

# ŞEHİRLERİN GELECEĞİ İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİR VE AKILLI KENTSEL İYİLEŞTİRMELER

Eda SOYLU SENGÖR<sup>1</sup>, Selami SUNGUN<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eda Soylu Sengör, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, eda.soylu@csb.gov.tr

<sup>2</sup>Selami Sungun, Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, 06530, Çankaya, Ankara, selami.sungun@csb.gov.tr

## ÖZET

Önümüzdeki üç on yıllık süreçte dünya genelinde şehirde yaşayan nüfusun %56'dan %68'e çıkması beklenmektedir (UN Habitat, 2022). Şehirlerde yaşanması beklenen hızlı nüfus artışı ile hâlihazırda yüksek olan tüketim oranlarının da daha çok artması olası bir ihtimaldir. Bu noktada Birleşmiş Milletler tarafından sürdürülebilirlik alanında hazırlanan 2030 yılında karbon emisyonlarının yarıya indirilmesi, 2050 yılında karbon emisyonunda net sifıra ulaşılması ve Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri ile dünya genelinde yaşanabilir bir gelecek için adımlar atılmaktadır (Seto vd., 2021). Tüketime azaltılmadığı veya yenilenebilir kaynaklar ile desteklenemediği bir gelecekte yönetilmesi zor ve sorunlu şehirler ortaya çıkacaktır. Bu yüzden gelecekte daha iyi şehirlere sahip olmak için günümüzde planlamalar yapılmalıdır. Bu durumlar göz önüne alındığında şehirlerin geleceği için önümüzdeki yılları düşünerek var olan yapı çevreye, yapı stoğuna, şehirlerdeki altyapı, ulaşım ve kamusal alanlar gibi elementlere sürdürülebilirlik esaslı akıllı şehir uygulamaları ile iyileştirmeler yapılmalıdır. Sürdürülebilir ve akıllı şehir uygulamalarının kentsel ölçekte yapılacak iyileştirmelerde birbirlerine paralel olarak kullanılmaları gelecekteki şehir planlama kurgularının daha uyumlu bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlayacaktır ve insan yaşamını kolaylaştırarak hayat kalitesini artıracaktır.

Şehirlerin geleceği için dünya genelinde farklı ülkelerde uygulanan sürdürülebilir ve akıllı kentsel iyileştirme örneklerinin çıktuları üzerinden uygulamaların olumlu ve olumsuz yönleri değerlendirilerek gelecekte uygulanacak projeler için önerilerin elde edilmesi hedeflenmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** akıllı şehirler, kentsel iyileştirme, sürdürülebilirlik, şehirlerin geleceği

## ABSTRACT

### SUSTAINABLE AND SMART URBAN RETROFITTING FOR CITY FUTURES

In the next three decades, the world population living in cities is expected to increase from 56% to 68% (UN Habitat, 2022). With the rapid population growth expected to happen in cities, it is possible that the existing high consumption rates will increase even more. At this point, steps are taken worldwide for a more livable future with the United Nations' goals of reducing carbon emissions by half in 2030, reaching net zero in carbon emissions in 2050, and Sustainable Development Goals (Seto et al., 2021). In a future where consumption cannot be reduced or not supported by renewable resources, chaotic cities will emerge. Therefore, plans should be prepared today in order to have better cities in the future. Considering these situations, for the city futures, improvements should be made to the existing built environment, building stock, elements such as infrastructure, transportation and public spaces in cities, with sustainability-based smart city applications. The use of sustainable and smart city applications in parallel with each other in urban scale improvements will enable future city planning phases to be made more harmoniously and will increase the quality of life by making human life easier.

For the city futures, it is aimed to evaluate the positive and negative aspects of the applications through the outputs of sustainable and smart urban improvement examples applied in different countries around the world, and to obtain suggestions for future projects.

**Keywords:** city futures, smart cities, sustainability, urban retrofit, city

## 1. GİRİŞ

Dünya genelindeki karbon emisyonunun yaklaşık %70'inden ve enerji tüketiminin yaklaşık %75'inden şehirler sorumludur. Birleşmiş Milletler (BM) tarafından karbon emisyonlarının net sifıra ulaşması hedefi ile ilerlenilen 2050 yılında dünya nüfusunun %68'inin şehirlerde yaşayacağı tahmin edilmektedir (Eames vd., 2013; Global Alliance of Buildings and Construction, 2021; UN Habitat, 2022). Avrupa ve Birleşik Krallık için yapılan akademik araştırmalarda ortaya konulan projeksiyonlarda şehirlerde var olan yapı stoğu ve yapı çevrenin %70 ile %80'inin 2050 yılında da hâlâ kullanımda olacağı öngörülmekte olup şehirler için sürdürülebilir hedefler öncülüğünde teknolojik imkânlar ile iyileştirmeler yapılmasının gerekliliği vurgulanmaktadır (Kelly, 2009;

