

BİLDİRİ • AÇIK ERIŞİM

Kentsel Dayanıklılık için Kentsel Enerji Verimliliğini Artırma Stratejileri

Bu makaleden alıntı yapmak için: Yalim Gültekin 2021 *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* **1203**
022020

Güncelleştirmeler ve geliştirmeler için [makaleyi çevrimiçi](#) görüntüleyin.

Şunlar da hoşunuza gidebilir

- [Kentsel tarımı büyütürken gıda sistemi enerji talebini azaltmak için dikkat edilmesi gerekenler](#)
Eugene Mohareb, Martin Heller, Paige Novak ve diğerleri.
- [Risk yönetiminden dayanıklılığın artırılmasına : kentsel sel direncinin gelişimi, değerlendirilmesi ve karar verme üzerindeki etkileri üzerine bir inceleme](#)
Viktor Rözer, Sara Mehryar ve Swenja Surminski
- [İnşaat sektöründe derin karbonsuzlaştırma yolları : Çin'in NDC'si ve Parisanlaşması](#)
Rui Xing, Tatsuya Hanaoka ve Toshihiko Masui



PRIME
PACIFIC RIM MEETING
ON ELECTROCHEMICAL
AND SOLID STATE SCIENCE

HONOLULU, HI
Oct 6–11, 2024

Abstract submission deadline:
April 12, 2024

Learn more and submit!



Joint Meeting of
The Electrochemical Society
•
The Electrochemical Society of Japan
•
Korea Electrochemical Society

Kentsel Dayanıklılık için Kentsel Enerji Verimliliğini Artırma Stratejileri

Yalım Gültekin ^{1,2}

¹ Öğretim Görevlisi, Başkent Üniversitesi, Anadolu OSB Meslek Yüksekokulu Makine Programı, Malıköy Başkent OSB Mahallesi, Temelli, Sincan -06909-Ankara/Türkiye.

²Çankaya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çukurambar İlçesi, Öğretmenler Caddesi No: 14 - 06530 -Ankara/Türkiye

ygulteekin@baskent.edu.tr

Özet. İklim değişikliğinde belirleyici bir faktör olan sera gazı (GHG), insan faaliyetlerinin bir sonucudur, yani iklim değişikliği insan kaynaklıdır (antropojenik). Bugün yaklaşık 7,3 milyarlık dünya nüfusunun %60'ının yaşadığı şehirler, yoğun insan faaliyetlerinin can damarı olan enerjinin %60-80'inden ve dolayısıyla sera gazının en az %70'inden sorumludur. Bununla birlikte, şehirler iklim değişikliğinin ve diğer küresel çevre sorunlarının yanı sıra bunların etkileriyle başa çıkmak için inovasyon merkezleri ve laboratuvarların nedenidir. İklim değişikliğinin 21. yüzyılda daha belirgin ve aktif hale gelmesiyle birlikte, araştırmacılar, hükümetler ve uluslararası kuruluşlar, şehirlerin bu sorunlara karşı gücünü/kırılabilirliğini, özellikle de sera gazına neden olan enerji üretim ve tüketim kalıplarını sorguluyor ve kentsel dayanıklılığın kentsel politikalar için motive edici güç olacağını öngörüyorlar. Yenilenebilir enerjinin yaygın ve etkin kullanımı, iklim değişikliğine karşı etkili bir araç olarak kabul edilmektedir. Ancak bu, mekansal stratejilerle desteklenmelidir. Bu yaklaşım ışığında bu çalışma, enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımına odaklanan kentsel form, bina tasarımı ve üretim teknolojilerini değerlendirmektedir.

1. Giriş

Şehirler, küresel gayri safi yurtiçi hasılanın (GSYİH) %80'inden fazlasını oluşturan ekonominin lokomotifleridir. Kentler, bireysel ve toplumsal refahı etkileyen binlerce ekonomik, sosyal, kültürel, kurumsal ve doğal yapı ile çevresel tehdidin iç içe geçtiği karmaşık sistemlerdir. Bu sistemin gücüne ve kapasitesine uygun olarak kentler, tehlikeli ve yıkıcı afetlere, tehlikelere, şoklara ve streslere karşı dirençli veya savunmasız olabilir. Doğal, teknolojik veya sosyal kökenli olabilirler. Depremler, seller ve kasırgaların yanı sıra şiddet salgınları, göç krizleri, su kirliliği, nükleer olaylar, ekonomik durgunluklar ve sağlık salgınları da buna örnek olarak verilebilir. Stresler uzun vadeli eğilimler olsa da ve bu nedenle öngörülebilirken, diğerleri öngörülemez olaylardır.

Şehirler arasında, gelişme aşamalarından, ekonomik temellerinden ve nüfuslarından kaynaklanan eşitsizlikler ve bunların neden olduğu eşitsizlikler vardır. Kentsel nüfusun artmasıyla (Şu anda 3,9 milyardan 2050'de yaklaşık 6,3 milyara, artışın yaklaşık yüzde 90'ı Asya ve Afrika'da yoğunlaşıyor) ve kırsal nüfustaki düşüş (şu anda 3,4 milyardan 2050'de 3,1 milyara) [1], dangeorus ve yıkıcı olayların ölçeği ve etkisi açıktır.



Bu çalışmadan elde edilen içerik, [Creative Commons Atıf 3.0 lisansı koşulları altında kullanılabilir](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/). Bu çalışmanın daha sonraki herhangi bir dağıtımı, yazar(lar)a ve çalışmanın başlığına, dergi alıntısına ve DOI'ye atıfta bulunmalıdır.

şehirler de yükselecek. Şu anda, büyük şehirler bile herhangi bir şokun önemli ekonomik, sosyal, çevresel ve kurumsal etkilerine, dolayısıyla risklere karşı korumasız olabilir. Bu nedenle, Yeni Kentsel Gündem-BM, 2016, Sürdürülebilir Kalkınma için Gündem 2030-UNDP, 2015, Paris İklim Değişikliği Anlaşması-UNFCCC, 2015, Kyoto Protokolü-UNFCCC, 2020 gibi 21. yüzyılın önemli küresel anlaşmaları aracılığıyla sürdürülebilirlik ve kapsayıcı kentsel gelişim için "dirençli şehirlerin teşvik edilmesi" büyük önem taşımaktadır.

