

Dijitalleşme ve Sürdürülebilirliğin Kesişiminde Kentler: İkiz Geçiş Yaklaşımı

Orhan Şahin¹

Özet

Bu bölüm, dijitalleşme ile yeşil ve sürdürülebilir dönüşümün birlikte ele alınmasını savunan ikiz geçiş yaklaşımını, sürdürülebilir kentler ve yerel yönetimler bağlamında incelemektedir. Günümüzde kentler; iklim değişikliği, çevresel bozulma, toplumsal eşitsizlikler ve ekonomik kırılganlıklar gibi çok boyutlu sorunların yoğunlaştığı mekânsal sistemler hâline gelmiştir. Bu sorunlar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kentleri ve yerel yönetimleri kritik aktörler konumuna taşımaktadır. Dijital teknolojiler, veri temelli karar alma, izleme ve değerlendirme kapasitelerini güçlendirerek bu süreçte önemli fırsatlar sunmakta; ancak dijital dönüşümün sürdürülebilirlik hedeflerinden bağımsız biçimde ele alınması yeni riskleri de beraberinde getirmektedir. Bu bölümde, dijital dönüşüm ile sürdürülebilirliğin ayrı politika alanları olarak değil, birbirini tamamlayan ve eş zamanlı olarak yönetilmesi gereken süreçler olarak ele alınması gerektiğini savunmaktadır. Bu çerçevede ikiz geçiş yaklaşımı, dijitalleşmenin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerini destekleyen stratejik bir araç olarak konumlandırılmasını ifade etmektedir. Bölümde öncelikle ikiz geçiş kavramının kavramsal temelleri ele alınmakta; ardından sürdürülebilir kentler çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla incelenmektedir. Bu boyutların her birinde dijital teknolojilerin sunduğu olanaklar ve sınırlılıklar tartışılmaktadır. Çalışmanın temel odağı, ikiz geçişin yerel yönetimler açısından politika ve uygulama boyutudur. Bu kapsamda stratejik ve politik sahiplenme, kurumsal kapasite, yönetim yapıları, üniversite-sanayi-kamu iş birliği, finansman mekanizmaları ve karşılaşılabilecek riskler ele alınmaktadır. Sonuç olarak bölüm, ikiz geçişin sürdürülebilir kentler için yalnızca teknolojik bir dönüşüm değil; yönetim, kurumsal öğrenme ve politika uyumu gerektiren bütüncül bir süreç olduğunu ortaya koymaktadır.

1 Dr. orhansahin93@hotmail.com, ORCID: 0000-0002-3975-2459.

1. Giriş

Kentler, günümüzde iklim değişikliği, çevresel bozulma, toplumsal eşitsizlikler ve ekonomik kırılganlıklar gibi çok boyutlu sorunların en yoğun biçimde hissedildiği mekânsal sistemler hâline gelmiştir. Nüfusun giderek artan bir bölümünün kentlerde yaşaması, enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmının kentsel faaliyetlerden kaynaklanması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada kentleri kritik aktörler konumuna taşımaktadır (Gracias et al., 2023). Bu bağlamda sürdürülebilirlik, kentler ve yerel yönetimler açısından yalnızca çevresel bir hedef değil; ekonomik, sosyal ve yönetsel boyutları içeren kapsamlı bir dönüşüm alanı olarak ele alınmaktadır. Son yıllarda dijital teknolojilerin hızlı gelişimi, kentlerin karşı karşıya olduğu bu karmaşık sorunlara yönelik yeni çözüm olanakları sunmaktadır. Veri temelli karar alma, izleme ve değerlendirme kapasitesini artıran dijitalleşme, kentsel hizmetlerin daha etkin ve verimli biçimde sunulmasını mümkün kılmaktadır (Genaro Chirolı et al., 2025). Dijitalleşmenin çevresel etkileri, toplumsal eşitsizlikleri derinleştirme potansiyeli ve yönetim süreçlerinde yarattığı dönüşümler, bu sürecin bütüncül bir çerçevede değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır.

