerdir. Olası kullanım durumlarının çoğuna bağlanmak için telekom ağlarına güvenmek, ısmarlama ağları sıfırdan oluşturmaktan muhtemelen daha ucuz olacaktır. Akıllı kentler 4G ağlarının yeteneklerini tüketecektir. 4G ağları yerine, yeni nesil mobil teknolojinin (5G) sunacağı hız ve güce ihtiyaç duyulmaktadır. Akıllı kentler sera gazı salımlarını azaltma konusunda oldukça etkin araçlar olabilecektir. Karar alıcılar ve politika yapıcıların bu durumu göz önüne almasında yarar vardır (Ovington ve Houpis, 2021).

Meteoroloji Genel Müdürlüğü 1991 – 2020 sıcaklık normallerine göre iklim değerlendirmeleri yapmaktadır. Isıtma ve soğutma gün-dereceleri enerji tasarrufu açısından yerel yönetimler ve ilgili tüm kurum ve kuruluşların aracılığıyla kullanımı için düzenli olarak hazırlanmaktadır. Isıtma - soğutma gün-dereceleri toplamının bilinmesi binaların ısıtılması ya da soğutulması için gerekli olan enerji gereksiniminin bilinmesi açısından önemlidir. Dış ortam sıcaklığı 18°C'nin üzerinde ise ısıtma gereksizdir, Türkiye için 22°C altı ise soğutma ihtiyacı için gereksiz olarak düşünülmektedir (MGM 2021a).



Şekil 1. 2021 Aralık Ayı Isıtma-Soğutma Gün-Dereceleri Farkı (Örnek) (MGM, 2021a)

Örnek haritanın (Şekil 1) değerlendirilmesine bakıldığında, 2021 Aralık için Bitlis, Ardahan, Ağrı, Batman, Beyşehir, Göksun civarlarında ısıtma gereksinimi 0-50 gün-derece artmıştır. Türkiye'nin geri kalan bölgelerinde ısıtma gereksinimi azalmıştır. Isıtma gereksinimi üst sınırı; 810 gün-dereceden 855 gün-dereceye çıkmıştır (MGM 2021a).

Sadece İstanbul metropolünde kış ayları iç ortam sıcaklığı 24°C'den 23°C'ye çekilirse İstanbul için toplam CO_2 azalım oranı %1.26 oranında olmaktadır. Türkiye için iç ortam ısıtmasında yapılacak 1°C'lik azaltma sayesinde CO_2 salımı azaltma oranı

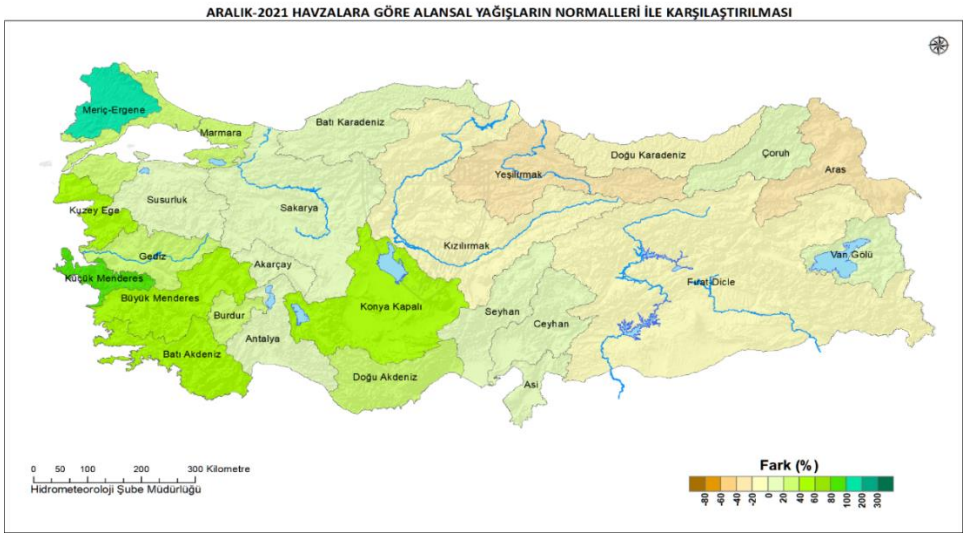
İstanbul için %18.93 civarındadır. Türkiye için ısıtma amaçlı olarak iç ortam sıcaklığında 18°C ve 28°C arası değişkenlik sağlandığında CO_2 salımları şehirlere ve bulundukları coğrafyaya göre farklılaşmaktadır. İzmir için bu oran %7.63, Adana için %6.4, Ankara için %4.5, Mersin %4.3, Antalya %4.0 ve Bursa için %3.3 civarındadır (Ertürk, 2012: 72-73).

Hızla gelişen bir ekonomi ve sanayiye sahip Türkiye'nin enerji talebi de aynı oranda hızla artmaktadır. Türkiye enerji tüketimi yıllık ortalama %6.4 oranında 2014-2018 periyodu içerisinde artış göstermiştir. Bu oran içerisindeki elektrik enerjisi talebi ise 2014-2018 periyodunda yıllık bazda ortalama %3.9 oranında artmıştır. Yenilenebilir enerjinin 2013 yılında toplam elektrik üretimi içindeki payı %28.9 olmuştur. Bu oran 2018 yılında ciddi bir artış göstermemiş ve ancak %32.5 oranına yükselebilmiştir. Bu dönemde fosil yakıt kaynağı olan kömürden elde edilen elektrik üretim payı ise %12.6 oranından %14.9 oranına çıkmıştır (OnbirinciKalkınmaPlanı, 2019a: 20).

Türkiye'de, 2018 yılı itibariyle toplam enerji tüketiminin birincil sağlayıcısı %25,3 oranında tüketim ile endüstridir. Endüstriyel enerji tüketimini ikinci sırada %24 oranında tüketim ile enerji ve çevrim sektörü takip etmektedir. %19,8 ile ulaştırma, %4,4 oranında enerji dışı ve %3 oranıyla tarım ve hayvancılık sektörü önemli tüketim alanlarıdır. %23 oranında tüketimle üçüncü sırada olan mesken ve hizmetlerin enerji tüketiminin (ÇŞİB, 2018), %70 kadarı konutlardaki ısıtma amaçlı kullanımla tüketilmektedir. Konutlarda kullanılan enerjinin ısıtma amaçlı tüketiminde Avrupa Birliği oranı %57 oranındadır (Dilmaç ve Kesen, 2003). Oranların yüksekliği, ısıtma amaçlı enerji tüketiminin azaltılması önemli bir verimlilik ve enerji tasarrufu sağlayacaktır ve ayrıca doğrudan sera gazı emisyonlarını azaltacaktır. Bunu sağlamanın yolları; ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarının yeniden düzenlenmesi, ısıtma ve soğutma sistemlerinde verim artırıcı çalışmalar yapılması, ısıtma ve soğutma ihtiyaçlarını düzenleyen sistemlerin geliştirilmesi ve güncellenmesi, meskenlerin yenilenebilir enerji kullanımlarının artırılması çalışmalarıyla mümkün görünmektedir (Coşkun vd., 2009). Günlük ve saatlik enerji tüketimi hesaplanması ve enerjinin tüketiminin planlanması, üretim ve gelecek enerji planlamaları için oldukça önemli parametrelerdir. Enerji üretimi ve tüketimi, planlama ve yatırımlar için kısa ve uzun dönem içinde önem arz etmektedir. Enerji tasarrrufu ve verimliliği için günlük ve saatlik enerji planlaması ve son dönem akıllı kent ve bina uygulamalarıyla, akıllı sistemlerin sistematik kullanımının artması beklenmektedir. Ayrıca, günlük ve saatlik enerji planlaması bakım ve işletme planlamaları için de oldukça yararlı uygulamalardır. Bunların otomasyonu da sürekli geliştirilmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğinden en çok etkilenecek coğrafyalardan birinde bulunan Türkiye'nin hızla artması beklenen soğutma ihtiyacı hesaplanmalarında da akıllı sistemler önemli bir unsur haline gelmektedir. Isıtma-Soğutma gün-derece hesaplamaları sürekli artan enerji fiyatlarının kontrolü ve gün içerisinde farklı tarifelerden yararlanmak isteyen hane halkları için de oldukça büyük bir tasarruf kaynağı oluşturabilir. Yenilenebilir enerji kullanım teknikleri ve bunların diğer enerji verimliliği ve tasarrufu sistemlerine entegre edilerek bilişim