Dirençlilik, iklim değişikliği, sürdürülebilirlik ve doğal afet riski gibi alanların ve bilimsel ve politik söylemlerin giderek artan bir parçası olmasına rağmen, şehir planlamasında nispeten yeni bir kavramdır. Kentsel politikalarda motive edici bir güç olarak bu kavram, paydaşları planlama sürecinin merkezinde, planlamacıları ise yenilikçi ve yaratıcı olarak gören, teorik olarak daha entegre, çok disiplinli ve çok işlevli bir planlama sistemi olarak tanımlanabilir [2, 3]. Kentsel Dirençlilik (UR), kentsel sektörlerin (sosyal koruma, eğitim, enerji, sağlık, bilgi-iletişim, ekonomi, finans, lojistik, atık, ulaşım ve erişilebilirlik, su ve sanitasyon ve gıda sistemi gibi) ve paydaşlarının mevcut ve/veya potansiyel tehlikeli ve yıkıcı olaylara ve kenti baskılayan diğer unsurlara (göç, salgın gibi, terör ve savaş). Kentsel sektörlerin akut şoklardan ve kronik streslerden etkilenme derecesi, UR için hayati bir kriterdir. Özellikle iklim değişikliğine karşı dirençlilik, sürdürülebilir kalkınmanın en önemli hedefidir. Öte yandan, mevcut %60'lık tercih veya şehirlerde yaşamak zorunda kalma oranı ile şehirler doğal kaynak tüketiminden %75 oranında [4], enerji tüketiminden %60-80 oranında [5] ve dolayısıyla %70-76 oranında sera gazı (GHG) emisyonundan sorumludur [6, 7, 8]. Başka bir deyişle, kentin nüfusu ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi arttıkça, yüksek veya düşük kentleşme dinamiklerine bağlı olarak enerji ihtiyacının ve dolayısıyla karbondioksit (CO₂) emisyonlarının da arttığı bilinmektedir [9]. Bu nedenle, şehirler iklim değişikliği ile ilgili akut veya kronik stresler için kaynaklara maruz kalmaktadır [10, 11]. Bu nedenle, UR'nin ilerlemesinde, enerji bağımlılığı ve arzı ile ilgili sorunları çözmek için yenilenebilir enerji seviyesinin artırılması, sürdürülebilir kentleşmenin de hayati bir stratejik hedefidir. Bu konu, UR, ilkeleri ve kriterleri ile ilgili çok sayıda araştırmada ve uluslararası anlaşmada vurgulanmaktadır. Üretim ve tüketim perspektiflerine ilişkin içgörüler, şehirlerin kentsel form ve yapılı çevre yoluyla malzeme ve enerji akışlarını önemli ölçüde azaltılabileceğine de işaret etmektedir [2, 11, 12, 13, 14]. Bu nedenle bu çalışmanın amacı, enerji kullanımının mevcut durumunu ve eğilimlerini belirleyen ve kentsel düzeyde gelecekteki azaltım seçeneklerini dikkate alan bir kentsel tipolojiye yönelik çıkarımlar yapmaktır. Bu nedenle, kentsel makro form, dayanıklılık odaklı kentsel planlama ilkelerinden biri olarak belirlenmiştir.

Bu çerçevede, enerji kaynakları, kullanımları ve azaltım potansiyelleri ile ilgili güncel literatür üç noktaya odaklanarak analiz edilmektedir: 1) UR ve enerji bağlamı, 2) yenilenebilir enerji kaynakları, dünyada ve Türkiye'de enerji üretimi ve 3) kentsel enerji kullanımının azaltılmasında kentsel formun, kentsel yapı stoklarının ve kentsel tüketim kalıplarının etkinliği.

2. Kentsel Dayanıklılık için Enerji

UR kavramı genel olarak bir kentin yıkıcı olaylarla başa çıkabilmesi, kendini yenileyebilmesi ve temel işlevlerini sürdürebilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu yaklaşımın ışığında, UR ile ilgili akademik literatür, 1) teorik kökenleri ve gelişimi, 2) enerji bağlamı ve 3) UR için şehir planlamasının önemi ve etkinliği.

"Dayanıklılık" terimi hukuktan siyasete, psikolojiden sosyal bilgilere, mekanikten üretime kadar pek çok konuda kullanılıyor. İlk kez 1960'larda sorun yaratan durumlar karşısında ekosistemi koruma kapasitesi için ve 1970'lerde ekoloji bağlamında "esneklik düşüncesi" yoluyla kullanılmıştır [15, 16, 17]. 1990'larda mühendislik, ekolojik ve evrimsel dayanıklılık kavramlarıyla yaygınlaştı [18, 19]. Yine de, esnek olmanın iyi olduğu yönündeki basit varsayımın ötesinde, esnekliğin ne anlama geldiği tam olarak açık değildir. Bunun nedeni olabilir

dayanıklılığın problemlere göre şekillenen değişken ve dinamik bir süreç olduğu gerçeği ile açıklanabilir. Şu anda, bu terim küresel sorunlarla birlikte ifade edilmekte ve ekonomi ve şehir planlama çalışmalarında kullanılmaktadır [15, 20]. Bu tanımlama çabalarına ek olarak, kentsel sistemlerin küresel tehditlere karşı nasıl dirençli olabileceğine ve UR ilkelerine, bileşenlerine ve politikalarına odaklanan konularda seçenekler üretilmektedir. UR, Resilience Connected, Sustainable Resilience, Socioekonomik, Climatic, Coğrafi, Sistemik Davranış, Kentsel Metabolizma gibi çeşitli yaklaşımlarla ve buna bağlı olarak yedeklilik, çeşitlilik, verimlilik, özerklik, güç, işbirliği, karşılıklı bağımlılık, uyarlanabilirlik [21], işbirliği, modülerlik, hareketlilik [13] gibi çeşitli bileşenlerle tanımlanmaktadır. Bu bileşenlerin (Yapılı Çevre, Sosyal Dinamikler, Yönetişim Ağları, Metabolik, Tedarik Zincirleri ve benzerleri) sınıflandırılması [22] ve bazı değerlendirme kriterlerinin (altyapısal, ekonomik, sosyal, demografik, ekolojik ve benzeri) belirlenmesi [2] ile ilgili çalışmalar devam etmektedir. Şu anda, UR için üç ana yaklaşım yaygındır: "sosyo-ekolojik, sürdürülebilirlik ve doğal afet riskini azaltmak" [23]. Aslında bu yaklaşımlar iç içedir ve disiplinler arası işbirliği ile geliştirilen politika ve stratejilerle ele alınmalıdır. "Akıma hazırlık, direnç ve performans" uygulama stratejileridir. Birincisi, hazırlıklı olma yeteneği, mevcut koşulları gözlemler ve potansiyel çözümlerle şehrin mevcut ve gelecekteki risklere hazırlıklı olmasını sağlar. Performans aşaması, kentin temel işlevlerini sürdürmeye ve korumaya ve kaynakları yönetmeye, yeniden geliştirmeye, korumaya yöneliktir [24]. Bu farklı yaklaşımların veya politikaların her birinin temelinde yer alan verimlilik, enerji verimliliği, enerji tüketiminin azaltılması, yenilenebilir enerji kaynaklarının etkin ve yaygın kullanımı, enerji üretimi ve akışı, tedarik ve tüketim aşamaları ve geri kazanımını içeren süreçlere dayanmaktadır. Bununla birlikte, enerji bağlamında hazırlık ve performans enerji kaynakları ile sınırlıdır. Kullanımlarına göre, bu kaynaklar yenilenebilir ve yenilenemez enerji kaynakları olarak tanımlanır ve dönüştürülebilirliklerine göre, dönüştürülmüşlerse birincil olarak ve dönüştürülmemişlerse ikincil olarak dönüştürülürler (Tablo 1).