Sandberg vd., 2016). Önümüzdeki yıllarda şehirlerde artması öngörülen nüfus ve oldukça yüksek olan tüketimler sebebiyle sorunların ortaya çıkması muhtemeldir ve gelecekte daha iyi şehirlere sahip olmak için günümüzde planlamalar yapılmalıdır. Bu durumlar göz önüne alındığında şehirlerin geleceği için önümüzdeki yılları düşünerek var olan yapılı çevreye, yapı stoğuna, şehirlerdeki altyapı, ulaşım ve kamusal alanlar gibi elementlere iyileştirmeler yapılmalı ve geleceğe uyumlu şehirler oluşturmak için sürdürülebilir ve akıllı şehir uygulamaları entegre edilmelidir. Sürdürülebilir ve akıllı şehir uygulamalarının kentsel ölçekte yapılacak iyileştirmelerde birbirlerine paralel olarak kullanılmaları gelecekteki şehir planlama kurgularının daha uyumlu bir şekilde yapılabilmesine olanak sağlayacaktır ve insan yaşamını kolaylaştırarak hayat kalitesini artıracaktır.

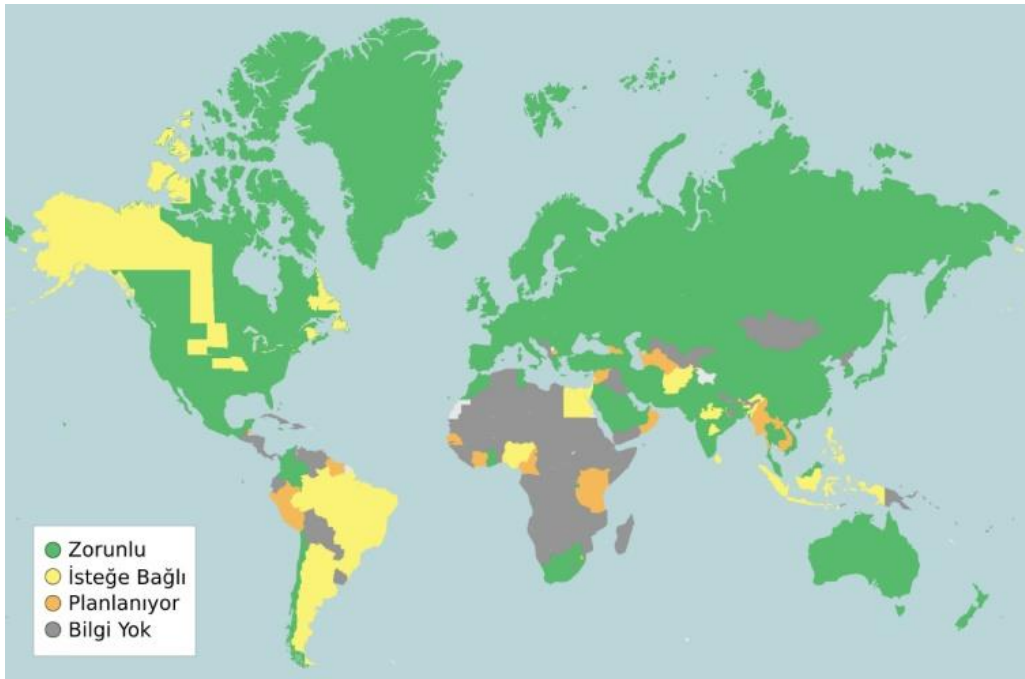
## 2. KENTSEL İYİLEŞTİRME İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİR VE AKILLI UYGULAMALAR

Şehirlerin geleceği için sürdürülebilir ve akıllı kentsel iyileştirmeler yaklaşımı; ekonomi, ulaşım, altyapı, konut, atık yönetimi, kamusal alan ve gelişim alanları öncelikli olarak dikkate alınacak şekilde planlanabilir (Dunham-Jones ve Williamson, 2011). Bu doğrultuda, sürdürülebilir ve akıllı kentsel iyileştirmeler Enerji Verimli Akıllı Yapılar, Sürdürülebilir Enerji Kullanımı, Akıllı Atık Yönetimi ve Akıllı Şebekeler başlıkları altında incelenecektir.