Bu bağlamda ikiz geçiş yaklaşımı, dijital dönüşüm ile yeşil ve sürdürülebilir dönüşümün eş zamanlı ve etkileşimli bir biçimde ele alınması, hem kavramsal hem de politika odaklı bir çerçeve sunmaktadır. İkiz geçiş, dijitalleşmenin yalnızca teknolojik bir hedef değil, sürdürülebilirlik amaçlarını destekleyen stratejik bir araç olarak değerlendirilmesini öngörür (Rehman et al., 2023). Bu yaklaşım, özellikle yerel yönetimlerin politika tasarımı ve uygulama süreçlerinde dijitalleşme ile sürdürülebilirlik hedefleri arasındaki ilişkinin yeniden düşünülmesini gerekli kılmaktadır. Mevcut literatürde dijitalleşme ve sürdürülebilirlik çoğu zaman ayrı dönüşüm alanları olarak ele alınmakta; ikiz geçiş tartışmaları ise büyük ölçüde ulusal ve ulusüstü politika belgeleri çerçevesinde şekillenmektedir (European Commission, 2021; Gheuens, 2024). Kentler ve yerel yönetimler bağlamında ikiz geçişin nasıl uygulanabileceğine, hangi yönetsel ve kurumsal koşullar altında anlamlı sonuçlar üretebileceğine ilişkin çalışmalar ise sınırlı kalmaktadır. Bu durum, ikiz geçişin kavramsal düzeyde kabul görmesine rağmen, yerel ölçekte uygulanabilirliğine yönelik önemli bir boşluğa işaret etmektedir.

Bölümün geri kalanında, ikinci bölümde dijitalleşme ve sürdürülebilirlik ilişkisi ikiz geçiş kavramı çerçevesinde ele alınmakta; üçüncü bölümde sürdürülebilir kentler çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla incelenmektedir. Dördüncü bölüm, ikiz geçişin yerel yönetimler açısından politika ve uygulama boyutuna odaklanarak, bu yaklaşımın nasıl hayata

geçirilebileceğini tartışmaktadır. Son bölümde ise genel bir değerlendirme yapılarak, ikiz geçişin sürdürülebilir kentler açısından sunduğu olanaklar ve sınırlılıklar ortaya konulmaktadır.

2. Dijitalleşme ve Sürdürülebilirlik İlişkisi: İkiz Dönüşüm Yaklaşımı

Kentler, günümüzde çevresel bozulma, iklim değişikliği, doğal kaynakların azalması ve artan nüfus baskısı gibi çok boyutlu sorunlarla karşı karşıyadır (Mukherjee & Bairwa, 2025). Bu sorunlar, özellikle yerel yönetimlerin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine yönelik politika ve uygulamalarını yeniden düşünmesini zorunlu kılmaktadır. Sürdürülebilirlik, artık yalnızca çevre politikalarının bir parçası değil; ekonomik gelişme, sosyal refah ve yönetim süreçleriyle bütünleşmiş kapsamlı bir dönüşüm alanı olarak ele alınmaktadır (Amjad et al., 2021). Bu dönüşüm sürecinde dijital teknolojiler, kentlerin ve yerel yönetimlerin karşılaştığı sorunlara yenilikçi çözümler sunma potansiyeli nedeniyle giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Kentlerin karmaşık yapısı ve çok sayıda paydaşın sürece dâhil olması, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı güçleştirmektedir. Enerji tüketimi, ulaşım sistemleri, atık ve su yönetimi gibi kentsel hizmet alanlarında alınan kararlar, hem çevresel etkiler hem de kent sakinlerinin yaşam kalitesi üzerinde doğrudan sonuçlar doğurmaktadır. Bu nedenle yerel yönetimlerin, sınırlı kaynaklar altında daha etkin, verimli ve uzun vadeli çözümler üretmesi gerekmektedir. Dijital teknolojiler, bu noktada kentsel sistemlerin daha iyi anlaşılmasına, izlenmesine ve yönetilmesine olanak tanıyarak sürdürülebilirlik politikalarının uygulanmasını destekleyen önemli araçlar olarak öne çıkmaktadır.

Dijitalleşme ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişki, son yıllarda politika belgelerinde ve akademik literatürde sıklıkla vurgulanan ikiz geçiş kavramı çerçevesinde ele alınmaktadır (Barth et al., 2023; Chen et al., 2023; Ortega-Gras et al., 2021). Bu yaklaşım, dijital dönüşüm ile yeşil ve sürdürülebilir dönüşümün birbirini destekleyen ve eş zamanlı olarak ilerlemesi gereken süreçler olduğunu vurgulamaktadır. İkiz dönüşüm perspektifi, dijital teknolojilerin yalnızca verimlilik artışı veya hizmet kalitesinin yükseltilmesi amacıyla değil, aynı zamanda çevresel etkilerin azaltılması ve kaynak kullanımının optimize edilmesi amacıyla da kullanılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Kentler ve yerel yönetimler açısından ikiz geçiş, dijital teknolojilerin çevresel hedeflere ulaşmada stratejik bir araç olarak konumlandırılmasını ifade etmektedir. Bu bağlamda dijitalleşme, sürdürülebilir kalkınmanın önünde bağımsız bir hedef olmaktan ziyade, sürdürülebilirlik amaçlarını destekleyen bir kaldıraç görevi üstlenmektedir. Enerji verimliliğinin artırılması, emisyonların azaltılması, atık yönetiminin iyileştirilmesi ve doğal kaynakların korunması gibi alanlarda