Tablo 1. Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

ENERJİ KAYNAKLARI			
Kullanılabilir -lik		Konvertibilite	
Yenilenemez Enerji	Yenilenebilir Enerji	Birincil	İkincil
Fosil Kaynaklı	Hidrolik	Kö	Elektrik,
Kömür	Güneş,	mür	Benzin, Dizel,
Yağ	Biyokütle,	Yağı	İkincil Kömür,
Doğalgaz	Rüzgar,	Doğal Gaz	Kok, Petro Kok
Çekirdek	Jeotermal	Nükleer	Gazı
Kaynaklı	Okyanus	Biyokütle	Sıvılaştırılmış Petrol
Uranyum	Termal Gelgit	Hidrolik	Gazı
Toryum	ve Dalgalar	Güneş	Kaya Gazı
	Hidrojen	Rüzgar	
		Gelgit ve	
		Dalgalar	

20. yüzyılın sonlarına doğru hızla ilerleyen teknolojiye paralel olarak daha fazla teknolojik ürün kullanılmaya başlandığı için enerjiye olan ihtiyaç, dolayısıyla tüketim artmıştır. Enerji, ulaşımı, endüstriyel üretimi, ticareti, bayındırlık işlerini, aydınlatmayı, iklimlendirmeyi ve insanlarla ilgili diğer birçok faaliyeti güçlendiren şehirlerin kan dolaşımıdır. Şehirler küresel birincil enerjinin yaklaşık %75'ini tükettiğinden, küresel enerji geçişini ilerletmede ve şekillendirmede hayati bir rol oynamaktadır. Bu durumda, kentsel alanlar sera gazı emisyonları ile birlikte yüksek düzeyde hava kirliliğine sahiptir ve düşük ve orta gelirli ülkelerde nüfusu 100.000'in üzerinde olan şehirlerin %98'i hava kalitesini karşılamamaktadır [18]. Bu nedenle, enerji kullanımına yönelik yeni yaklaşımlar (yeşil enerji, temiz enerji, sürdürülebilir şehir, UR ve benzeri) geliştirilmektedir. Daha spesifik olarak, iklim değişikliğinin etkisi ve enerji krizlerinin yaşanmasıyla, enerji üretim ve tüketim süreçleri

araştırılıyor ve yeni projeksiyonlar şekilleniyor. Bu süreçte, yenilenebilir enerji (YEK) ve/veya yenilenebilir enerji teknolojileri (RET'ler) – henüz ekonomik olmamakla birlikte – daha fazla enerji verimliliği yoluyla iklim değişikliğinin azaltılmasında ve dolayısıyla UR'de daha temiz hava sağlanmasında merkezi bir rol oynamaktadır. Bu amaçla, bu çalışmada kentsel yapılı çevrenin kentteki enerji kaynaklarının planlı kullanımı ve YEK'in yaygın kullanımı için etkinliği değerlendirilmektedir. Bunun nedeni, RET'ler küresel enerji sektörü tarafından ve RE'ler genellikle ulusal politikalar tarafından geliştirilirken, şehir düzeyinde birçok önlem (bina ve ulaşım sektörleri gibi) alınmaktadır.

2.1. Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Üretimi

RE, oldukça uzak bir gelecekte tükenmeden kalacak kendi kendini yenebilen kaynakları ifade eder (Tablo 1). RE, güneş, jeofizik veya biyolojik kaynaklardan elde edilen ve doğal süreçlerle kullanım oranına eşit veya daha yüksek bir oranda yenilenen herhangi bir enerji şeklidir. RE, doğal ortamda meydana gelen devam eden veya tekrarlayan enerji akışlarından elde edilir. Bununla birlikte, biyokütleyi büyülebileceğinden daha yüksek bir oranda kullanmak veya bir jeotermal alandan ısı akışlarının yenileyebileceğinden daha hızlı bir oranda ısı çekmek mümkündür [25]. Dünya enerji talebinin %80'i fosil yakıtlardan (petrol, doğal gaz ve kömür) sağlanmaktadır. Bu yakıtlar yakıldığında ortaya çıkan CO₂, Kükürt oksit bileşikler (SO_x), Azot oksit bileşikler (NO_x) ve Metan (CH₄) gibi gazların ve partiküllerin atmosfere verdiği zararlar, küresel ısınmanın, dolayısıyla iklim değişikliğinin nedenleri arasında yer almaktadır. Bu nedenle, RE(ler) daha az karbon yoğun ve daha sürdürülebilir bir enerji sistemine ve/veya UR'ye geçişin merkezinde yer alır.

2.2. Küresel Yenilenebilir Enerji Talebi ve Üretimi

Gelecekteki enerji talebinin iklim değişikliği nedeniyle artması muhtemeldir, ancak büyüklük, etkileşen birçok belirsizlik kaynağına bağlıdır. Nüfus artışı, ekonomik büyüme, ekonomilerin sektörel kompozisyonundaki değişimler, bireylerin ve kuruluşların davranışları ve teknolojik gelişmenin hızı, bölgeler arasında farklı enerji kaynaklarının gelecekteki talebini belirlemek için etkileşime girecek çoklu belirsizlik ve değişken kaynaklarıdır. Hal böyle olunca, farklı coğrafyalarda bu değişkenler üzerinden gerçekleştirilen farklı model ve senaryolardaki projeksiyonlar da farklılıklar göstermektedir. Bununla birlikte, nüfus ve sosyo-ekonomik gelişmişlik düzeyi arttıkça enerjiye olan talebin de arttığı yönündeki yaygın görüş kabul görmektedir [11, 26, 27, 28, 29, 30]. Öte yandan, iklim değişikliği ile mücadele politikalarının merkezinde yer alan Uluslararası Enerji Ajansı'nın (IEA) "2050'ye Kadar Net Sıfır Analizi" kapsamında verimsiz fosil yakıt sübvansiyonlarının kaldırılması gerektiği öngörüsüyle YE kullanımının yaygınlaşması beklenmektedir.