### 2.1 Enerji Verimli Akıllı Yapılar

Mevcut yapı stoğunun %70 ile %80 aralığında 2050 yılında da kullanılmaya devam edileceği öngörülmektedir (Kelly, 2009; Sandberg vd., 2016). Şehirlerdeki barınma alanlarımız olan yapıların uzun süre kullanılacağı düşünüldüğünde yaşam kalitesini artırmak ve ihtiyaç duyulandan fazla enerji tüketimini azaltmak için binalarda iyileştirmeler yapmak hem güncel bina stoğunun karbon ayak izini azaltacak hem de ilerleyen süreçlerde yenilenecek bina stokları için örnek teşkil edecektir.

Enerji verimli binalar, enerji verimliliğinin sınıflandırılmasına göre düşük karbon emisyonlu bina, net sıfır karbon emisyonlu bina ve net pozitif enerjili bina gibi konseptler ile mimaride karşılık bulmaktadır. Bu kavramlar mimar ve mühendislerin işbirliği içinde çalışmaları sonucu ortaya çıkmaktadır ve yapılan testler ile binaların enerji verimli olma yolunda hangi standartları ne kadar karşıladığı, binanın gelecekte iklim ve çevresel koşullara dayanıklılığı gibi özellikler test edilebilmektedir. Bu kapsamda Türkiye’de binalara verilen Enerji Kimlik Belgesi benzeri binanın enerji verimliliğini sınıflandıran uygulamalar ve dünyada gelişmiş örneklerinin bulunduğu, diğer ülkelerde uygulanan sınıflandırmalar önem arz etmektedir.



Şekil 1. Dünya genelinde binalarda enerji kodu uygulanması, 2021 (International Energy Agency, 2021)

Dünya genelinde bu tarz iyileştirmeler konut yapılarında pratik yaparak ilerlemektedir. Güney Afrika’da binalar için bir EPC (Energy Performance Certificate – Enerji Performans Sertifikası) uygulaması başlatılmış

ve bu sertifika var olan binalara yapılan akıllı iyileştirmeler üzerinden incelenmiştir. Yapılara sonrada yapılan yalıtım gibi standart iyileştirmelerin yanı sıra HVAC (Heating Ventilation Air Conditioning – Isıtma Havalandırma ve İklimlendirme) sistemi eklenmesi, yenilenebilir enerji sistemlerinin entegrasyonu ve dijitalleştirme ile birim takibi gibi teknolojik iyileştirmeler de yapılarak binaların EPC değişimleri görülmüştür. İyileştirme için yapılan maliyetler yaklaşık 5 ile 6 yıl arasında kendini amorti etmekte ve daha uzun vadede sürdürülebilir bir yapı sunmaktadır (Yuling, ve Xiaohua, 2018).

Yine Avrupa ve Amerika’da da eski yapıların ısıtma sistemlerinin sürdürülebilir alternatifler ile yenilenmesi ve yer altı ısı pompası sistemlerinin devlet destekli şekilde entegre edilmesi gibi projeler ile var olan yapı stoğunun karbon ayak izinin azaltılması ve insanların yaşam alanlarının gelecek için sürdürülebilir bir altyapıya sahip olması hedeflenmektedir.