dijital çözümler, yerel yönetimlerin sürdürülebilirlik performansını artırma potansiyeline sahiptir. Ayrıca ikiz geçiş yaklaşımı, yerel yönetimlerin politika tasarımı ve uygulama süreçlerinde daha bütüncül bir bakış açısı geliştirmesini teşvik etmektedir. Dijital teknolojiler aracılığıyla elde edilen veriler, sürdürülebilirlik hedeflerinin ölçülmesini ve izlenmesini mümkün kılmakta; böylece karar alma süreçlerinin daha şeffaf, hesap verebilir ve kanıta dayalı hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Bu yönüyle ikiz geçiş, sürdürülebilir kentlerin oluşturulmasında dijital teknolojilerin rolünü anlamak için önemli bir kavramsal çerçeve sunmaktadır.

2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

Sürdürülebilirlik kavramı, ilk olarak doğal kaynakların sınırlılığına ve çevresel bozulmanın uzun vadeli etkilerine dikkat çeken tartışmalar çerçevesinde ortaya çıkmıştır. Bu bağlamda sürdürülebilirlik, yalnızca çevrenin korunmasını değil, aynı zamanda ekonomik ve sosyal sistemlerin uzun vadede devamlılığını sağlayacak bütüncül bir yaklaşım olarak ele alınmaya başlanmıştır. Sürdürülebilirliğin en yaygın kabul gören tanımı, bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların kendi ihtiyaçlarını karşılama olanaklarını tehlikeye atmadan karşılayabilmeyi ifade etmektedir (Ghaithan et al., 2021). Bu tanım, sürdürülebilirliği yalnızca kısa vadeli çevresel önlemlerle sınırlamamakta; uzun vadeli bir kalkınma vizyonu olarak konumlandırmaktadır. Sürdürülebilirlik kavramı, üç temel boyut etrafında şekillenmiştir: çevresel, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik (Ciliberto et al., 2021). Çevresel sürdürülebilirlik, doğal kaynakların korunmasını (Hvidsten et al., 2022), ekosistemlerin devamlılığını (Ghaithan et al., 2021) ve çevresel etkilerin azaltılmasını kapsamaktadır. Ekonomik sürdürülebilirlik, ekonomik faaliyetlerin uzun vadede devam edebilmesini, kaynakların etkin kullanımını ve yerel ekonomilerin dayanıklılığını ifade etmektedir (Ajamieh et al., 2016). Sosyal sürdürülebilirlik ise toplumsal eşitlik, katılım, erişilebilirlik ve yaşam kalitesinin artırılması gibi unsurları içermektedir (Debnath et al., 2023). Bu üç boyutun birbirinden bağımsız değil, aksine birbirini tamamlayan unsurlar olduğu kabul edilmektedir.

Kentler, sürdürülebilirlik kavramının somutlaştığı en önemli mekânsal birimlerdir. Dünya nüfusunun büyük bir bölümünün kentlerde yaşaması, enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmının kent kaynaklı olması, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kentlerin kritik bir rol üstlenmesine neden olmaktadır; örneğin bazı çalışmalarda şehirlerin toplam enerji kullanımının önemli oranlarını ve karbon salımlarını ürettiği vurgulanmaktadır (Uncu, 2019). Bu bağlamda sürdürülebilir kentler; doğal kaynakları etkin kullanan, çevresel etkileri azaltan, ekonomik olarak