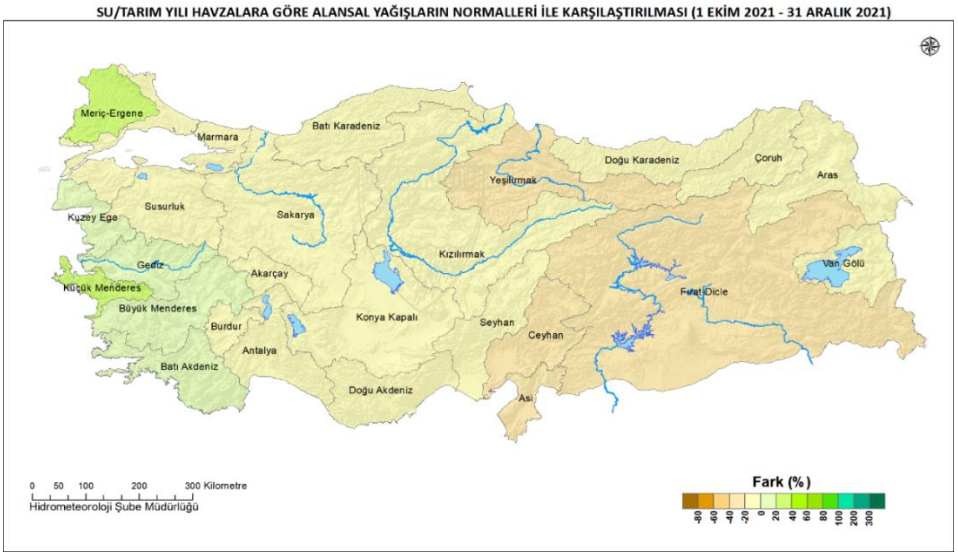
teknolojileri kullanılan akıllı sistemler sayesinde sera gazı salım miktarlarını oldukça azaltacak ortamlar sağlanabilecektir. Akıllı kent uygulamalarının sadece alt bazı sistemlerinin uygulamaları dahi çok ciddi CO_2 salım azaltımlarına yardımcı olabilecek özelliklerdedir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Havzalara Göre Alansal Yağış Değerlendirmeleri (MGM, 2021b), maksimum yağışlar (MGM, 2021c), Bölgeler için Yıllık Toplam Yağışlar (MGM, 2021d)'ın iklim değişikliği ile fazlaca değişmesi, zaman zaman kuraklık ve çoğunlukla da aşırı şiddetli yağışlar şeklinde kendini göstermesi mümkündür.



Şekil 2. Aralık 2021 için Havzalara ait Yağış Değerlerinin Normallerle Karşılaştırılması (Örnek) (MGM, 2021b).

2021 Aralık ayı için hazırlanan ve 26 su havzasının gösterildiği Türkiye Haritasında, Aralık ayı için Türkiye'nin batısında 0'dan yüzde negatif sapmalar, Türkiye'nin doğusu için geçerliyken, Türkiye'nin Orta ve Batı Bölgeleri yüzde pozitif sapmalar göstermektedir (Şekil 2). Aynı gösterim ve değerlendirmeler, Su Yılı içinde su havzaları için verilmektedir (Şekil 3). Uzun yıllara su havzası su yılına ait istatistiki verileri de yine havza alansal yağış değerlendirmeleri gibi akıllı uygulamalarla geliştirilebilir. Bu gösterimlere ait verilerin istatistiki değerlendirmeleri akıllı kent ve akıllı bina uygulamalarında rahatça kullanılabilir. Bu havzalarda yapılacak her türlü su kaynakları planlamaları ve tarımsal planlamalarda kullanılabilecek veriler Bilişim Teknolojileri ve akıllı uygulamalar ile ileri düzeyde kullanılabilir.

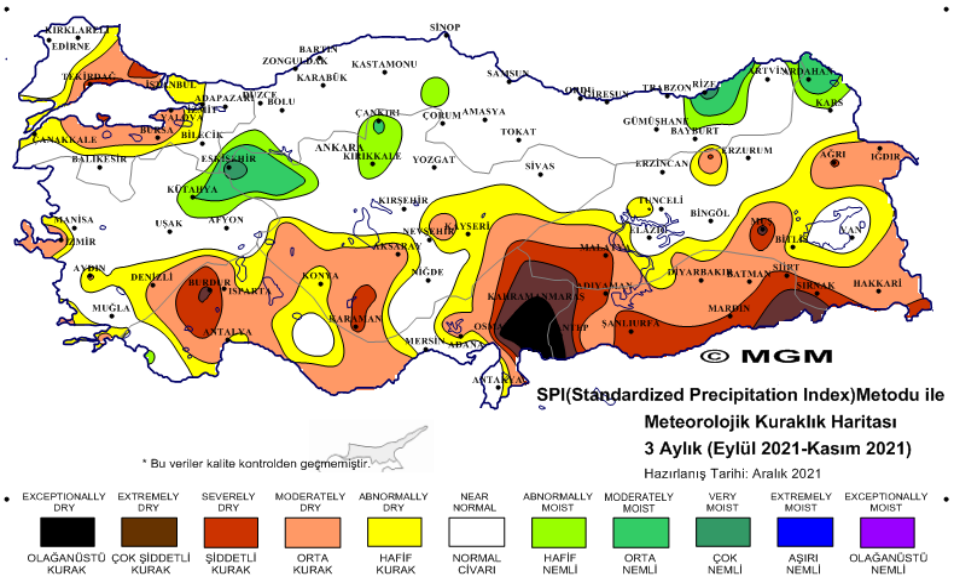


Şekil 3. Su Havzalarına Göre Alansal Yağışların Normalleri ile Karşılaştırılması (1 Ekim 2021- 31 Aralık 2021) (Örnek) (MGM, 2021b).

Türkiye'nin 26 Su Havzasının beş tanesi su rezervinin yaklaşık yarısına sahiptir. Küresel iklim değişikliği, Menderes ve Gediz Havzalarında bulunan su kaynakları üzerinde olumsuz etkiler yaratacaktır. Menderes ve Gediz Havzaları gibi Türkiye'nin su kaynakları, küresel ısınma ve iklim değişikliği etkileri düşünülerek planlanmalı ve su kaynakları yönetimi iklim değişikliğinin yaratacağı beklenen yeni şartlar göz önüne alınarak bilimsel çalışmalar yapılmalıdır (Özkul vd., 2008: 310). MGM İklim Projeksiyonları RCP4.5 Senaryosuna göre; havzalarda yağışlar, ortalama olarak 2013-2099 periyodunda azalmalar göstermektedir. Marmara, Küçük Menderes, Van Gölü, Kuzey Ege, Aras ve Meriç-Ergene su havzalarında ise artışlar göstermektedir. RCP8.5 Senaryosuna göre ise, 213-2040 periyodunda artış, 1941-1970 ve 2071-2099 periyodlarında ise azalmalar görülmektedir. Marmara, Aras ve Meriç-Ergene havzalarında 2013-2099 periyodu boyunca artışlar görülmektedir. Burdur, Ceyhan ve Dicle havzalarında, 2013-2099 periyodu boyunca azalmalar öngörülmektedir (Akçakaya vd., 2013: 44-45). Bu en önemli beş su havzası Fırat, Dicle, Doğu Karadeniz, Doğu Akdeniz ve Antalya su havzalarıdır. Havza su dağılımı durumu, Türkiye'nin nüfus dağılımı ile orantılı değildir. 334 m^3 kişi başına yıllık akım ile Marmara Havzası en düşük akım havzası konumundadır. Nüfus yoğunluğu ve kişi başına yıllık akımın az düştüğü diğer havzalar ise 469 m^3 kişi başına akım ile Küçük Menderes, 1645 m^3 kişi başına akım ile Sakarya, 1897 m^3 kişi başına alım ile Ege ve 2.165 m^3 kişi başına akım ile Susurluk Havzalarıdır (Karşılı, 2011: 78-79). Kişi başına yıllık akışın en az olduğu havzalar, Türkiye'nin nüfus yoğunluğu en yüksek bölgeleridir. Bu açıdan akıllı kent, akıllı çevre, akıllı ulaşım vb. uygulamaların tümü merkezi hükümet kurumları ve yerel yönetimlerin her türlü su planlamasında,