Dünyada yaygın olarak kullanılan yenilenebilir enerji kaynakları hidrolik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerjisi, güneş enerjisi ve rüzgar enerjisidir. IEA'nın Yenilenebilir Enerji 2019 raporunda, dünyanın yenilenebilir enerji bazlı toplam enerji kapasitesinin 2019 ile 2024 yılları arasında %50 (yaklaşık 1.200 gigawatt-GW) artacağı tahmin ediliyor. Güneş fotovoltaik (PV) artışın %60'ını oluşturuyor. Yenilenebilir enerji kaynaklarının küresel enerji üretimindeki payı şu anda %26'dan 2024'te %30'a yükselecek [31]. Bu artış, küresel sürdürülebilir enerji hedeflerinin önemli ölçüde altındadır. Rapor, yenilenebilir enerji kaynaklarının dağıtımını ve üretimini hızlandırmak için üstesinden gelmesi gereken üç ana zorluğu vurguluyor: politika ve düzenleyici belirsizlik, yüksek yatırım riskleri ve rüzgar ve güneş PV'nin sistem entegrasyonu. Dağıtık Solar PV sistemleri ile elektrik üretiminin maliyeti birçok ülkede perakende elektrik fiyatlarının altındadır. 2024 yılına kadar bu maliyetlerin %15 ila %35 oranında azalacağı ve böylece bu teknolojinin dünya çapında yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir. IEA'nın Yenilenebilir Enerji 2020 raporunda, 2021 yılında küresel enerji yatırımlarının artacağı ancak özellikle yükselen piyasalarda ve gelişmekte olan ekonomilerde YEK'in yeterince uygulanmayacağı belirtiliyor. Bununla birlikte, Çin, Avrupa Birliği, Hindistan ve ABD tarafından yönlendirilen yenilenebilir ısı yatırımlarının 2019 ve 2024 yılları arasında %20 artması beklenmektedir [32].

2.3. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Üretimi/Tüketimi

Artan enerji talebine rağmen Türkiye'de yeterli YE yatırımı olmadığından, YEK kaynaklarına dayalı kurulu gücün yükseliş eğilimi bile iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasında ve ekosistemin sürdürülmesinde yetersiz kalmaktadır. 2013 yılında 25,6 GW olan RE, Eylül 2020 itibarıyla %10 artarak yaklaşık 47 GW'a yükselmiştir [33]. Kurulan gücün 2023 yılına kadar 109,5 GW'a ulaşacağı tahmin edilmektedir [34]. 2019 kapasite verilerine göre Türkiye'de 28.503 GW hidroelektrik, 19.949 GW rüzgar enerjisi, 7.803 GW güneş enerjisi, 2.650 GW biyokütle enerjisi, 2.159 GW biyogaz ve 7.431 GW jeotermal enerji üretilmektedir [33]. 2012-2023 döneminde %75,4'lük talep artışının karşılanması için 125 GW ilave üretimin hayata geçirilmesi, elektrik üretimindeki YEK payının %30'a çıkarılması ve çeşitli teknolojilerle YEK'in artırılması (en az 34 GW hidroelektrik, 20 GW rüzgar enerjisi, 1 GW jeotermal enerji, 11 GW güneş enerjisi ve 1 GW biyoenerji) ve iletişim ağı geliştirilecek (60.717 km iletim hattı ve 158.460 MVA dağıtım ünitesi). Biyo-yakıt sektörünün (biyodizel ve biyoetanol) tarım sektöründen destek alınarak geliştirilmesi önemli görülmektedir. Bu nedenle, yenilenebilir enerji kaynaklarının genel enerji tüketimindeki payının 2023 yılına kadar en az %20 oranında artırılması amaçlanmaktadır [34]. 2023 yılına kadar enerji yoğunluğunun en az %20 azaltılması, elektrik enerjisi talebinin en az %30'unu, ulaşım sektörünün ise %10'unu karşılaması için yatırımlar yapılıyor. Elektrik üreten santrallerin kurulu gücündeki payı 2020 yılının ilk çeyreğinde %50,4'e yükselmiştir (2005 yılında %33 ve 2019 yılında %44,8 idi). Bu artışta Hidroelektrik Santralleri (%63,7), Güneş Enerjisi Santralleri (%13,4) ve Diğer Yenilenebilir Enerji Santralleri (%17) etkili olmuştur [34]. YE kaynaklarının elektrik üretimi, %1,5'lik artışla 2020'de büyüme kaydeden tek enerji kaynağı oldu. Elektrik üretimindeki payı 2019 yılında %32,5 iken 2023 yılında %38,8 olması planlanmaktadır [35]. Covid-19 salgını sırasında elektrik tüketiminin, dolayısıyla üretiminin azalması, termik güce dayalı elektrik üretimi ile sonuçlanmıştır. Öte yandan, Akdeniz'de petrol, Karadeniz'de doğalgaz arayışları devam ederken, atom enerjisi ve çok genli hibrit teknolojisine yönelik yatırımlar ve araştırma-geliştirme çalışmaları da devam ediyor.