dirençli ve sosyal açıdan kapsayıcı yerleşim alanları olarak tanımlanmaktadır (Höjer & Wangel, 2015). Sürdürülebilir kent yaklaşımı, yalnızca fiziksel çevrenin iyileştirilmesini değil, aynı zamanda kentsel yönetim süreçlerinin güçlendirilmesini de içermektedir (Evans, 2019). Katılımcı karar alma mekanizmaları, şeffaf yönetim anlayışı ve çok paydaşlı iş birlikleri, sürdürülebilirliğin kentsel ölçekte hayata geçirilmesinde önemli unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Yerel yönetimlerin sürdürülebilirlik alanındaki sorumlulukları, yalnızca çevre koruma faaliyetleriyle sınırlı değildir. Enerji, ulaşım, atık ve su yönetimi gibi temel kentsel hizmet alanlarında alınan kararlar, sürdürülebilirliğin çevresel, ekonomik ve sosyal boyutlarını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle sürdürülebilirlik, yerel yönetimlerin stratejik planlama süreçlerinin ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir. Uzun vadeli hedeflerin belirlenmesi, performans göstergelerinin oluşturulması ve politika sonuçlarının izlenmesi, sürdürülebilir kent yönetiminin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Sonuç olarak sürdürülebilirlik, kentler ve yerel yönetimler açısından yalnızca normatif bir hedef değil, aynı zamanda yönetsel kapasite, kurumsal yapı ve politika araçlarının bütüncül bir biçimde ele alınmasını gerektiren bir dönüşüm sürecidir. Bu dönüşüm sürecinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi ise, bir sonraki alt başlıklarda ele alınacağı üzere, dijital teknolojilerin sunduğu olanaklardan yararlanılmasını giderek daha önemli hale getirmektedir.

2.2. Dijital Dönüşüm

Dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin yalnızca teknik araçlar olarak değil, organizasyonel yapılar, yönetsel pratikler ve toplumsal süreçlerle bütünlüklü biçimde yeniden kurgulanmasını ifade eden kapsamlı bir dönüşüm süreci olarak tanımlanmaktadır (Vial, 2021). Bu süreç, mevcut iş ve hizmet süreçlerinin dijital araçlarla desteklenmesinin ötesine geçerek, kurumsal yapıların, iş modellerinin ve karar alma mekanizmalarının köklü biçimde yeniden tasarlanmasını içermektedir (Silva et al., 2022). Dijital dönüşüm sayesinde kurumlar; veriye dayalı karar alma, kurumsal esneklik, yenilikçilik ve kullanıcı odaklılık gibi yetkinlikler kazanarak daha çevik ve sürdürülebilir yapılara evrilmektedir.

Yerel yönetimlerde dijital dönüşüm, özellikle kentlerin karmaşık yapısının daha iyi yönetilebilmesi açısından önem taşımaktadır (Batty et al., 2012). Kentlerde enerji, ulaşım, atık, su ve çevre gibi pek çok hizmet alanı birbiriyle etkileşim hâlinindedir ve bu alanlarda üretilen veri miktarı her geçen gün artmaktadır. Dijital teknolojiler, bu verilerin anlamlı bilgiye dönüştürülmesini sağlayarak yerel yönetimlerin daha isabetli ve zamanında kararlar almasına olanak tanımaktadır. Bu yönüyle dijital dönüşüm, kent

yönetiminde sezgisel yaklaşımların yerini veri temelli yönetime bırakmasını desteklemektedir. Dijital dönüşüm sürecinin temel bileşenleri arasında nesnelerin İnterneti, büyük veri ve veri analitiği, yapay zekâ ve dijital ikizler gibi teknolojiler yer almaktadır (Senna et al., 2022). Bu teknolojiler, kentsel hizmetlerin planlanması, izlenmesi ve değerlendirilmesinde etkin biçimde kullanılabilmektedir. IoT tabanlı sensörler aracılığıyla kentsel sistemlerden gerçek zamanlı veri toplanabilir; büyük veri analitiği sayesinde bu veriler analiz edilerek eğilimler ve olası riskler belirlenebilir. Yapay zekâ uygulamaları, karar destek sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlarken; dijital ikizler, kentsel sistemlerin sanal ortamda modellenmesine ve farklı senaryoların test edilmesine olanak tanır. Yerel yönetimler açısından dijital dönüşümün önemli bir boyutu da yönetim süreçlerine olan etkisidir. Dijital platformlar, vatandaşların karar alma süreçlerine katılımını artırmakta, geri bildirim mekanizmalarını güçlendirmekte ve kamu yönetiminde şeffaflığı desteklemektedir. Bu durum, sürdürülebilirlik politikalarının toplumsal kabulünü artırmakta ve yerel düzeyde daha kapsayıcı bir yönetim anlayışının gelişmesine katkı sağlamaktadır.