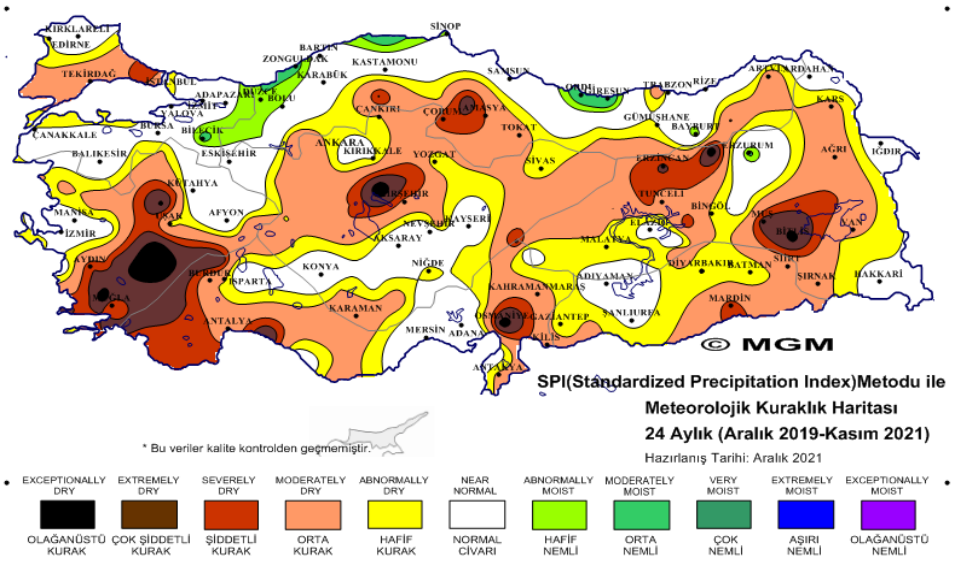
kentleşme planlamasında ve doğal olarak da akıllı kent uygulamalarında önemli bir girdi olacaktır ve tasarruf, verim çıktıları elde edilmesini sağlayabilecektir. Tüm bu konularda elde edilecek verim ve tasarruf artışı, iklim değişikliğine pozitif katkı yapan CO_2 salımlarını azaltacak ve azaltım ve uyum çalışmalarına ciddi katkılar yapacaktır. MGM tarafından yapılan aylık havza ve su yılı havza değerlendirmeleri, maksimum yağış ve bölgeler için yapılan yağış değerlendirmeleri, ilgili tüm paydaşlar gibi kentlerin planlamasını yapan merkezi hükümet kurumları ve yerel yönetimlerin yararlanabileceği girdilerdir. Bu planlamaların önemli ve çağdaş bir parçası konumundaki akıllı kent sistemlerine girdi sunabilecek istatistikler, iklim değişikliğine direnç çalışmalarının önemli bir parçası olarak görülmelidir. Akıllı bina uygulamaları; hava durumuna göre ısıtma-soğutma sistemlerini kontrol edebilmektedir. Ayrıca, aşırı yağış durumlarında özellikle peyzaj uygulamalarında sulama suyunun kullanımının kontrolünün otomatikleştirilmesi ve toprak nemine göre kullanılması sağlanabilecektir. İklim değişikliğinin su kaynaklarına etkisini azaltma amaçlı düşünülen yağmur hasadı uygulamalarının otomatik düzenlenmesi akıllı sistemlerle yapılabilecektir. Aşırı yağışlar sonucu ortaya çıkacak sel ve taşkın olaylarına karşı alt yapı durumlarına ve topoğrafyaya göre insanların ister yaya, isterse de trafikte su birikimin fazlaca olacağı veya selden en çok etkilenecek yerlerden uzak durmalarının sağlanması ve evlerinden çıkmaması tavsiyelerinin verileceği uygulamalar geliştirilebilecektir.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü 3-6-9-12 ve 24 aylık periyodlar için yapılan Kuraklık Analizleri (MGM, 2021e) ile coğrafi bölgelerimiz ile il ve ilçe merkezlerimiz için ayrı ayrı kullanılabilecek kuraklık çalışmaları yayınlamaktadır. Kuraklık İzleme Sistemi Programı (MGM, 2021f), yerel yönetimlerin ve kentlerin tarımsal ve kent su ihtiyacının planlanmasında verimli ve tasarruflu su kullanım çalışmalarının yapılmasında kullanılabilecek ürünlerdir. Bu ürünler akıllı kent, akıllı bina, akıllı çevre vb. uygulamalar sayesinde insan müdahalesini en aza indirgeyerek otomasyonla sera gazı azaltım çalışmalarına büyük katkı sağlayabilecek çalışmalardır. Akıllı uygulamalar, yapılacak su tasarrufu ile de gelecekte görülmesi muhtemel taze içme suyu ihtiyacının korunmasına ve dolayısıyla gıda güvenliğine de olumlu katkı yapabilecektir. 2012 yılında çıkan 6360 sayılı *"On Üç İlde Büyükşehir Belediyesi ve Yirmi Altı İlçe Kurulması ile Bazı Kanun ve Kanun Hükmünde Kararnamelerde Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun"* kapsamında BŞB sınırlarında kalan tüm köylerin tüzel kişilikleri kaldırılmıştır. Bu bağlamda mahalle haline gelen köyler ve arazileri artık BŞB sınırları içerisinde ve sorumluluk alanına girmiştir. Buna istinaden yerel yönetimler ve merkezi hükümetin su ve tarım ile ilgili kamu kurum, kuruluşları ve sulama birlikleri kuraklıkla ilgili her türlü istatistiki ve tahmin amaçlı ürünleri kullanmalıdır. Akıllı kent, akıllı sulama, akıllı ulaşım vb. uygulamalarla, kuraklık bilgi sisteminin de otomatik hale getirilmesiyle kuraklık sebeplerinin azaltılması ve uyumunun gerçekleşmesi ihtimali artırılabilir.



Şekil 4. Meteorolojik Kuraklık Haritası (3 Aylık) (Örnek) (MGM, 2021e).

Kuraklık verileri 3-6-9-12-24 aylık süreler için her ay yayınlanmaktadır (Şekil 4 ve Şekil 5). Akıllı uygulamalarla kente ait kırsal alanlarda yapılan tarımsal uygulamalar, kentlerin su planlaması, kentlerin park ve bahçelerde kullanılan peyzaj uygulamalarının su ihtiyaçları ve kuraklığa, iklim değişikliğine dirençli türlerin kullanımının planlanması, otomatik sulama ve gübreleme çalışmalarının geliştirilmesi gibi uygulamalar sayesinde her türlü verimlilik ve tasarrufun artırılması çalışmalarına büyük katkı verilebilecektir. Akıllı uygulamaların kullanımın yaygınlaştırılmasıyla kuraklığa karşı kullanımı CO_2 ve gübre kullanımıyla yayılan CH_4, N_2O vb. sera gazlarının azaltılmasını kolaylaşacaktır.



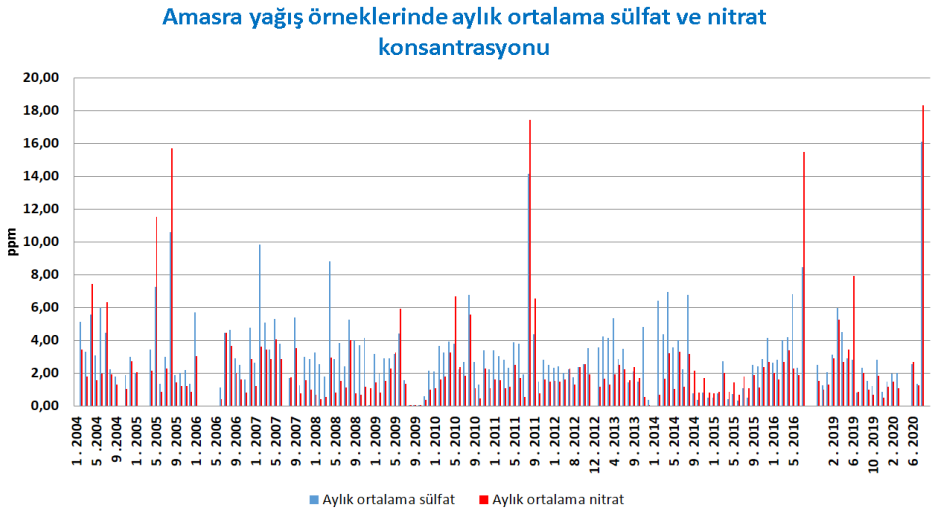
Şekil 5. Meteorolojik Kuraklık Haritası (24 Aylık) (Örnek) (MGM, 2021e).

Türkiye için İklim Sınıflandırmaları ve İklim Değerlendirmelerinde akıllı sistemler oldukça yararlı olabilecektir. İklim, zamansal ve uzamsal değişimi sayesinde yeryüzünü şekillendirmektedir. Bireyden topluma, uluslara ve tüm insanlığa etki ederek insanların yaşamını, yaşam kalitesini, yaşam koşullarını ve kültürlerini de etkileyerek şekillendirmektedir. İklim, yalnızca insanları değil, aynı zamanda diğer canlıların hayatlarını da olumlu veya olumsuz etkileme kapasitesine sahip olduğu yüzyıllara yayılan tecrübelerle görülmüştür (MGM, 2021g). İklim sınıflandırmaları MGM tarafından her il ve bazı ilçeler için ayrı ayrı ve Aydeniz, Erinç, DeMartonne, Trewartha ve Thornthwaite İklim Sınıflandırmaları özelliklerine göre yapılmıştır (MGM.2021h). Bu sınıflandırmalar, kentlerin planlanmasında, ulaşım hatları planlamasında akıllı bina, akıllı kent ve akıllı çevre uygulamalarında girdi olarak kullanılabilir. Akıllı bina, akıllı kent, akıllı çevre vb. uygulamalar yağış, sıcaklık gibi iklim elemanlarının anlaşılması, doğru kullanımı ve canlı hayatına etkilerini kontrol edebilmenin bilimsel ve teknolojik desteğini sağlamaktadır. Hava sıcaklık ortalamalarının artması, ekstrem sıcaklıkların da görülmesi ihtimalini artırmaktadır. Ekstrem sıcaklıklar ise sıcak dalgaları, ısı adası oluşumları ve türbülans oluşumlarına da temel hazırlamaktadır. Tüm bu iklim değişikliği fenomenleri insanların erken uyarıya olan ihtiyaçlarını artırmaktadır.