## 2.2 Sürdürülebilir Enerji Kullanımı

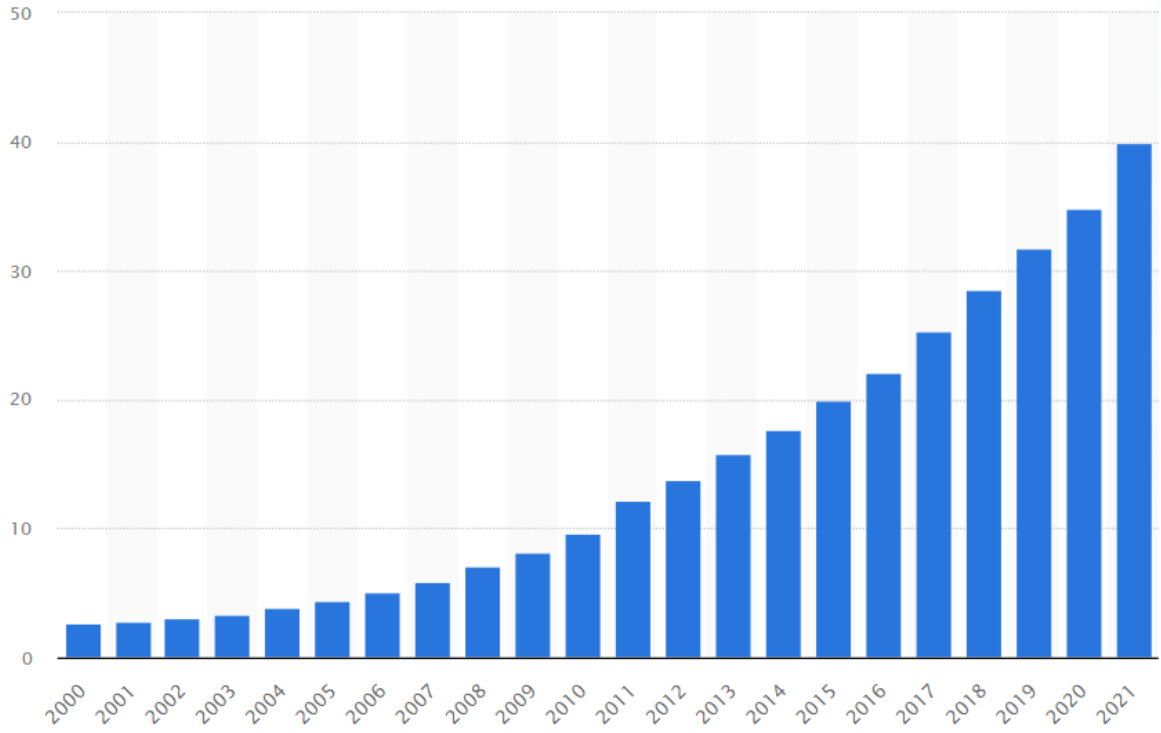
Şehirlerde bina endüstrisinden ve yapıyı çevreden kaynaklanan enerji tüketimi ve karbon emisyonunun önümüzdeki yıllarda azaltılması hedeflenmektedir. Bu konu için yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması ve yaygınlaştırılmasının teşvik edilmesi planlanmaktadır. Son yıllarda sayıları giderek artan güneş enerjisini dönüştüren solar tarlalar, bu sürecin ilk adımlarından sayılabilir.

Ülkemiz coğrafi konumu sayesinde güneş enerjisi kullanımı için yüksek bir potansiyele sahiptir ancak sürdürülebilir enerji kaynaklarını bir seçenek ile sınırlamak sistemin sürdürülebilir olmasını, çevresel etkilerin değişken olması sebebi ile zorlaştırabilir. Bu sebeple sürdürülebilir enerji kaynaklarını da, rüzgâr enerjisi, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi ve benzeri gibi seçenekler ile çeşitlendirmek gerekir. Tüm ihtiyacın sürdürülebilir enerji kaynaklarından karşılandığı bir sistem, enerji tüketiminin indirildiği bir sitem gerektirir. Örneğin enerji verimliliği yüksek bir binanın daha az enerji ihtiyacı olacaktır ve sürdürülebilir kaynaklar bu ihtiyacın giderilmesinde yeterli olacaktır.

Bir diğer örnekte, Avrupa genelinde enerji firmaları müşterilerine geleneksel yöntemler dışında yenilenebilir enerjiden elde edilen elektrik paketleri oluşturmaktadır ve insanları bu konuda desteklemektedirler. Enerji tüketimi konusunda farkındalığı artan kullanıcılar, enerji tüketimlerini kontrol etme ve azaltacak önlemler alma konusunda çaba göstermektedir. Kullanıcının bilinçlenmesi sistemin doğru ve verimli işlemesi için en önemli etkenlerden biridir.

Güneş, rüzgâr, su gibi kaynaklardan yenilenebilir enerji üretimi konusunda dünya genelinde hem 2050’de net sıfır karbon hedefine ulaşmak hem de daha temiz bir havada daha kaliteli bir yaşam sunabilmek için ülkeler yatırım yapmakta ve geniş çaplı projeler gerçekleştirmektedir. Günümüzde enerji tüketimi günlük yaşantımızın her alanında artarak devam etmekte olsa bile bu yatırımlar ile kullanıcıların ihtiyacının karşılanması hedeflenmekte ve planlar daha temiz bir enerji ile daha temiz bir gelecek sunma yolunda ilerlemektedir.