2.3. İkiz Dönüşüm Yaklaşımı

Dijitalleşme ve sürdürülebilirlik, uzun süre boyunca kamu politikalarında ve akademik literatürde birbirinden bağımsız dönüşüm alanları olarak ele alınmıştır. Dijital dönüşüm, ağırlıklı olarak verimlilik artışı, ekonomik rekabetçilik ve yenilikçilik hedefleriyle ilişkilendirilirken; sürdürülebilirlik politikaları çevresel koruma, iklim değişikliğiyle mücadele ve doğal kaynakların korunması çerçevesinde şekillenmiştir. İkiz dönüşüm, dijital dönüşüm ile yeşil ve sürdürülebilir dönüşümün eş zamanlı, etkileşimli ve birbirini güçlendirecek biçimde yönetilmesini ifade etmektedir (Baumgartner et al., 2025). Bu yaklaşımda dijitalleşme, bağımsız bir hedef olarak değil; çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmayı destekleyen stratejik bir araç olarak konumlandırılmaktadır (Andrei & Johnsson, 2025; Le Ha et al., 2022).

İkiz dönüşüm kavramı, politika belgelerinde sistematik biçimde ilk kez Avrupa Birliği bağlamında öne çıkmıştır. Avrupa Yeşil Mutabakatı ile birlikte dijital teknolojiler, iklim nötrlüğü ve kaynak verimliliği hedeflerine ulaşmada kritik bir kaldıraç olarak ele alınmıştır (Gheuens, 2024). Bu yaklaşım, dijitalleşmenin çevresel hedeflerle uyumlu biçimde yönlendirilmesi gerektiğini açıkça ortaya koymuştur. Dijital teknolojilerin enerji sistemlerinin izlenmesi, emisyonların ölçülmesi, kaynak kullanımının optimize edilmesi ve politika sonuçlarının değerlendirilmesi amacıyla kullanılması, ikiz geçiş yaklaşımının pratik yansımaları arasında yer almaktadır (Damioli et al.,

2025). Bu yönüyle ikiz geçiş, dijitalleşmenin sürdürülebilirliği destekleyecek biçimde yönlendirilmesini amaçlayan normatif bir politika çerçevesi sunmaktadır. Akademik literatürde ikiz geçiş, özellikle dijital teknolojilerin sürdürülebilirlik üzerindeki çift yönlü etkilerine odaklanmaktadır (Almansour, 2022; Colapinto & Masé, 2025). . Bu nedenle ikiz geçiş, dijitalleşme ve sürdürülebilirliğin birbirini tamamlayan süreçler olarak birlikte tasarlanmasını ve yönetilmesini gerekli kılmaktadır.

Kentler ve yerel yönetimler açısından ikiz geçiş, kentsel sistemlerin dijital araçlar aracılığıyla daha etkin biçimde yönetilmesini ve bu yönetimin sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlu hâle getirilmesini ifade etmektedir. Enerji, ulaşım, atık ve su yönetimi gibi temel kentsel hizmet alanlarında dijital çözümler, çevresel performansın ölçülmesini ve izlenmesini mümkün kılarken; karar alma süreçlerinin daha veriye dayalı, şeffaf ve hesap verebilir olmasına katkı sağlamaktadır. Bu durum, sürdürülebilir kent politikalarının uygulama kapasitesini güçlendirme potansiyeline sahiptir.

3. Sürdürülebilir Kent ve Çevre Kavramı

Kentler, ekonomik üretimin, toplumsal etkileşimlerin ve yönetsel karar alma süreçlerinin yoğunlaştığı mekânsal sistemler olarak sürdürülebilir kalkınma tartışmalarının merkezinde yer almaktadır (Un-Habitat, 2020). Günümüzde hızlanan kentleşme dinamikleri, nüfus artışı ve artan tüketim eğilimleri, kentlerin doğal kaynaklar ve ekolojik sınırlar üzerindeki baskısını giderek artırmaktadır. Dünya nüfusunun büyük bir bölümünün kentlerde yaşaması ve enerji tüketimi ile sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmının kentsel faaliyetlerden kaynaklanması, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada kentleri kritik aktörler hâline getirmektedir (Gergin, 2024). Kentlerin çevresel, ekonomik ve sosyal sistemlerinin karşılıklı etkileşim içinde ele alınması gerekliliği, sürdürülebilir kent yaklaşımını bütüncül bir yönetim meselesi olarak ön plana çıkarmaktadır. Bu yaklaşım, kentsel gelişmenin yalnızca fiziksel mekânın düzenlenmesiyle sınırlı olmadığını; hizmet sunumu, kaynak yönetimi, toplumsal refah ve yönetsel kapasite gibi çok boyutlu unsurların eş zamanlı olarak değerlendirilmesini gerektirdiğini ortaya koymaktadır (Bulkeley, 2013). Sürdürülebilir kent anlayışı, bu yönüyle kentlerin mevcut ihtiyaçlara yanıt verirken, geleceğe yönelik çevresel, sosyal ve ekonomik riskleri de dikkate alan uzun vadeli bir perspektif sunmaktadır.