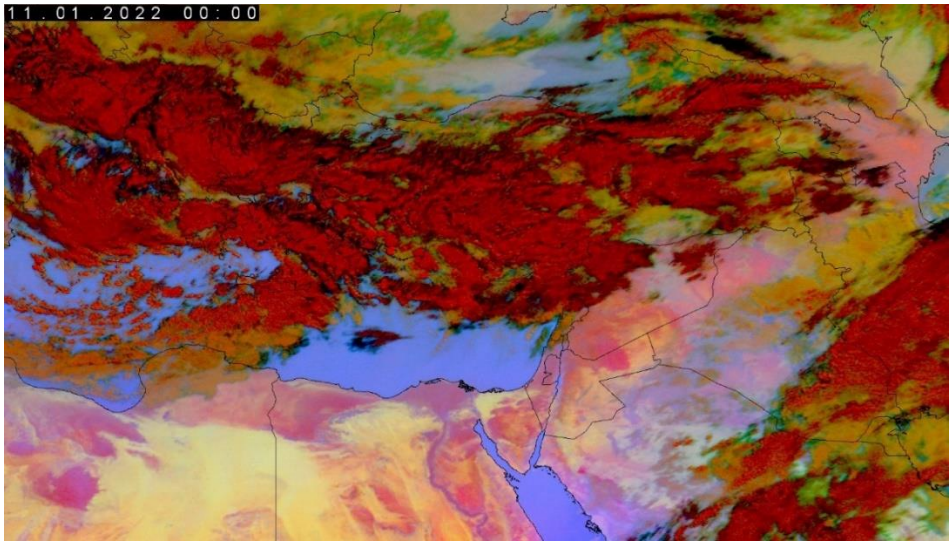
İklim değişikliği meteorolojik çalışmaların tamamıyla ilgilidir ve meteorolojik olayların hemen hemen hepsinin şiddetini artırma özelliğine sahiptir. İnsan yaşamını kolaylaştırmak için geliştirilmiş her sektörün artık iklim değişikliği risklerini bilmesi, gelecek iklim projeksiyonlarından yararlanarak planlamalarını yeni

normallere göre yapması gerekmektedir. İklim değişikliğinin insan sağlığı üzerine de doğrudan olumsuz etkileri bilinmektedir. MGM tarafından insan sağlığını etkileyen doğrudan olumsuz etkilere dair çalışmalar da yapılmaktadır. Bunlardan biri de asit yağmurları analizleri ve değerlendirmeleridir (MGM, 2021i). Hava kirliliği risklerini artıran önemli diğer bir meteorolojik olay da enverziyon olayıdır ve MGM tarafından düzenli olarak Türkiye enverziyon tahmini yayınlanmaktadır (MGM, 2021k). Ayrıca, son zamanlarda özellikle iklim değişikliğine bağlı hava kütle hareketlerinin değişmesi, bölgeler arası sıcaklık farklarının büyümesi, yüksek atmosfer rüzgâr hareketlerindeki değişimlerin tetiklediği ve çok uzun mesafelere kadar ulaşan Kuzey Afrika ve Arabistan Yarımadası kaynaklı toz taşınım olayları da hava kirliliğinin değişik ve önemli sebeplerinden bir haline gelmiştir. MGM tarafından düzenli olarak toz ve kum fırtınaları tahmini de yapılmaktadır (MGM, 2021m). Asit yağmuru ve hava kirliliği çalışmaları ile birlikte hava kalitesine olumsuz katkı yapan enverziyon ve toz fırtınaları sorunu da akıllı kent planlamalarında plancıların yararlanabilecekleri ve kullanmaları gereken meteorolojik çalışmalardır. Gelişmiş sanayi bölgesi özelliği taşıyan hemen her kentte ciddi hava kirliliği sorunları yaşanmaktadır. Yaşlılar, solunum yolu rahatsızlığı olanlar bu durumlarda doğrudan hava kirliliği sebebiyle ölümler yaşamaktadır. Yine sanayi atıklarının kirlettiği atmosferdeki birikimlerin yağmurlarla yeryüzüne inmesi ile hem insanlar, hem de diğer canlılar olumsuz etkilenmektedir. Ayrıca, asit yağmurlarına doğrudan maruz kalan her yapı ve yapı malzemesi de hızla bozulmakta ve ömrü kısalmaktadır. Akıllı kent, akıllı ulaşım uygulamalarının bunlardan en az etkilenmesi için işin uzmanlarından yararlanarak uzun ömürlü mal üretimi sayesinde sera gazı salım miktarlarının azaltılması mümkün olabilmektedir. Hava kalitesi verileri, MGM dışında üretilen diğer kurum verileriyle de desteklenmeli ve bütünleşik değerlendirilmelidir. Ayrıca, insan sağlığı konusunda önemli diğer bazı risk kaynakları da meteorolojik olaylarla artmakta veya azalmaktadır.

Hava kalitesinin değerlendirilmesinde meteorolojik yağış verileri içerisinde *"*hacim ağırlık aylık pH ortalama" değeri, yağış örnekleri içerisindeki "ortalama sülfat ve nitrat" değerleri (Şekil 6), bunların hacim ağırlıklı *aylık ve yıllık ortalamaları,* mevsimlik hacim ağırlıklı *pH değeri* ve geldikleri *yön değerlendirmeleri* yapılmaktadır (MGM, 2021i).



Şekil 6. Asit Yağmurları ve Hava Kirliliği Sebebi Sülfat ve Nitrat Konsantrasyonu (Amasra) (2004-2020) (MGM, 2021i).

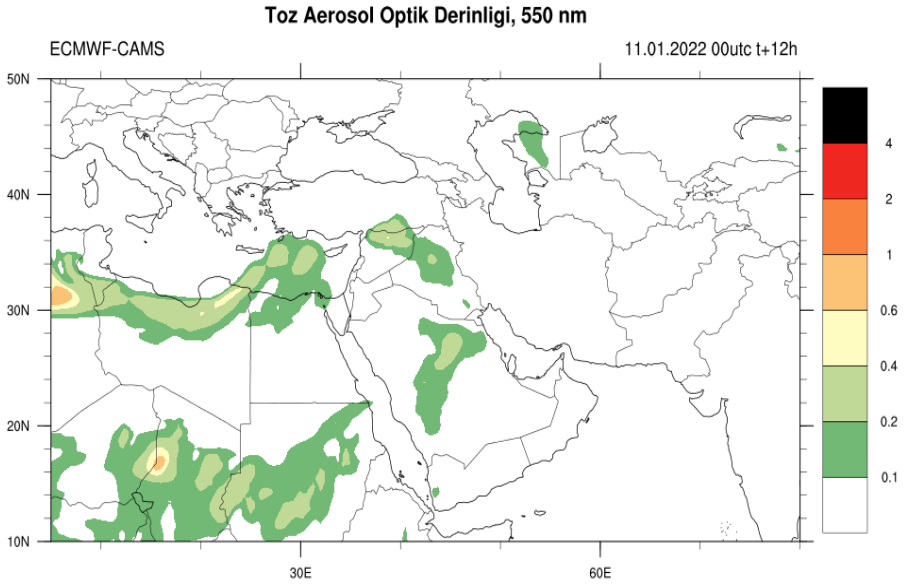


Şekil 7. MSG Uydu Toz Taşınım Görüntüsü (11.01.2022) (Örnek) (MGM, 2021i).

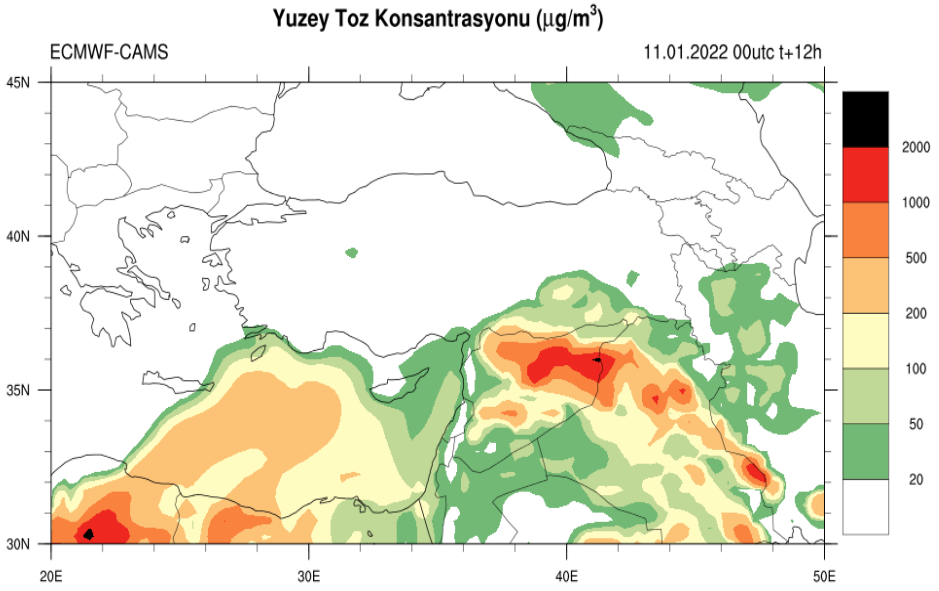
İklim değişikliğinin Türkiye coğrafyasında ortaya çıkardığı veya şiddetlendirdiği diğer bir fenomen de toz ve kum fırtınalarıdır. Doğu Akdeniz ve Arabistan Yarımadasında bölgeler arası yüksek sıcaklık farkları, iklim değişikliğinden kaynaklı sıcaklık

farklılıkları ve yukarı atmosfer rüzgâr akımlarındaki değişimler, toz ve kum fırtınalarının daha uzak bölgelere daha sık taşınmasına neden olmaya başlamıştır. Kum ve toz fırtınalarının öncelikle insan sağlığı üzerine yapacağı olumsuz etkilerin bilinmesi ve bunlara karşı alınacak tedbirlerin geliştirilmesinde akıllı kent, akıllı bina ve çevre uygulamaları oldukça yararlı olabilecektir.