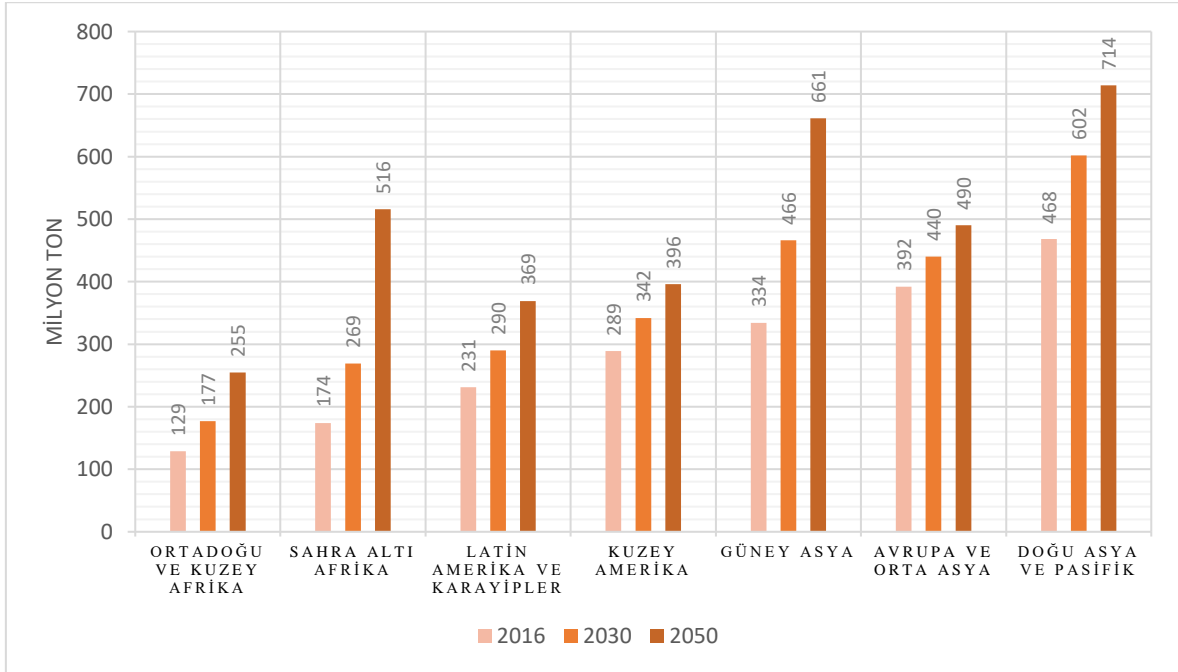
Şekil 2’de görüldüğü üzere dünya genelinde yenilenebilir enerji kullanımı 21. yüzyılın başından itibaren günümüze kadar artarak gelmiş ve 2015 itibari ile de daha hızlı bir ivme yakalamıştır.



Şekil 2. 2000-2021 arası Dünya Geneli Yenilenebilir Enerji Kullanımı - Exajoule değerinde (Statista, 2022)

### 2.3 Akıllı Atık Yönetimi

Dünya Bankasının (2018) yapmış olduğu çalışmalar 2050 yılına kadar dünya genelinde ortaya çıkacak atıkların artmaya devam edeceğini ve bazı bölgelerde artışın oldukça yüksek olacağını ortaya koymaktadır (Şekil 3). Bu atıklar yıllar içerisinde miktarı katlanarak artarken doğadaki varlıklarını sürdüreceklerdir ve havaya, toprağa ve suya karışacaktır. Bunun önüne geçebilmek için atık süreçlerinin baştan sona kadar yönetiminin yeniden ele alınması, atık toplama ve bertarafının kontrol edilebilmesi ve toplumun bu konu hakkında bilinçlenmesi önem arz etmektedir.



**Şekil 3.** Bölgelere göre öngörülen yıllık atık üretimi (World Bank, 2018)

Bu kapsamda şehirlerdeki atık toplama ve bertaraf süreçlerinin sensörler ve ağ sistemleri ile dijital ortamda takip edilebilir hale gelmesi ve insanları bilgilendirici ve yönlendirici sistemlerin oluşturulması önemli bir akıllı iyileştirme adıdır. Hem küçük ölçekli hem de orta ve büyük ölçekli şehirler için Akıllı Atık Yönetimi birincil basamak olarak konut ve ofis binalarından başlayıp son aşamada mahalle ve şehir belediyesi ölçeğine kadar uygulanabilir ve zincir reaksiyonu şeklinde etkili kaynak kullanımı ve sürdürülebilirlik bağlamında olumlu bir gelişme olarak gösterebilir.