Doğal kaynakların etkin kullanımı, çevresel etkilerin azaltılması, ekonomik dayanıklılığın güçlendirilmesi ve toplumsal kapsayıcılığın sağlanması, sürdürülebilir kentlerin temel bileşenleri arasında yer almaktadır. Ancak bu hedeflerin hayata geçirilmesi, yalnızca sektörel politika araçlarıyla

değil; kentsel sistemlerin bütüncül biçimde anlaşılmasını ve yönetilmesini mümkün kılan yönetim ve planlama yaklaşımlarıyla doğrudan ilişkilidir. Bu bağlamda sürdürülebilir kent kavramı, çevre politikalarının bir uzantısı olmanın ötesine geçerek, kentsel yaşamın tüm bileşenlerini kapsayan stratejik bir çerçeve olarak ele alınmaktadır. Yerel yönetimler açısından sürdürülebilir kent yaklaşımı; farklı politika alanları arasındaki etkileşimlerin gözetildiği, uzun vadeli hedeflerin belirlendiği ve politika sonuçlarının izlenebildiği bir yönetim anlayışını gerekli kılmaktadır. Bu durum, sürdürülebilirliğin kentsel ölçekte yalnızca hedeflerin tanımlanmasını değil, aynı zamanda bu hedeflere yönelik ilerlemenin ölçülmesini, değerlendirilmesini ve gerektiğinde yeniden yönlendirilmesini zorunlu hâle getirmektedir (Sharifi & Murayama, 2013). Bu gereksinim, sürdürülebilir kentlerin yönetiminde geleneksel planlama yaklaşımlarının sınırlarını görünür kılmakta ve daha dinamik, veri temelli ve bütüncül araçlara duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

3.1. Sürdürülebilir Kentlerin Çevresel Boyutu

Çevresel sürdürülebilirlik, kentlerin doğal kaynakları ekolojik sınırlar içerisinde kullanmasını, çevresel etkileri azaltmasını ve ekosistemlerin uzun vadeli devamlılığını gözetmesini ifade etmektedir (Beatley, 2011). Kentler; yüksek enerji tüketimi, yoğun ulaşım faaliyetleri ve artan atık üretimi nedeniyle çevresel baskının yoğunlaştığı mekânsal sistemler olarak öne çıkmaktadır. Bu nedenle çevresel sürdürülebilirlik, kentlerin yalnızca çevresel performansı açısından değil, aynı zamanda uzun vadeli yaşanabilirliği ve iklim değişikliğine karşı dayanıklılığı açısından da temel bir bileşen niteliği taşımaktadır. Kentler açısından çevresel sürdürülebilirlik, yalnızca çevre koruma politikalarıyla sınırlı bir alan değildir. Enerji, ulaşım, su ve atık yönetimi gibi temel kentsel hizmet alanlarında alınan kararlar, çevresel etkileri doğrudan belirlemektedir. Bu alanlarda parçalı ve kısa vadeli yaklaşımların benimsenmesi, geçici iyileşmeler sağlasa da uzun vadede çevresel risklerin derinleşmesine yol açabilmektedir. Dolayısıyla çevresel sürdürülebilirlik, kent yönetiminde stratejik planlama ve politika tasarımının ayrılmaz bir boyutu olarak ele alınmalıdır.