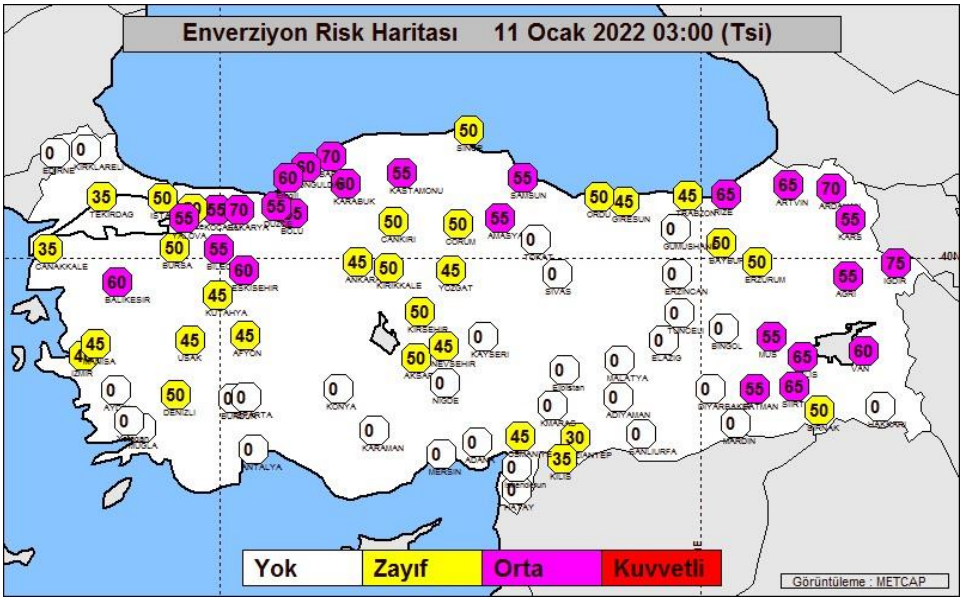
Meteosat Second Generation (MSG) Uydu verilerden yararlanılan toz ve kum fırtınalarının geliş yönü ve yoğunluğu (Şekil 7), tozun aeorosol optik derinliğini gösteren ECMWF-CAMS görüntüsü (Şekil 8) ve Türkiye ve bölgesi için yüzey toz konsantrasyonu örnekleri (Şekil 9), gibi ürünler kent planlamalarında, kent yaşamının planlanmasında ve erken uyarı geliştirilmesi konusunda akıllı sistem uygulamalarında girdi olarak kullanılabilir. İklim değişikliğinin sıklığını ve şiddetini artırdığı her tülü meteorolojik olayın akıllı sistem uygulamalarında kullanılması mümkün görünmektedir. Son yıllarda kent yaşamı içerisinde doğup, hayatını burada geçiren insanlarda çok ciddi alerjik reaksiyonlar gelişmektedir. Bunların başında da solunum sistemlerinin tanımadığı ve doğal yaşam alanlarından havayla taşınan farklı bitkilerin polenlerinin ortaya çıkardığı alerjik reaksiyonlardır. Gelişmiş ülkelerde bu konuda ciddi polen uyarıları, farklı bitki büyüme dönemlerinde, ilgili poleni kapsayacak uyarılar şeklinde yayınlanmakta ve insanların bu uyarıları kullanması sağlanmaktadır. Akıllı sistem uygulamalarının dikkate almasında yarar olan bir diğer önemli iklime ve meteorolojik şartlara bağlı sorun ise ozon tabakasının incelmesine bağlı Ultraviyole Radyasyonun sağlık etkileridir. Ozon tabakasının küresel olarak inceldiği bilimsel kanıtlarla açıklanmıştır. Bu incelme atmosfer ozon gazından kısmen geçerek yeryüzüne ulaşan UV-B radyasyon miktarlarında artışlara neden olmaktadır. Bu artışlar, mevsime, enleme, rakıma ve günün saatine göre değişim göstermektedir. Bu durum göz önüne alınarak yaz aylarında, öğlen saatlerinde ve düşük enlemlerde güneşe maruz kalmanın süresi 10 dakikayı geçmemelidir. Dünya Sağlık Örgütü (WHO), Dünya Meteoroloji Örgütü (WMO) gibi kurumlar birlikte çalışarak standart bir UV İndeks formu oluşturmuş ve UV İndeks tahmini yapılmasını önermektedir. Bu öneriler insanların yaşı, ten rengi, dışarıya çıkacakları saate göre giyim önerileri, koruyucu önlemler vb. uyarıları kapsamaktadır. Akıllı kent uygulamalarıyla tüm bu girdilerden yararlanılarak insanların özellikle cilt kanserlerinin artmasına neden olan UV Radyasyona maruz kalma ile ilgili önerilere hızlı ve güçlü bir şekilde ulaşmaları sağlanabilir. Bu durum sadece sağlık risklerini azaltmayacak, aynı zamanda ülkelerin sağlık harcamalarını da azaltmaya yardımcı olacaktır.



Şekil 8. Toz Aeorosol Optik Derinliği (11.01.2022) (Örnek)
(MGM, 2021m)



Şekil 9. Yüzey Toz Konsantrasyonu (Türkiye-11.01.2022) (Örnek)
(MGM, 2021m)

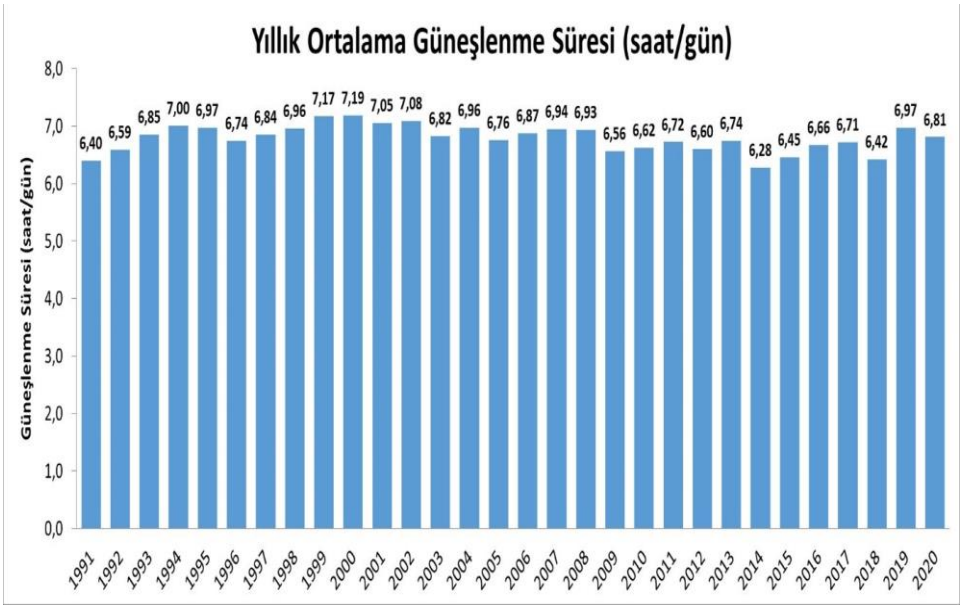


Şekil 10. Türkiye Enverziyon Risk Haritası 11.01.2022 (Örnek)
(MGM, 2021k)

MGM tarafından hazırlanan Türkiye Ortalama Güneşlenme Süresi (Şekil 11) ürünleriyle büyük, orta ve küçük düzey solar panel kullanımlarında kullanılabilecek verileri sağlamaktadır. İhtiyaç duyulan rüzgâr verileri de, rüzgâr enerji sistemleri kurulabilmesi için, sistemin kurulacağı yere en yakın istasyon verileri şeklinde MGM'den elde edilebilmektedir. İklim değişikliğine direncin en önemli ayakları olarak yenilenebilir enerji kullanımı ve bunların potansiyelinin bilinmesi önemlidir. Artık politika ve yönetim alanlarının, yenilenebilir enerji sistemlerinin kullanılması konusunun hane halkları düzeyine hızla indirilmesine yardımcı olması, mevzuatta düzenlemeler yaparak bu alanın yaygınlaştırılmasının ve kullanımının kolaylaştırılmasının önündeki sorunların giderilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerjinin her alana ve özellikle de hane halkları düzeyine yaygınlaşması ve bu sistemlerin verimli kullanılması için akıllı bina ve akıllı kent uygulamalarıyla enerji tasarrufu ve veriminin yükseltilerek sera gazı salımlarında ciddi azalmaların sağlanması mümkün olabilecektir.