Atık toplamada sürecinde ortaya çıkan karbon salımı ve çevre sağlığına zarar veren atık birikmesi sorunlarına, en yaygın kullanılan uygulamalardan birisi olan akıllı konteyner uygulaması ile çözüm getirilebilir. Şehirlerde var olan konteynerlerin sensör yerleştirmeleri ile dijital bir sisteme bağlanmaları akıllı bir kentsel iyileştirme olarak uygulanabilir.

Bu iyileştirme, çöplerin zamanında toplanması ve çöp toplama kamyonlarının rotalarının optimize edilmesi ile etkin kaynak kullanımı sayesinde karbon emisyonlarının azalması sağlanmakta ve sürdürülebilir bir süreç oluşturulmasına olanak vermektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri tabanlı sistemler ile entegre çalışan uygulamalar sayesinde yerel yönetimler için de daha etkin kaynak kullanımı sağlanmaktadır (Gutierrez vd., 2015).

Atık bertarafının da teknoloji ile desteklenmesi geri dönüşüm açısından önem arz etmektedir. Günümüzde geri dönüşüm için her malzemenin-plastik, kağıt, mobilya, tekstil, yiyecek, metal, teknolojik atıklar ve benzeri gibi, ayrı ayrı toplandığı geri dönüşüm alanları olmadığı için, bütün malzemeler birim birim tam olarak ayrışmadan geri dönüşüm merkezlerine gelmektedir. Geri dönüştürülecek malzemelerin sınıflandırılması, birbirinden ayrışması daha maliyetli bir süreci de beraberinde getirmektedir. Oysa atıkların toplanması konusunda daha gelişmiş yöntemler ve daha iyi planlanmış süreçler, fazla atık üretimini ve dönüşüm konusunda sistemin önündeki zorlukları azaltacaktır.

## 2.4 Akıllı Şebekeler

Mevcut elektrik şebekeleri enerji konusunda verimlilik, güvenilirlik ve yenilenebilir enerji entegrasyonu olarak etkin bir sürdürülebilir altyapıya sahip değiller. Son yıllarda aşırı elektrik kullanımı, elektrik akışı ve üretimi ile ilgili beklenmedik değişiklikler sebebiyle sorunlar da yaşanmaktadır. Bu nedenle oluşabilecek ani değişikliklerin, arz ve üretimin dengelenmesi için yeni yöntemler gerekmektedir (Asite, 2020; Gielen vd., 2019). Bilgi ve İletişim Teknolojileri (BİT) uyumlu çalışan Akıllı Şebekeler, evlerdeki akıllı enerji metre ölçerler ve otomasyon sistemlerinden alınacak veriler sayesinde üretici ile tüketici arasındaki bilgi akışını güçlendirerek elektriğin daha efektif ve sürdürülebilir olarak kullanılmasına olanak sağlayacaktır. Bu kapsamda oluşturulacak Akıllı Şebekeler kentsel iyileştirme olarak var olan yapı stoğuna ve altyapısına bağlanması gelecek için akıllı uygulamalar sayesinde teknoloji ile birlikte güncellenerek sürdürülebilir bir yöntem olarak kullanılabilir. (Asite, 2020; Gielen vd., 2019).

Akıllı Şebekeler ile ilgili Asite (2020) tarafından hazırlanan “Akıllı İyileştirme: Yapılı Çevreyi Karbonsuzlaştırmanın Anahtarları” raporda dünya genelinde uygulanan şu projelerden bahsedilmektedir:

Çin’de 5G ve yapay zekâyı birleştirerek ve interneti elektrik tedarik ağına bağlayarak “Enerji İnterneti” adı verilen bir sistem oluşturuluyor. Bu sistem yeni bir enerji modeli oluşturarak daha temiz ve daha efektif enerji kullanımı sunmayı amaçlıyor. (Guizhou vd., 2019)

Birleşik Krallık’ta şebekelerin “dijital ikizleri” oluşturuluyor ve güç akışı, voltaj ve merkezden evlere giden altyapı izlenebiliyor.

Amerika Birleşik Devletleri San Diego’da özel firmalar ve belediye ile geliştirilen “iPredict” sisteminde şebekelerden alınan veriler ve yapay zekâ ile sistemde olabilecek hatalar önceden tespit edilerek olası güç kesintilerinin ve ekipman hatalarının önüne geçiliyor. (PA Consulting, tarih yok)

Bu kapsamda projeler genel anlamda var olan şebekelere entegre edilen dijital iyileştirmeler ile elde edilen veriler ve kontrol edilebilen süreçler olası hataların, gereksiz kullanımın önüne geçiyor ve sürdürülebilir bir tüketim süreci için doğru çıkarımlar oluşturulmasına olanak sağlıyor.