Kentlerin çevresel sürdürülebilirlik açısından karşılaştığı başlıca sorunlar arasında artan enerji tüketimi, sera gazı emisyonları, hava ve su kirliliği, atık yönetimi yetersizlikleri ve doğal kaynakların aşırı kullanımı yer almaktadır (Bai et al., 2018; Seto et al., 2014). Özellikle fosil yakıtlara dayalı enerji sistemleri ve motorlu ulaşımın kent içindeki ağırlığı, kentleri iklim değişikliğiyle mücadelede kilit aktörler hâline getirmektedir. Buna ek olarak, su kaynaklarının etkin yönetilememesi ve döngüsel ekonomi ilkelerinin kentsel ölçekte yeterince uygulanamaması, çevresel baskıyı artıran yapısal

sorunlar arasında yer almaktadır. Bu sorunlar, çevresel sürdürülebilirliğin yalnızca teknik çözümlerle ele alınamayacağını; yönetsel kapasite, kurumsal koordinasyon ve politika bütünlüğü gerektiren çok boyutlu bir alan olduğunu ortaya koymaktadır. Yerel yönetimlerin çevresel sürdürülebilirlik alanındaki müdahale kapasitesi, çevresel verilerin sistematik biçimde izlenmesi, değerlendirilmesi ve karar alma süreçlerine entegre edilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Ancak geleneksel planlama ve yönetim yaklaşımları, kentsel çevre sistemlerinin dinamik ve karmaşık yapısını yeterince yansıtmakta zorlanmaktadır.

İkiz geçiş yaklaşımı, kentlerin çevresel sürdürülebilirlik sorunlarına dijital dönüşüm ile yeşil dönüşümün birlikte ele alındığı bütüncül bir çerçeve sunmaktadır. Dijital teknolojiler, çevresel verilerin gerçek zamanlı olarak toplanmasını ve analiz edilmesini sağlayarak, yerel yönetimlerin çevresel performansı daha etkin ve sürekli biçimde izlemesine olanak tanımaktadır. Nesnelerin İnterneti tabanlı sensörler aracılığıyla hava ve su kalitesi, enerji tüketimi ve emisyon düzeyleri gibi temel çevresel göstergeler düzenli olarak izlenebilmekte; büyük veri analitiği ve yapay zekâ uygulamaları sayesinde bu veriler anlamlı bilgiye dönüştürülerek çevresel risklerin erken aşamada tespit edilmesi mümkün hâle gelmektedir (Dritsas & Trigka, 2025). Bu durum, yerel yönetimlerin çevresel sorunlara reaktif yaklaşımlar yerine önleyici ve proaktif politikalar geliştirmesini desteklemektedir. İkiz geçiş çerçevesinde dijital teknolojiler, enerji verimliliğinin artırılması, atık toplama süreçlerinin optimize edilmesi ve su kayıplarının azaltılması gibi alanlarda çevresel sürdürülebilirliği destekleyen araçlar olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu teknolojilerin etkisi, tekil uygulamalardan ziyade sürdürülebilir kent politikalarının bütüncül bir parçası olarak ele alındığında güçlenmektedir.

3.2. Sürdürülebilir Kentlerin Sosyal Boyutu

Sosyal sürdürülebilirlik, kentlerin uzun vadede kapsayıcı, adil ve yaşanabilir olmasını ifade etmektedir (Bramley et al., 2009). Kentler, farklı sosyo-ekonomik grupların, kültürel yapıların ve yaşam biçimlerinin bir arada bulunduğu mekânsal sistemler olarak, toplumsal etkileşim ve yenilik açısından önemli fırsatlar sunarken; eşitsizlik, dışlanma ve kentsel hizmetlere erişimdeki farklılıklar gibi yapısal sorunları da bünyesinde barındırmaktadır (Turok & McGranahan, 2013). Bu nedenle sosyal sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kent yaklaşımının çevresel ve ekonomik boyutlarıyla birlikte ele alınması gereken temel bir bileşeni olarak öne çıkmaktadır. Kentler açısından sosyal sürdürülebilirlik; kentsel hizmetlere adil erişim, toplumsal katılımın güçlendirilmesi, yaşam kalitesinin artırılması ve sosyal uyumun desteklenmesi gibi unsurları kapsamaktadır. Ancak hızlı kentleşme, nüfus

artışı ve artan mekânsal ayrışma, özellikle dezavantajlı grupların barınma, ulaşım, sağlık ve eğitim gibi temel hizmetlere erişimini zorlaştırabilmektedir (Musterd, 2020). Buna ek olarak, geleneksel yönetim modellerinde vatandaş katılımının sınırlı olması, kentsel politikaların toplumsal ihtiyaçlara yeterince yanıt verememesine yol açabilmektedir.