Şekil 11. Türkiye Ortalama Güneşlenme Süresi (1991-2020 Normallerine göre) (Örnek) (MGM, 2021n).



Şekil 12. Türkiye Yıllık Ortalama Güneşlenme Süresi (1991-2020) (MGM, 2021n).

Meteorolojik ve iklim verilerinin akıllı sistemlerce işlenmesi ve uyarı olarak son kullanıcıya aktarılması adına iyi örnek olarak Türkiye Otomobil Girişim Grubu tarafından üretimine başlanan ve tamamen elektrikli olarak tasarlanan Türkiye'nin ilk otomobil markası TOGG'un meteorolojik verileri işlemesi ile ilgili yapılan protokol verilebilir. Bu protokole göre aracın gideceği yerdeki buzlanma, yağmur, sis, kar yağışı, fırtına gibi meteorolojik bilgiler işlenerek rota önerileri sunulabilecektir. Ayrıca farların, sileceklerin, klimanın çalışması akıllı bilgisayar sistemleri ile meteorolojik veriler işlenerek kullanıcıya sunulacaktır. Uzun bir rotada gidecek aracın, örneğin, 5 ayrı bölgeden ve 9 ilden geçecek olduğu varsayılırsa, rota üzerindeki hava durumuna göre sürücü hava durumu en uygun olan rotaya ve hıza yönlendirilebilecektir (MGM, 2021o). Meteorolojik verilerin işlenmesi adına meteorolojik uydu, radar, Meteo Uyarı, yıldırım tespit ve takip sistemi verileri, anlık tahminler, resmi istatistikler ve ayrıntılı veri talebi içeriği olan MEVBİS sistemi akıllı kent sistemlerinin meteorolojik diğer girdileri olabilecek ürünlerdir.

5. Sonuç

Akıllı kent uygulamaları, insanlar ve yaşadıkları tüm çevrenin sürdürülebilir birlikteliğinin sağlanması ve bu sayede yaratılmak istenen refah toplumu düşüncesinin önemli unsurlarının başında gelmektedir. Türkiye akıllı kent uygulamalarının düşünülmesi, planlanması ve uygulanması konusunda oldukça geriden gelmektedir. Bunun geliştirilmesi adına planlamacı, karar alıcı ve politika yapıcıların tüm toplumu kapsayan çalışmalara önderlik etmeleri gerekmektedir. Kentli nüfusun akıllı kent uygulamaları için akıllı vatandaş, akıllı insan düşüncesi içerisinde bir entegrasyona götürülmesinde yarar vardır. Akıllı kent uygulamalarının ulaşım, toplu taşıma yanında enerji, akıllı bina ve insanla ilgili tüm sosyal katmanlara yaygınlaştırılması gerekmektedir (Mirghaemi, 2019: 43). Türkiye'nin akıllı kent uygulamaları dünyadaki eş değerlerine göre oldukça geriden geldiği söylenebilir. Sadece teknolojinin gelişmesine ayak uydurmak, akıllı kent uygulamalarının uygun kullanılabilirliği için yeterli değildir. Özel sektör, merkezi hükümet kurumları ve yerel yönetimlerin uyguladığı akıllı kent uygulamaları gelişimi etkileyen ve vizyonu genişleten uygulamalar olarak görülmelidir. Bir kente akıllı kent denilebilmesi için sadece teknolojik yatırımlar yeterli değildir. Aynı anda "akıllı ekonomi, akıllı vatandaş, akıllı yönetişim, akıllı hareketlilik, akıllı çevre ve akıllı hayat" şeklinde birbirini tamamlayan bileşenlerin hepsinin birlikte gelişmesi ve geliştirilmesi gerekir (Bilici ve Babahanoğlu, 2018: 137).

Akıllı kent sistemlerinin iyi uygulanabilmesinin ana temeli iyi bir internet alt yapısı, mümkünse 5G teknolojisi ve fiber alt yapının yaygınlığıdır. Teknolojik alt yapının en ileri teknolojilerle sık sık geliştirilmesi, akıllı kent sistemlerinin kullanışlılığının ve yaygınlığının ana sağlayıcısıdır. Türkiye'de belki de akıllı sistemler ilk olarak trafik uygulamaları ve güvenlik amaçlı sistemlerle başlamıştır. Özellikle trafik uygulamalarının geliştirilmesiyle, kısa yol tercihlerinin belirtilmesi, kırmızı ışıklarda daha az beklenmesinin sağlanması vb. uygulamalarla sera gazı salımı azaltımına

katkı yapıldığı söylenebilir. Ayrıca, özellikle ister merkezi hükümetler olsun, ister yerel yönetimler olsun, her türlü atığı toplayarak hem daha az üretim yapılarak sera gazı salımına negatif etki yapılmaktadır. Toplu taşıma özendirilerek ve toplu taşıma araçlarını temiz enerjili yaparak ciddi katkı sağlanabilmektedir. Hali hazırda, iklim değişikliğine direnci artıracak ve sera gazı salımını azaltacak özelliği taşıyan akıllı kent ve iklim ilişkisi içeren iyi örnekler; çoğunlukla toplu taşımayı, yaya olmayı ve bisiklet kullanımını özendirmek amaçlı olarak insanlara alt yapılar sunan uygulamalardır. Akıllı sistem teknolojilerine yatırım yapmak birincil şart gibi gözükse de asıl dikkat edilmesi gerekenin bu sistemlerinin kullanımının yaygınlaştırılması ve anlaşılması için akıllı insan, akıllı vatandaş, akıllı kullanıcı gereklerinin de yerine getirilmesi, farkındalığın ve eğitimin artırılması olarak görünmektedir.

Akıllı kent sistemlerinin uygulama alanlarının bir sınırı olmayabilir. Zaman ilerledikçe, teknoloji geliştikçe, insan ihtiyaçları farklılaştıkça bu uygulama alanları hem çeşitlenecek hem de alanı genişleyecektir. Bu çeşitlenme ve alan genişlemesine bağlı olarak iklim ve meteoroloji girdilerinin ve ihtiyaçlarının da sürekli artabileceği anlamına gelmektedir. Günümüzde sahip olunan teknolojik imkânlar ölçüsünde akıllı kent-iklim uygulamalarının kullanım alanlarının çerçevesi çizilebilir. Meteoroloji ve iklim ürünlerinin de dijital altyapı uygunluğu ile birlikte uygulanması akıllı kent sistemlerinden yüksek verim alınmasına yardımcı olacaktır. Gerekli teknik alt yapı sağlandıktan sonra, akıllı kent sistemlerinde meteoroloji ve iklim ürünlerinin kullanımı adına hem bilimsel hem de talep kaynaklı geliştirmeler sürekli yükseltilebilecektir. Bu çalışmada ele alınan düşüncelere, bugün dahi yeni girdiler ve öneriler getirilebilir. Bu makaleye önderlik eden durum, Türkiye'de meteoroloji ve iklim biliminin en önemli temsilcisi Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından üretilen iklim ve meteoroloji ürünlerinin akıllı kent, akıllı ulaşım ve akıllı çevre vb. uygulamalara yapacağı katkının fark edilmesidir. Aynı zamanda, doğrudan akıllı sistemler için üretilmese dahi, iklim ve meteorolojik ürünlerin akıllı sistemlere uyarlanabilmesinin nasıl mümkün olacağının görülebilmesinin sağlanmasıdır.

Günümüzde kullanılan akıllı kent sistemlerine, yüksek teknolojili arabaları varsa onlar aracılığıyla veya hemen hemen herkesin sahip olduğu akıllı telefonlar aracılığıyla, seyir halinde oldukları rotayla ilgili meteoroloji ve iklim bilgileri ve uyarıları aktarılabilir. Akıllı sistem uygulamaları sayesinde evlerinden çıkmadan, gidecekleri yer ile ilgili bilgi alıp, sağlıklı giyinme, evden çıkmama, zamanı ayarlama, evin ısıtma-soğutma şartlarını ayarlama, gideceği yer tercihini değiştirme vb. tercih şansları olabilecektir. Meteoroloji ve iklim verilerinin girdi olarak kullanıldığı ve meteorolojik erken uyarıların kullanılmasını sağlayacak bireysel kullanılabilecek akıllı sistem girdileri, daha örgütsel olarak; site yönetimleri, mahalle yönetimleri, tüm diğer yerel yönetimler, özel sektör ve merkezi hükümet kurumları tarafından da her türlü planlama, yatırım ve uygulamalarda da kullanılabilir. Makalemizin konusu olan iklim değişikliği etkilerini azaltma ve uyum adına su planlamasında, park-bahçe sulamalarında, her türlü tarım arazisi sulama ve gübrelemesinde, kentleşme planlanmasında bina yalıtım, ısıtma-soğutma ve havalandırma

sistemlerinin kullanımında yararlanılabilecektir. Yenilenebilir enerji sistemlerinin kurulacağı alanın rüzgâr ve güneşlenme potansiyelinin bilinmesi ve bu sistemlerin kurulduktan sonra enerjiyi verimli kullanılabilmesinin sağlanması da akıllı sistem uygulamalarıyla daha uygun şartları sağlayabilecektir.