Ülkemizde ise var olan elektrik sistemleri üzerinden evlere akıllı enerji metreleri entegrasyonu, binalarda, ortak alanlarda ve kamusal yapılarda sensörler ile kullanım takibi ve şebekelerin yüklerinin incelenmesi ile bir analiz yapılarak şebekelere gerekli iyileştirmeler yapılabilir. Akıllı uygulamalar ile incelenerek tespit edilecek

noktaların iyileştirilmesi gelecek yıllarda daha sürdürülebilir ve kontrol edilebilir bir altyapının oluşmasını sağlayacaktır. Aynı zamanda yenilenebilir enerji kaynaklarının da akıllı şebekelere entegrasyonu daha teknolojik bir altyapı ile sağlanabilir ve sisteme binen yükler, yoğun kullanım saatlerinin gün içine daha verimli yayılması ve herkes için dengeli bir enerji sağlanması mümkün hale gelecektir.

Bu noktada da sürdürülebilirlik açısından Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinden 9 numaralı “Endüstri, İnovasyon ve Altyapı” başlığı desteklenmiş olacak ve şehirlerin kalkınması da daha devam ettirilebilir bir altlık üzerinden planlanabilecektir.

Eldem (2017), Akıllı Şebekelerin temel bileşenleri ve teknolojileri olarak aşağıdaki başlıkları ifade etmiş ve bu başlıkların genel açıklamalarını şu şekilde ifade etmiştir:

**“Akıllı Üretim**

*Şebekeden alınan geri beslemeler ile enerji üretiminin optimize edilmesi; gerilimin, frekansın ve güç faktörünün otomatik olarak ayarlanabilmesi özelliklerine sahip güç üretimini sağlamak amacıyla*

**Akıllı İstasyonlar**

*Güç faktörü performansı, kesici, trafo ve akü durumu izlenmesi, kritik ve kritik olmayan işlem kontrolünü sağlar.*

**Akıllı Dağıtım**

*Kendi kendini iyileştiren, dengeleyici ve optimize edici yapıdadır. Otomatik izleme ve analiz etme özelliği ile hava durumu ve enerjisiz kalma geçmişine bağlı olarak arızaları tahmin edebilecek yapıya sahip sistemlerdir.*

**Akıllı Sayaçlar**

*Akıllı sayaçlar, tüketici ve gücü sağlayan kuruluş arasında iki yönlü iletişimi sağlar. Gerçek zamanlı bilgi sağlayarak güç kalitesi ölçümü, elektrik kesintisi, sayaç aldatma bilgilerini ve tüketim bilgilerini iletebilmektedir.*

**Bütünleştirilmiş Haberleşme**

*Veri toplama (SCADA-Supervisory Control and Data Acquisition), koruma ve kontrol sistemleri bütünleştirilmiş bir sistemde kullanıcının akıllı elektronik cihazlar ile etkileşimini sağlar.*

**İleri Kontrol Metotları.**

*Şebekenin durumunu analiz ederek tanımlayan ve tahmin eden cihazlar ve algoritmalar topluluğunu ifade etmektedir. Otomatik olarak düzeltici önlemler olarak enerji kesintilerini ve güç kalitesi problemlerini engeller ya da etkilerini azaltır.”*

Bu doğrultuda şebekelerin akıllı sistemler ile iyileştirilmeleri ve akıllı sayaçlar ile tüketici ve üretici bilgilendirmesinin sağlanması ile elektrik üretim ve dağıtım süreçlerinde gelecek için daha sürdürülebilir ve kontrol edilebilir bir altyapı oluşturulabilir.

### 3. SONUÇLAR

İncelenen örnek çalışmalar ve alt başlıklarda vurgulanan konularda sürdürülebilirlik ve akıllı şehir uygulamaları esas alınarak şehirlerde hangi alanlarda ne tür iyileştirmeler yapılabileceği açıklanmıştır. Akademik çalışmalar ve gerçek hayatta uygulanan projelerin çıktılarında elde edilen bilgiler üzerinden görüleceği üzere dünya genelinde şehirlerin sosyal, ekonomik ve demografik anlamda gelişmelerinin sürdürülebilir olmasına ihtiyaç vardır. Aynı zamanda gelişen teknoloji ile birlikte hem yönetim hem de halk için kolaylık sağlayan uygulamalar yaygınlaşmaktadır. Akıllı şehir kavramı ve sürdürülebilirlik kavramı ile örtüşen bu yaklaşımlar şehirlerin farklı koşullara hazır olmasını sağlayacak ve gelişmelerinin sürdürülebilir ve zamana uygun olmasını destekleyecektir.