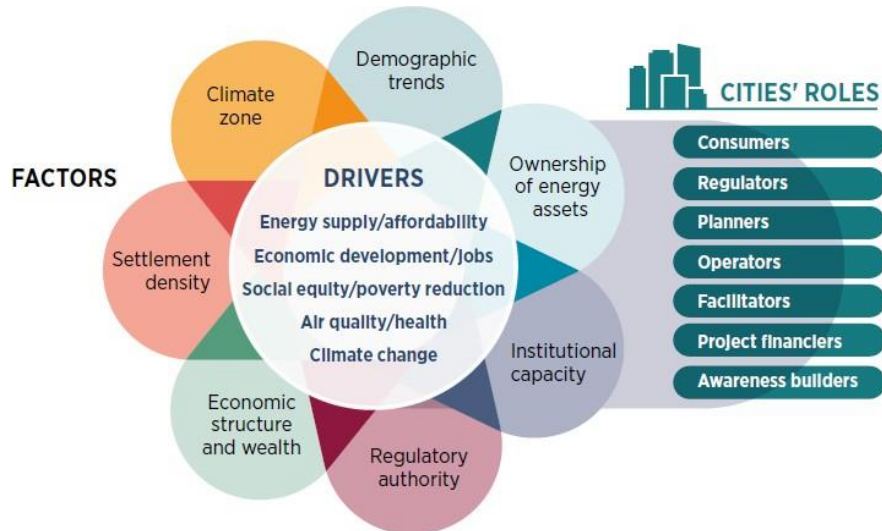
3. Kentsel Yapılı Çevre ve Kentsel Enerji Verimliliğinde Enerji Tüketim Kalıpları Kentsel alanların dünya nüfusundaki artışları absorbe etmesi ve 2050 yılına kadar en az 3 milyar kentsel sakini eklemesi beklenmektedir [1]. Bu süreçte, iklim değişikliğine bağlı doğal afetler, hesap verilemeyen kentleşme (doğal kaynakların bilinçsizce tüketilmesi, yenilenemeyen enerji tüketimi ve benzeri), ilerlemeyi engelleyen sosyo-ekonomik ve kültürel stresler (yoksulluk, eşitsizlik, adaletsizlik) ve çevre sorunları (kirlilik, biyoçeşitlilik kaybı, ekosistem kaynaklarının azalması ve benzeri) ile birlikte UR'yi de olumsuz etkilemektedir. Kentler hem bu sorunların kaynağı hem de bunlarla başa çıkmak için inovasyon alanları ve hem de dayanıklılık için teoride ve pratikte laboratuvarlar olduklarından, kentleşme ve yapıli çevre ile ilgili çözüm seçenekleri çok önemli hale gelmektedir. Bu nedenle, UR tabanlı sürdürülebilir kent modelleri (yeni şehircilik, akıllı şehircilik, kompakt şehir, citta slow, eko-şehir ve benzerleri) aracılığıyla dünyanın çeşitli şehirlerinde iklim ve topografya ve sosyo-ekonomik düzey gibi yerel koşullara dayalı alternatif plan türleri ele alınmaktadır. Bu doğrultuda, etkin enerji planlaması ve tasarım yaklaşımları ile kentsel makro form seçenekleri değerlendirilmekte ve temel ilkeleri belirlenmektedir. Bu nedenlere dayanarak, şehirlerin - ve kentsel planlama ve tasarımın - küresel iklim üzerindeki etkisi giderek daha önemli hale geliyor. Özellikle, 2005 yılında kentsel enerji kullanımının 2050 yılına kadar üç katına çıkmasıyla birlikte, şehir planlamasının gündeminde şehirlerin gelecekte mekansal olarak nasıl gelişeceği ve özellikle kentsel formun enerji tüketim modellerini nasıl etkileyeceği bulunmaktadır [36].

3.1. Enerji Verimliliği için Kentsel Makro Form Seçenekleri

İçinde bulunduğumuz yüzyılda iklim değişikliğinde bir faktör olan sera gazı, insan faaliyetlerinin bir sonucu olduğundan, iklim değişikliği "antropojenik" (insan kaynaklı) iklim değişikliği olarak adlandırılmaktadır [37]. Küresel nüfus son yüzyılda dört kat artarken, şehirlerin yüzölçümü

Nüfusun yaklaşık %60'ı yaşıyor (2023 yılına kadar %70'e çıkacağı tahmin ediliyor) – nüfusla orantılı olarak en az iki katına çıktı ve malzeme ve enerji kullanımları on kat arttı. Yöntemsiz ve yetersiz yönetilen şehirler, sürdürülemez üretim ve tüketim kalıpları aracılığıyla bölgesel olarak genişlemektedir. Bu genişleme ile şehirler, küresel enerji kullanımının %67-76'sından ve CO2 emisyonlarının %71-76'sından ve dolayısıyla iklim değişikliğinden sorumludur [7]. Şehir planlaması, tüm kentsel faaliyetleri ve onlar için gereken enerji miktarını (ve bir dereceye kadar enerji türünü) etkileyen şehri şekillendirme gücüyle bu sorunun çözümünde etkili olabilir. Başka bir deyişle, güçlü imar yasalarına ve arazi kullanım kontrollerine sahip kentler, kentsel makro formu ve konut yoğunluğunu daha kolay etkilemesi ve çok kullanımlı gelişmeyi teşvik etmesi (konut, ticari ve endüstriyel faaliyetlerin ayrışmasını sınırlaması) gibi yapısal faktörler aracılığıyla enerji talepleri üzerinde belirleyici olabilir. Bu sayede, şehirlerin yenilenebilir enerji kapasitelerinin oluşturulması ve özgün koşullarına ve ihtiyaçlarına uygun çözümlerin şehir planlama süreçlerine entegre edilmesi mümkündür.

Politika yapıcılara göre, kentsel büyüme serbest piyasaların doğal bir yansıması olduğundan, şehirlerin makro formu, önemli tarihsel, ekonomik ve sosyal konularla birlikte daha az devlet müdahalesiyle ve sürdürülebilirlik ilkeleri doğrultusunda planlanmalıdır. Ulusal enerji politikaları yerel düzeydeki eylemleri şekillendirse de, belediyelerin enerji konusuyla ilgili olarak kentsel alanla doğrudan ilgili faktörleri ve itici güçleri (Şekil 1) planlama ve uygulama konusundaki kararlılığı çok önemlidir [8]. Bu faktörler ve itici güçler şehirlerin kendine özgü koşullarına göre değişse de, kentsel makro form, iklim değişikliğinin etkilerini azaltmak ve böylece UR'yi artırmak için faydalı seçenekler sunar.



Şekil 1. Belediye enerji politikalarını motive eden ve şehirlerin enerji geçişindeki rollerini şekillendiren faktörler ve itici güçler [8]

Kentsel yayılma genellikle kentlilerin gelir düzeyine ve yaşam tarzına, bölgesel üretim türlerine (ekonomik ve endüstriyel faaliyetler gibi) ve geniş hizmet alanlarına (limanlar, havaalanları ve hastaneler gibi) göre değişmektedir [9]. Örnek vermek gerekirse, Çin'de son otuz yılda ortalama %9,8'lik ekonomik büyüme ile ilişkili olarak kentleşme ve sanayileşme, enerji tüketiminin ve CO2 emisyonunun hızla artmasına ve Çin'in dünyada 2. olmasına yol açmıştır [37]. Kentsel yayılmada, sosyo-ekonomik düzey (mekansal ve sosyal ayrışma, araç sahipliği ve benzeri seçenekler) de belirleyicidir. Örneğin, ABD'de otomobile bağımlı yayılmayı destekleyen faktörler arasında nispeten ucuz benzin, geniş otoyollar, bina yükseklik sınırları ve park yeri yer alıyor

Gereksinimler [38]. Bireysel motorlu taşıt taşımacılığı ve müstakil konutların yaygın olduğu bu tür şehirlerde, ulaşım için olduğu kadar ısıtma ve soğutma için de daha fazla enerji talep edilmektedir. Kentsel formu günlük seyahatle ilişkilendiren birçok çalışma da, kentsel yayılmada, küresel olarak yılda 500 Exa-Joule (11942 MTOE) birincil enerji tüketiminin ve 60 milyar tonun hammadde çıkarımını %30-40 [9] ve CO2 emisyonlarını %14 artırdığını göstermektedir [36].