KAYNAKÇA

- *Akçakaya, A., Eskioğlu, Os., Atay, H. Ve Demir, Ö. (2013). Yeni Senaryolarla Türkiye İçin İklim Değişikliği Projeksiyonları, TR2013CC, MGM Yayınları, s.1-68 https://www.mgm.gov.tr/FILES/iklim/IKLIM_DEGISIKLIGI_PROJEKSIYONLARI.pdf, (25.01.2022).*
- *Armağan, V., (2018), Dijital Dönüşüm Sürecinde Akıllı Şehirler ve E-Devlet Platformu, Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İletişim – Kuram ve Araştırma Dergisi, E-ISSN: 2147-4524, s. 388-413.*
- *Appleton, Joe. (2020). Smart City Resilience: Mitigating The Risks Of Climate Change, https://hub.beesmart.city/en/strategy/mitigating-the-risks-of-climate-change, (25.01.2022)..*
- *Aşıcı, A.A., (2017). İklim İçin Yeşil Ekonomi Politikaları, İstanbul Politikalar Merkezi, https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20200310-19034649.pdf, (07.10.2020).*
- *Benli, B., Gezer, M., (2017), "Akıllı Şehirlere Dönüşüm Yolunda Türkiye", İTÜ Vakfı Dergisi, 77, 28-31, https://www.ituvakif.org.tr/dergi/sayi_77.pdf, (13.01.2022).*
- *Bilici, Z. ve Babahanoğlu, V. (2018). "Akıllı Kent Uygulamaları ve Konya Örneği", Akademik Yaklaşımlar Dergisi, Kış 2018 Cilt: 9 Sayı: 2., s.124-139.*
- *Blakely, E.J., (2007), "Urban Planning for Climate Change" , Lincoln Institute of Land Policy Working Paper, sayfa. 1-20.*
- *Coşkun C., Oktay Z. ve Ertürk M., (2009). "Konutların ısıtma sezonunda seçilen iç ortama sıcaklık parameteresinin enerji-maliyet-çevre açısından değerlendirilmesi ve bir uygulama örneği", IX. Ulusal Tesisat Mühendisliği Kongresi, İzmir, 529-538.*
- *Çakıcı, K., ve Kızılboğa Özaslan, R. (2021). "Birleşmiş Milletler 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının Akıllı Kent Uygulamalarındaki Karşılığı: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Örneği", Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Elektronik Dergisi, 12(2), 209-233.*
- *ÇŞB Eylem Planı, (2019), 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi Ve Eylem Planı, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019, Ankara, s. 1-658,*

https://www.akillisehirler.gov.tr/wp-content/uploads/EylemPlani.pdf, (01.10.2020).

- *ÇŞİB, (2018). Çevresel Göstergeler, 11.1 Sektörlere Göre Toplam Enerji Tüketimi, https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/sektorlere-gore-toplam-enerji-tuketimi-i-85800, (09.01.2022).*
- *ÇŞB, (2019a). Başarılı Örnekler, "2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi Ve Eylem Planı", Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2019, Ankara, s. 1-658, https://www.akillisehirler.gov.tr/basarili-ornekler/, (14.01.2022).*
- *Deng, D., Zhao, Y. , Zhou, X., (2017), Smart city planning under the climate change condition, MSETEE 2017, IOP Publishing IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 81 (2017) 012091 doi :10.1088/1755-1315/81/1/012091: sayfa 1-4*
- *Dilmaç, Kesen., (2003). A comparison of new turkish thermal insulation in building, Energy & Building, 35 (2) :161- 174.*
- *Ertürk, M.A.E. (2012). Isıtma Ve Soğutma Derece Saat Hesaplamalarında Farklı Bir Yöntemin Araştırılması ve Geliştirilmesi, Doktora Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Makina Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ağustos 2012, s.1-213.*
- *Ekici, M., (2019), İklim Değişikliğine Direnç: Yerküre için Karbon Detoksu (Karbon Arınımı), Dirençlilik Dergisi 3(2), 2019, ISSN: 2602-4667 DOI: 10.32569/resilience.51852.*
- *Garnett, G. ve Adams, M.D., (2018), LiDAR—A Technology to Assist with Smart Cities and Climate Change Resilience: A Case Study in an Urban Metropolis , ISPRS Int. J. Geo-Inf. 2018, 7, 161; doi:10.3390/ijgi7050161, s.1-13, www.mdpi.com/journal/ijgi.*
- *Giddens, A. (2011) İklim Değişikliği Siyaseti (the politics of climate cahange), 2011, sayfa 25.*
- *Giffinger, R., Fertner, C., Kramar, H. ve Meijers, E. (2007). Smart Cities Ranking of European Medium-sized cities (Official Report) (ss. 1-12). Centre of Regional Science (SRF). http://www.smartcities.eu/download/smart_cities_final_report.pdf, (08.01.2022).*
- *Haberturk, (Haziran 2020). Gaziantep Akıllı Şehir Master Planı Protokol Töreni Düzenlendi, https://www.haberturk.com/gaziantep-haberleri/79064173-gaziantep-akilli-sehir-master-plani-protokol-toreni-duzenlendi, (06.10.2020).*
- *IEA, (2021). Empowering "Smart Cities" toward net zero emissions, https://www.iea.org/news/empowering-smart-cities-toward-net-zero-emissions, (25.01.2022)*

- *IPCC. SR15, (2018)., Special Report: Global Warming of 1.5 ºC, https://www.ipcc.ch/sr15/, (01.10.2020).*
- *Kamal-Chaoui, L., and Rober, A., (2009), OECD Regional Development Working Papers- Competitive Cities and Climate Change, https://doi.org/10.1787/218830433146, p.1-170, https://www.oecd-ilibrary.org/governance/competitive-cities-and-climate-change_218830433146?crawler=true, (01.10.2020).*
- *Karşılı. C. (2011). Türkiye'nin Su Havzalarında Kişi Başına Düşen Su Miktarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Analizi. Anakara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Ankara*
- *Kayapınar, Y.E., (2017). Akıllı Şehirler ve Uygulama Örnekleri, İTÜ Vakfı Dergisi, Temmuz-Eylül 2017 \| Sayı 77, s.14-19. https://www.ituvakif.org.tr/dergi/sayi_77.pdf, (25.01.2022).*
- *Kaygısız, Ü. ve Sonay, Z.A. (2017), "Yönetişimde Yeni Bir Ufuk Olarak Akıllı Kentler", Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt. 9, Sayı.18, ss. 56-81.*
- *Mann, M. E., (2002), "Little Ice Age", The Earth system: physical and chemical dimensions of global environmental change, Volume 1, pp 504–509, s.1-6.*
- *Man, W., vd., (2014), "Effects of Large Volcanic Eruptions on Global Summer Climate and East Asian Monsoon Changes during the Last Millennium: Analysis of MPI-ESM Simulations", Journal Of Climate, Volume 27, s.7394-7409.*
- *MGM, (2021a). Isıtma ve Soğutma Gün-dereceleri, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/gun-derece.aspx, (08.01.2022).*
- *MGM, (2021b). Havzalara Göre Alansal Yağış Değerlendirmesi, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/havzalara-gore-yagis.aspx, (08.01.2022).*
- *MGM, (2021c). Maksimum Yağışlar Şiddet ve Tekerrür Analizleri, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/maksimum-yagislar.aspx, (08.01.2022).*
- *MGM, (2021d). Bölgeler için Toplam Yağışlar, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/yillik-toplam-yagis-verileri.aspx, (08.01.2022).*
- *MGM, (2021e). Kuraklık Analizi, https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/kuraklik-analizi.aspx, (08.01.2022).*
- *MGM, (2021f). Kuraklık İzleme Sistemi 3.0, http://kuraklikizle.mgm.gov.tr/, (08.01.2022).*