Çalışmada ilk olarak sürdürülebilir ve akıllı kentsel iyileştirmelere neden ihtiyaç duyulduğu açıklanmış ve bu doğrultuda uygulanan ve uygulanması planlanan projeler ele alınmıştır. Çalışmada bahsedilen başlıklar dışında bu konu ile ilgili yazılması muhtemel yeni bildiri ve makalelerde; şehirlerde yaşayan nüfusun iyileştirmelere dair düşüncelere ilişkin anket yapılması, Türkiye’den bir mahalle seçilerek oraya özgü bir iyileştirme önerisinin sunulması, akıllı şehir uygulamalarında yaşlıların teknolojik uygulamalara dâhil olamaması ve kişisel verilerin işlenmesi ile ilgili genel olarak var olan endişeler ele alınarak araştırma kapsamı genişletilebilir ve bu konulara yoğunlaşılabilir.

## KAYNAKLAR

- Asite**, 2020. *Smart Retrofitting: The Key to Decarbonizing the Built Environment*. <https://www.asite.com/insights/smart-retrofitting-the-key-to-decarbonizing-the-built-environment> [Erişim tarihi: 08.09.2022].
- Dunham-Jones, E., ve Williamson, J.**, 2011. *Retrofitting Suburbia: Urban Design Solutions for Redesigning Suburbs*. Updated edition, John Wiley & Sons, New Jersey. 304 sayfa.
- Eames, M., Dixon, T., May, T. ve Hunt, M.**, 2013. City futures: exploring urban retrofit and sustainable transitions. *Building Research and Information*, 41(5): 504-516.
- Eldem, M.O.**, 2017. Akıllı Şebekeler. *TMMOB EMO ANKARA ŞUBESİ HABER BÜLTENİ*, 2. [https://www.emo.org.tr/ekler/e8fff8ce0a6ccb5\\_ek.pdf?dergi=1101](https://www.emo.org.tr/ekler/e8fff8ce0a6ccb5_ek.pdf?dergi=1101) [Erişim tarihi: 19.10.2022].
- Gielen, D. ve diğerleri**, 2019. The role of renewable energy in the global energy transformation. *Energy Strategy Reviews*, 24: 38-50.
- Global Alliance of Buildings and Construction**, 2021. *2021 Global Status Report For Buildings and Construction: Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. <https://www.unep.org/resources/report/2021-global-status-report-buildings-and-construction> [Erişim tarihi: 07.09.2022].
- Guizhou, R. ve diğerleri**, 2019, China's power development based on the energy internet. *E3S Web of Conferences*, 118: Makale Nu.: 01060
- Gutierrez, J. M., Jensen, M., Henius, M. ve Riaz, T.**, 2015. Smart Waste Collection System Based on Location Intelligence. *Building Research and Information*, 61: 120-127.
- International Energy Agency**, 2021. *2021 Energy Efficiency Market Report 2021*. <https://www.iea.org/reports/energyefficiency-2021> [Erişim tarihi: 07.09.2022].
- Kelly, M.J.**, 2009. Retrofitting the existing UK building stock. *Building Research and Information*, 37(2): 196-200.
- PA Consulting**, Tarih Yok. *iPredict™ for electricity distribution*. <https://www.paconsulting.com/industries/energy-and-utilities/ipredict> [Erişim tarihi: 27.10.2022].
- Sandberg, N.H. ve diğerleri**, 2016. Dynamic building stock modelling: Application to 11 European countries to support the energy efficiency and retrofit ambitions of the EU. *Energy and Buildings*, 132: 26-38.
- Seto, K. C. ve diğerleri**, 2021. From Low to Net-Zero Carbon Cities: The Next Global Agenda. *Annual Review of Environment and Resources*, 46: 377-415
- Statista**, 2022. *Renewable energy consumption worldwide from 2000 to 2021*. <https://www.statista.com/statistics/274101/world-renewable-energy-consumption/> [Erişim tarihi: 21.10.2022].
- UN Habitat**, 2022. *World Cities Report 2022: Envisaging the Future of Cities*. United Nations, Kenya. 422 sayfa.
- Yuling, F., ve Xiaohua, X.**, 2018, Energy-efficiency building retrofit planning for green building compliance. *Building and Environment*, 136: 312-321.
- World Bank**, 2018. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Global Solid Waste Management to 2050*. International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank, Washington. 272 sayfa.