Enerji verimliliğinde Kompakt Şehir Modeli, kentsel yayılım yerine, çok amaçlı arazi kullanımı ve yoğunluk artışı ile ilişkili olarak enerji ve kaynak verimliliği sağlamayı hedeflerken, aynı zamanda canlı ve aktif kentsel mekanların yaratılabileceği inancına dayanmaktadır. Şu anda bu kentsel model, farklı kuruluşların ilgi alanlarına göre değerlendirilmektedir. OECD, kompakt kent yaklaşımını çevresel olarak ele almış ve yoğun ve yakın yerleşme-gelişme örüntüsü, toplu taşıma sistemleri ve erişilebilirlik ile ilgili kriterler tanımlamıştır. Bu kriterlerin tümü enerji ile ilgili olup, enerji tüketiminde azalma ve yerel yenilenebilir enerji üretimi önerilmiştir [39]. Avrupa Birliği ve UNDP, Eko-Şehir Modeli ile ve/veya çevreye duyarlı bir kent olarak, sürdürülebilir yerleşmeler için "kaynak verimli yerleşim yaklaşımı" ile enerji verimliliğinin en üst düzeyde sağlanmasında kompakt makro formu daha etkili görmektedir. Yapılı çevre kriterlerine gelince, mevcut kentsel mekanın ve mevcut binaların yeniden kullanımının artırılması, yeni yerleşim alanlarına ve binalara olan talebin azaltılması, çoklu kullanımın teşvik edilmesi ve zaman ile mekan arasındaki sürenin/mesafenin kısaltılması öngörülmektedir [40, 41]. Şehir planlama uygulamalarında, enerji verimliliği ile ilgili birçok dezavantaja rağmen kompakt şehir makro formu tercih edilmektedir.

3.2. Enerji Verimli Binalar

1990'lı yıllardan itibaren ve sürdürülebilirlik referansı ile, enerji verimli bina yaklaşımı, bina üretimi ile ilgili tüm disiplinlerde öncelikli bir konu olmuştur. Yasalarla desteklenirken, bu yaklaşım malzeme ve teknoloji alanının yanı sıra mimari tasarıma da yenilikler getirmektedir [42]. Enerjinin verimli kullanılması, kaynakların korunması, inşaat sektörünün çevreye verdiği zararın azaltılması ve binanın yenilenebilir enerji üretmesini amaçlayan yeni tasarım kriterleri yeniden tanımlanıyor. Bu kriterler, iç iklim elemanlarının dış iklim elemanlarına göre alacağı değerleri etkileyen, yapılı çevrenin değişkenleri olarak tanımlanan tasarım parametrelerine göre değişmektedir. Bunlar kısaca, bina kabuğunun ve formunun fiziki ortam verilerine göre şekillendirilmesi, güneş enerjisinden maksimum düzeyde yararlanma imkanları, bina içi ve dışı arasında dolgu oluşturulması, enerji verimli dış cephe kaplama sistemleri ve yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanan ve koruyan, minimum bakım gerektiren çevre dostu ekolojik yapı malzemesi ve bileşenlerinin seçilmesidir. Bu çerçevede, modüler sistem sayesinde esnek çözümler içeren, fonksiyona uygun boyutlar sağlayan, basit ve geometrik formda, yeniden kullanıma olanak sağlayan tasarım ilkeleri önem arz etmektedir. Hal böyle olunca sadece yeni yapılan binalar değil, kriterlere uygun müdahalelerden geçen eski binalar da daha ekonomik ve konforlu hale getirilebiliyor.

Öte yandan, 1970'li yıllarda yaşanan enerji krizi sonrasında ve küresel yaptırımlarla birlikte, enerji performansının artırılması ve karbon ayak izinin azaltılması amacıyla, kompakt kent formuna paralel yüksek binalar kentte yerini almaktadır [42]. 1990'lardan itibaren, merkezi atriyum (Commerzbank-Frankfurt, 1997), çatı bahçesi ve skygarden (One Bryant Park-New York, 2008; Manitoba Hydro Place-Winnipeg, Kanada, 2008), yeşil çatı (Kaliforniya Bilim Müzesi-1997), akıllı kabuk ve/veya çift kabuk uygulaması (GSW Genel Merkez Binası-Frankfurt, 1999; Hearts Tower-New York, 2001), akıllı siding kurulumu ve aparatları (British Pavilion, Expo Fair-Sevilla, 1992; Delft Teknik Üniversitesi Kütüphanesi-Hollanda, 1998) ve doğal havalandırma (İsviçre Genel Merkezi, Büyük Britanya, 2004). Bu pasif tasarım yaklaşımları ile yüksek binalarda enerji ihtiyacının azaltılması hedeflenirken, son on yılda yüksek binalarda ihtiyaç duyulan enerji yükü yenilenebilir enerji ile sağlanmıştır

şantiyedeki kaynaklar. Bu yaklaşımla, farklı ölçeklerde rüzgar türbinleri olarak (Dünya Ticaret Merkezi-Bahreyn, 2008; Pearl River Tower-Guangzhou, 2010), PV piller/paneller (Swiss Re Tower- Londra, 2004), güneş kolektörleri veya dinamik güneş cephesi (Eco Building, İstanbul Teknik Üniversitesi-İstanbul, 2007; Varyap Meridian Alışveriş Merkezi-İstanbul, 2011), entegre ısı ve güç (kojenerasyon) sistemleri (One Bryant Park Tower-New York, 2009) ve yakıt pilleri (Conde Nast Bulding-New York, 2000) binaya entegre edilmiş olup, bina inşaatında yatırımcılar ve mühendisler birlikte çalışmalıdır. Geçmişte enerji ve doğal kaynakların kolektif tüketicisi olarak bilinen yüksek binalarda, teknolojik desteklerle "net sıfır enerjili bina" olma yolunda önemli gelişmeler gündemde. Sonuç olarak, tüm binalarda enerji yönetimi, akıllı ve verimli hale geldikçe yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında artan bir eğilim haline gelmiştir [43, 44]. Bu nedenle, 2010'dan sonra yukarıda örneklediği gibi, bu binaların potansiyelinin enerji sürdürülebilirliği, güvenliği ve güvenilirliği ile ilgili olduğunu söyleyebiliriz.