- *MGM, (2021g). İklim ve Türkiye İklimi, https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim.aspx, (08.01.2022).*
- *MGM, (2021h). İklim Sınıflandırması, https://www.mgm.gov.tr/iklim/iklim-siniflandirmalari.aspx, (11.01.2022).*
- *MGM, (2021i). Asit Yağmurları Çalışmaları, https://www.mgm.gov.tr/arastirma/asit_yagmurlari.aspx, (11.01.2022).*
- *MGM, (2021k). Enverziyon Tahmini-Enverziyon Risk Haritası, https://www.mgm.gov.tr/tahmin/enverziyon-risk-haritasi.aspx, (11.01.2022).*
- *MGM, (2021m). Toz Taşınımı Tahmini, https://www.mgm.gov.tr/tahmin/toz-tahmini.aspx, (11.01.2022).*
- *MGM, (2021n). Türkiye Ortalama Güneşlenme Süresi (1991-2020), https://www.mgm.gov.tr/kurumici/turkiye-guneslenme-suresi.aspx, (11.01.2022).*
- *MGM, (2021o). Tarım ve Orman Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü ile Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı ve TOGG Arasında Meteorolojik Verilerin Paylaşımına İlişkin Protokol, https://www.mgm.gov.tr/FILES/Haberler/2021/togg-meteor.pdf, (14.01.2022).*
- *Mirghaemi, S.A. (2019). *Akıllı Kentler Üzerine Bir İnceleme: Türkiye Örneği Beykent Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, CİLT SAYI:12/2 https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/901128, 1-10.*
- *Onuncu Kalkınma Planı, (2013). T.C. Kalkınma Bakanlığı, https://sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2018/11/Onuncu-Kalk%c4%b1nma-Plan%c4%b1-2014-2018.pdf, (01.10.2020).*
- *On Birinci Kalkınma Planı, (2019). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf, (01.10.2020).*
- *On Birinci Kalkınma Planı, (2019a). Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf, (01.10.2020).*
- *Ovington, T. ve Houpis, G. (2021). How Smart Cities can help tackle climate change, https://www.frontier-economics.com/uk/en/news-and-articles/articles/article-i4604-how-smart-cities-can-help-tackle-climate-change/, (11.01.2022).*
- *Ömürgnülşen, U. ve Sadioğlu, U. (2018). 6360 Sayılı Kanunun Getirdiği Yeni Büyükşehir Modeli ve Uygulama Sonuçları, Ankara, Hacettepe Üniversitesi Basımevi.*

- *REC Türkiye, (2008) A'danZ'yeİklimDeğişikliğiBaşucuRehberi, Hazırlayanlar: Yunus Arıkan, Gülçin Özsoy, 2008, sayfa 13. https://slidetodoc.com/klm-dekl-ile-savaimda-enerj-vermll-yunus-arikan/, (25.01.2022)*
- *Rosenzweig, C., Solecki, W., Hammer, S.A. ve Mehrotra, S., (2010), "Cities lead the way in climate–change action", Nature volume 467, pages909–911(2010), https://www.nature.com/articles/467909a, (01.10.2020).*
- *Sadioğlu, U. ve Erdinçler, R.E., (2018), "Akıllı Kentler ve Türk Kentleri İçin Politika Önerileri" Küreselleşme Sürecinde Yerel Hizmet Yerel Siyaset Dergisi, A.Ü. SİYASAL BİLGİLER FAKÜLTESİ YAYINLARI: 618, Editörler; Mengi, A. ve İşçioğlu, D., Ankara 2018.*
- *SBB, (2019). Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu, T.C. Cumhurbaşkanlığı, Strateji ve Bütçe Başkanlığı Raporu, https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf, (08.01.2022).*
- *Sriraj, Kota. (2015). Smart cities are climate-resilient, https://www.dailypioneer.com/2015/columnists/smart-cities-are-climate-resilient.html, (11.01.2022).*
- *Şahin, Ali (2016), Türk Kamu Yönetiminde Yapısal Dönüşüm Ve E-Devlet, 3. Baskı, Atlas Akademi, Konya.*
- *Şarlak, N., (2015), Paleoklimatoloji ve Filyos Nehri Paleo Akımlarının Türetilmesi, 4. Su Yapıları Sempozyumu, Antalya, s. 500-507.*
- *Talari , M.S., Siano, p., Loia, V., Tommasetti, A., ve Catalão, H:P:S, (2017), "Review of Smart Cities Based on the Internet of Things Concept Saber", Energies 2017, 10, 421; doi:10.3390/en10040421 www.mdpi.com/journal/energies, s. 1-23.*
- *Tekir, A., (2017), "Akıllı Şehirlere Yolculuğumuz, İTÜ Vakfı Dergisi, Temmuz-Eylül 2017 \| Sayı 77, 23-27, https://www.ituvakif.org.tr/dergi/sayi_77.pdf, (11.01.2022).*
- *Terzi, F. ve Ocakçı, M., (2017), "Kentlerin Geleceği: Akıllı Kentler", İTÜ Vakfı Dergisi, Temmuz-Eylül 2017 \| Sayı 77, s.10-13.*
- *Tuğaç, Ç., (2020), İklim Değişikliğine Karşı Kentsel Dirençliliğin Sağlanması ve Ekonomik Boyutu Üzerine Bir Değerlendirme, İdealKent Dergisi, Kentleşme ve Ekonomi Özel Sayısı, Cilt Volume 10, Yıl Year 2020-2, xxx-xxx DOI: 10.31198/idealkent.674463, s.985-1013.*
- *Tuğaç, Ç., (2019). Türkiye'de Kentsel İklim Değişikliği İçin Eko-Kompakt Kentler, Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Yayınları No: 619 Ankara Üniversitesi Ernst Reuter İskân ve Şehircilik Uygulama ve Araştırma Merkezi Yayınları No: 23, s. 1-275.*

- *Tuğaç, Ç., (2019). Kentsel Dirençlilik Perspektifinden Yerel Yönetimlerin Görevleri ve Sorumlulukları, İdeal Kent Araştırmaları Dergisi (Journal of Urban Studies), s. 984-1019, http://idealkentdergisi.com, (07.10.2020).*
- *Williams, Peter. (2017). Smart Cities and the Weather, Meetings of the Minds, https://meetingoftheminds.org/smart-cities-weather-22100, (11.01.2022).*
- *WMO, (2016). Building climate-smart cities, https://public.wmo.int/en/media/news/building-climate-smart-cities, (11.01.2022).*
- *UN, (2020), Goal 11: Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable, https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/, (01.10.2020).*

İklim Değişikliği ile Ortaya Çıkan Su Sorununa Bir Çözüm Önerisi: Sünger Kent

Nazlı YÜCEL BATMAZ [1]
Süleyman BAYRAKTAR [2]
Banu AKTÜRK ÇETİN [3]

ÖZ

Kent tarihi insanoğlunun belirli bir coğrafi alanda düzenli ve sistematik kurallar çerçevesinde yaşadığı devirlere kadar götürülebilmektedir. Tarihsel süreçte, özellikle Sanayi Devrimi sonrasında, yaşanan teknolojik, ekonomik ve sosyolojik değişim ve dönüşüm süreci kırdan kente göç dalgalarının hız kazanmasına ve yeni kentlerin inşa edilmesine neden olmuştur. Kentlerdeki nüfus artışı, altyapı ve çarpık kentleşme gibi çeşitli sorunları ortaya çıkarmıştır. Söz konusu kentsel sorunlara, Sanayi Devrimi sonrasında işletmelerin kar etme güdüsü çerçevesinde fabrikasyon sistemlerini yoğunlaştırmaları ve işletmelerde oluşan enerji ihtiyaçlarını fosil yakıtlarla karşılamaya başlamaları sebebiyle küresel ısınma ve iklim değişikliğini tetiklemiş ve 19. yüzyılın başından itibaren dünya için küresel bir tehdit olmaya başlamıştır. İklim değişikliğinin kentsel alanlarda ortaya çıkarmış olduğu en büyük sorunların başında sel felaketleri gelmektedir. Günümüzde gerek dünyada gerek de ülkemizde sel felaketlerinin kentsel alanlardaki olumsuz etkilerini azaltmak ve su gücünü olumlu yönde kullanabilmek maksadıyla çeşitli politikalar oluşturulmaya başlanmıştır. Bu politikaların en önemlilerinden birini de sünger kent (sponge city) anlayışı oluşturmaktadır. Bu kapsamda çalışmada sünger kent uygulamaları Çin, Almanya ve Türkiye özelinde incelenmiş ve ülkemizde uygulanmakta olan sünger kent uygulamalarının gerek hukuksal düzenlemeler gerek de sorumlu aktörler arasındaki işbirliği noktasında geliştirilmesi gerektiği görülmüştür.

[1] Doçent Doktor, Hacı Bayram Veli Üniversitesi Üniversitesi, İİBF,
E-mail : nazli_yucel@yahoo.com , **ORCID :** 0000-0003-1950-7410.

[2] Doktora Öğrencisi, Kamu Yönetimi, Hacı Bayram Veli Üniversitesi Üniversitesi,
E-mail : suleyman.bayraktar@kosgeb.gov.tr **ORCID :** 0000-0002-8023-7002

[3] Araştırma Görevlisi Doktor, Hacı Bayram Veli Üniversitesi, İİBF,
E-mail: banu.akturk@hbv.edu.tr, **ORCİD :** 0000-0002-9303-3244.

Makale Geliş Tarihi: 06.03.2022
Makale Kabul Tarihi: 12.04.2022