4. Sonuç ve Öneriler

Dünya nüfusunun %60'ının şehirlerde yaşamasına ve dünya yüzölçümünün %3'ünden daha azının şehirlerle kaplı olmasına rağmen, şehirler küresel enerjiyle ilgili CO2 emisyonlarının %70-76'sından sorumludur. Bu nedenle, kentler mekânsal olarak genişlemeye ve kentsel nüfus artmaya devam ettikçe, iklim değişikliğinin ve diğer küresel çevre sorunlarının kaynağı olarak, çözüm odaklı inovasyon merkezleri ve laboratuvarlar işlevi de üstlenmektedir. Şehirler, yerleşim biçimleri, nüfusları, gelişme aşamaları veya ekonomik temelleri ve iklim değişikliği gibi zorluklarla ve belirsizliklerle başa çıkmada eşit olmasa da, UR her şehir için hayati öneme sahiptir. UR, farklı ilerleme sektörlerinde tanımlanırken, enerji bağlamının odak noktası yenilenebilir enerji olsa da, şehirlerin CO2 emisyonları verimli kentsel form ve yapıyla çevre yoluyla azaltılabilir. 21. yüzyılın iletişim-ulaşım teknolojilerinde yaşanan gelişmelere bağlı olarak kentte yaşanan zaman ve mekân sıklığı, kentsel mekân sınırlarında belirginliğin yitirilmesine yol açtığından, kentsel yayılma yerine kompakt kent formu, kentsel dayanıklılığı artıran bir mekânsal strateji olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bu strateji enerji verimli yüksek binalarla desteklenmelidir. Bu nedenle, enerji verimli kentin oluşumunda küresel ve ulusal enerji politikaları belirleyici olmakla birlikte, belediyelerin bu stratejiyi birçok önemli inşaat faaliyetine, yapı üretim teknolojilerine ve yenilenebilir enerji üretimine/tüketimine uygulamadaki kararlılığı ve gücü daha da önem kazanmaktadır.

Türkiye'de inşaat sektörünün enerji harcamalarında önemli bir yüzdeyi oluşturduğu ve yenilenebilir enerji üretiminin çok sınırlı olduğu göz önüne alındığında, ilgili tüm disiplinlerin, yatırımcıların, kentlilerin, kanun yapıcılarının ve belediyelerin bu konuya duyarlı olması zorunludur.

Başvuru

- [1] BM-Ekonomik ve Sosyal İşler Departmanı (DESA) Dünya Nüfus Beklentileri 2019 [Çevrimiçi] Mevcut: <https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>
- [2] A. Sharifi ve Y. Yamagata, "Esnek kentsel planlama: temel ilkeler ve kriterler," *Energy Procedia*, vol. 61, pp.1491-1495, 2014.
- [3] J. Coaffee, "Planlama pratiğinde yeni nesil kentsel dayanıklılığa doğru: güvenlikleştirmeden entegre yer yapımına," *Planning Practice & Research*, cilt.28, ss.323-339, 2013.
- [4] BM-Çevre Programı [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.unenvironment.org/explore-konular/kaynak-verimliliği/ne-yapıyoruz/şehirler/kaynak-verimliliği-yeşil-ekonomi>
- [5] UNDP- Sürdürülebilir Gelişme Hedef 2050 [İnternet üzerinden] Mevcut: <https://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainabledevelopment-goals/goal-11-sustainable-cities-and-communities.html>
- [6] UNDP- bu 2030 Gündem SürdürülebilirGelişme Hedef [İnternet üzerinden] Mevcut: https://www.unisdr.org/files/46052_disasterriskreductioninthe2030agend.pdf

- [7] UN-Habitat, "Şehirler: İklim değişikliğinin bir 'nedeni ve çözümü'," BM Haberleri, 18 Eylül, 2019 [Çevrimiçi] Mevcut: <https://news.un.org/en/story/2019/09/104666>
- [8] IRENA, *Şehirler için Yenilenebilir Enerji Politikaları: Çin, Uganda ve Kosta Rika'daki Deneyimler*, (ss.3-6) Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı, Abu Dabi, Birleşik Arap Emirlikleri, 2021.
- [9] H.Weisz ve J.K.Steinberger, "Şehirdeki enerji ve malzeme akışlarını azaltmak", *J.Çevresel Sürdürülebilirlikte Güncel Görüş*, cilt 2, ss.185-192, 2010.
- [10] S.Tyler ve M. Moench, "Kentsel iklim direnci için bir çerçeve", *J. İklim ve Kalkınma*, cilt.4, s. 311-326, 2012.
- [11] R.Leichenko, "İklim değişikliği ve kentsel dirençlilik", *Çevresel Sürdürülebilirlikte Güncel Görüş*, cilt.3, ss.164-168, 2011.
- [12] M. Albers ve S. Deppisch, "İklim değişikliği ışığında dirençlilik: mekansal planlama için yararlı bir yaklaşım mı yoksa boş bir ifade mi?," *Avrupa Planlama Çalışmaları*, cilt.21, ss.1598-1610, 2013.
- [13] D. Kim ve U. Lim, "İklim değişikliğine uyumda kentsel dirençlilik: kavramsal bir çerçeve," *Sürdürülebilirlik*, vol. 8, pp. 405-411, 2016.
- [14] S. Deppisch, S. Hasibović ve M. Albers, "B Planı: altık: iklim değişikliğine uyum için sosyal-ekolojik bir yaklaşım", *Dirençli Şehirler* (s. 157-165), Springer, Dordrecht. 2011.
- [15] D.E. Alexander, "Dayanıklılık ve afet riskinin azaltılması: etimolojik bir yolculuk," *Doğal Tehlikeler ve Yer Sistem Bilimleri*, Cilt 13/11, s. 2707-2716, 2013.
- [16] C.Folke, S.Carpenter, B. Walker ve diğerleri, "Esneklik düşüncesi: Esneklik, uyarlanabilirlik ve dönüştürülebilirliği entegre etme", *Ekoloji ve Toplum*, cilt.15, ss.20-28, 2010.
- [17] C.S. Holling, "Ekolojik sistemlerin esnekliği ve istikrarı. *Ekoloji ve Sistematiğin Yıllık İncelemesi*, cilt 4, s.1-23, 1973.
- [18] C.S. Holling, "Ekolojik dayanıklılığa karşı mühendislik direnci", *Ekolojik Kısıtlamalar İçinde Mühendislik* (s. 31-44) National Academy Press, Washington, DC, 1996.
- [19] SR Carpenter, F. Westley ve G. Turner, "Sosyal-ekolojik sistemlerin esnekliği için vekiller", *Ekosistem*, cilt 8, s. 941 -944, 2005.
- [20] S. Meerow, J.P. Newell ve M. Stults, "Kentsel dayanıklılığı tanımlamak: bir inceleme," *Peyzaj ve Şehir Planlama*, Cilt 147, s. 38-49, 2016.
- [21] DR Godschalk, "Kentsel tehlike azaltma: dirençli şehirler yaratmak", *Doğal Tehlikeler İncelemesi*, cilt.3, s.136-143, 2003.
- [22] J.M.Normandin, M.C. Therrien ve G.A.Tanguay, "Türbülans zamanlarında şehir gücü: stratejik dayanıklılık göstergeleri", *Proc. Şehir Vadeli İşlemleri Ortak Konferansı*, Madrid, s. 4-6, 2009.
- [23] E.L.F. Schipper ve L. Langston, "Dayanıklılık ölçüm çerçevelerine karşılaştırmalı bir genel bakış", *Overseas Development Institute-Working Paper No. 422*, Londra, 2015 [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/9754.pdf>.
- [24] F. Figueiredo, T. Honiden ve A. Schumann, "Dirençli şehirler için göstergeler, *OECD Bölgesel Kalkınma Çalışma Belgeleri No:2*, Abu Dabi, 2018. <https://dx.doi.org/10.1787/6f1f6065-en>
- [25] IPCC-Raporu: Yenilenebilir Enerji ve İklim Değişikliği, 2018 [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/Chapter-1-Renewable-Energy-and-Climate-Change-1.pdf>
- [26] A.Levesque, R.C.Pietzcker, L. Baumstark ve et.al, "2100'de binalar ne kadar enerji tüketecek? Senaryo çerçevesinde küresel bir bakış açısı," *Enerji*, cilt.148, ss.514-527, 2018.
- [27] BJ van Ruijven, E.De Cian ve I. Sue Wing, "İklim değişikliği nedeniyle gelecekteki enerji talebi büyümesinin güçlendirilmesi", *Nature Communications*, cilt.10, s. 1-12, 2019.
- [28] S. Yang ve X.Cui, "SSP çerçevesi ile bölgesel sürdürülebilir kalkınma senaryoları oluşturma", *Sürdürülebilirlik*, cilt.11, s. 5712-5726, 2019.

- [29] C. Tebaldi ve B.C.O'Neill, "İklim senaryoları ve etki çalışmaları için alaka düzeyi ve etkileri", *İklim Aşırılıkları ve Etki ve Risk Değerlendirmesi için Etkileri* (s. 11-29). Elsevier, Birleşik Krallık, 2020.
- [30] S.Niza, L. Rosado ve P. Ferrao, P. "Kentsel metabolizma: Lizbon vaka çalışmasına dayalı kentsel malzeme akışı muhasebesinde metodolojik gelişmeler", *J. Industrial Ecology*, vol.13, pp. 384-405, 2009.
- [31] IEA World Energy Review, 2019 [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.iea.org/reports/global-enerji-inceleme-2019>
- [32] IEA Dünya Enerji Yatırımı, 2020 [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.iea.org/reports/renewables-2020?mode=overview>
- [33] İREN, *Yenilenebilir Enerji İstatistikleri*, (s. 36-52) Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı, Abu Dabi. Birleşik Arap Emirlikleri, 2020 [İnternet üzerinden] Mevcut: <https://www.irena.org/publications/2020/Jul/Renewable-energy-statistics-2020>
- [34] Türkiye Yenilenebilir Enerji Ulusal Eylem Planı (2017-2023) [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2018/01/20180201M1-1.htm>
- [35] 11. Türkiye Kalkınma Planı (2019-2023) [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf>
- [36] F. Creutziga, G. Baiocchic, R. Bierkandtd, P.P. Pichlerd, K.C. Setoe, "Kentsel enerji kullanımının küresel tipolojisi ve kentleşmeyi azaltma takozu potansiyelleri", *Ulusal Bilimler Akademisi Bildiriler Kitabı*, cilt.112, s.6283-6288, 2010.
- [37] Y. Lu ve F. Huang, "Kentleşmenin Çin'de enerji için CO2 emisyonları üzerindeki etkisi". *Uluslararası Bilgi Teknolojileri, Bilgisayar Mühendisliği ve Yönetim Bilimleri Konferansı*, vol. 4, pp. 150-152, 2011.
- [38] J.D. Marshall, "Kentsel yayılmanın azaltılması iklim değişikliğinin ele alınmasında önemli bir rol oynayabilir," *Çevre Bilimi ve Teknolojisi*, vol. 42, pp.3133-3137, 2008.
- [39] OECD, Kompakt Şehir Politikaları - Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme [Çevrimiçi] Mevcut: <https://www.oecd.org/greengrowth/compact-city-policies-9789264167865-en.htm>
- [40] Kentsel Çevreye İlişkin AB Politikası [Çevrimiçi] Mevcut: https://ec.europa.eu/environment/urban/index_en.htm
- [41] Khalid, Z., Z.R. Abaas, "Yerel kentsel sürdürülebilirliğin yönlerini tanımlamak: Bir model olarak eko-şehirler", *IOP Konferans Serisi: Dünya ve Çevre Bilimi*, vol. 754 (No. 1, s. 012005), 2021.
- [42] C. Ionescu, T.Baracu, G.E. Vlad ve diğerleri "Enerji verimli binaların tarihsel evrimi", *Yenilenebilir ve Sürdürülebilir Enerji İncelemeleri*, cilt.49, s. 243-253, 2015.
- [43] D. Sciuto, AA Nacci, "Akıllı enerji verimli binaların nasıl tasarlanacağı üzerine", *12. IEEE Uluslararası Gömülü ve Her Yerde Bilgi İşlem Konferansı'nda* (s. 205-208). 2014.
- [44] L.Berbakov, M. Batić, N. Tomašević, "Enerji verimli binalar için akıllı enerji yöneticisi", içinde: *IEEE EUROCON -18th International Conference on Smart Technologies* (s. 1-4). 2019.