Bu noktada ikiz geçiş yaklaşımı, sosyal sürdürülebilirlik sorunlarının ele alınmasında dijital dönüşüm ile toplumsal hedeflerin birlikte tasarlanmasını mümkün kılmaktadır. İkiz geçiş çerçevesinde dijitalleşme, kentsel hizmetlerin sunumunda erişilebilirliği artıran ve toplumsal katılımı güçlendiren bir araç olarak değerlendirilmektedir. E-belediye uygulamaları ve dijital hizmet platformları, vatandaşların kamu hizmetlerine zamandan ve mekândan bağımsız olarak erişimini mümkün kılarak, hizmet sunumundaki eşitsizliklerin azaltılmasına katkı sağlamaktadır. Dijital katılım araçları, sosyal sürdürülebilirliğin yönetim boyutunu güçlendiren önemli bir diğer unsur olarak öne çıkmaktadır. Çevrimiçi katılım platformları, dijital anketler ve geri bildirim mekanizmaları, kent sakinlerinin karar alma süreçlerine daha aktif biçimde dâhil olmasını desteklemekte; bu durum, kentsel politikaların toplumsal meşruiyetini ve kabul edilebilirliğini artırmaktadır. Böylece ikiz geçiş yaklaşımı, dijitalleşmeyi yalnızca hizmet sunumunu hızlandıran bir unsur olarak değil, kapsayıcı ve katılımcı bir kentsel yönetim anlayışının destekleyicisi olarak konumlandırmaktadır. İkiz geçişin sosyal boyuttaki bir diğer katkısı, toplumsal ihtiyaçların daha doğru biçimde tespit edilmesine olanak tanımasıdır. Büyük veri analitiği ve mekânsal analizler, demografik yapı, hizmet kullanım örüntüleri ve sosyal kırılganlık alanlarının daha görünür hâle gelmesini sağlamaktadır. Bu sayede yerel yönetimler, sosyal politikalarını daha hedefli, adil ve etkili biçimde tasarlayabilmekte; kaynaklar, en fazla ihtiyaç duyulan alanlara yönlendirilebilmektedir.

3.3. Sürdürülebilir Kentlerin Ekonomik Boyutu

Ekonomik sürdürülebilirlik, kentlerin uzun vadede ekonomik faaliyetlerini sürdürebilme, istihdam yaratma ve dış şoklara karşı dayanıklılık gösterme kapasitesini ifade etmektedir (Martin, 2012). Kentler, üretim, hizmet ve yenilik faaliyetlerinin yoğunlaştığı mekânsal sistemler olarak yerel ve bölgesel ekonomilerin temel taşıyıcıları konumundadır (Storper, 2013). Bu nedenle kentlerin ekonomik yapısının sürdürülebilirliği, yalnızca büyüme oranlarıyla değil; ekonomik çeşitlilik, kaynak verimliliği ve mali istikrar gibi unsurlarla birlikte değerlendirilmelidir. Kentler açısından ekonomik sürdürülebilirlik, çevresel ve sosyal boyutlardan bağımsız bir hedef olarak ele alınamaz. Ekonomik faaliyetlerin çevresel sınırlar içerisinde yürütülmesi ve toplumsal refahı desteklemesi, sürdürülebilir kent yaklaşımının temel

ilkeleri arasında yer almaktadır. Yerel yönetimler, altyapı yatırımları, hizmet sunumu ve düzenleyici rolü aracılığıyla kentsel ekonomik yapının yönlendirilmesinde önemli bir etkiye sahiptir (Healey, 2006). Bu nedenle ekonomik sürdürülebilirlik, kent yönetiminde stratejik planlama süreçlerinin merkezinde yer almaktadır.

Kentlerin ekonomik sürdürülebilirlik açısından karşılaştığı başlıca sorunlar arasında kaynakların verimsiz kullanımı, mali kısıtlar, ekonomik kırılganlıklar ve yerel ekonomilerin küresel şoklara karşı duyarlılığı yer almaktadır (Pike et al., 2010). Özellikle hızlı kentleşme ve artan hizmet talepleri, yerel yönetimlerin mali yükünü artırmakta ve uzun vadeli yatırımların planlanmasını zorlaştırmaktadır. Bir diğer önemli sorun, kentsel ekonomilerin belirli sektörlere aşırı bağımlı hâle gelmesidir. Bu durum, ekonomik çeşitliliğin sınırlanmasına ve kriz dönemlerinde kentlerin daha kırılgan hâle gelmesine neden olabilmektedir (Boschma, 2015). Ayrıca geleneksel iş yapma biçimleri ve sınırlı yenilik kapasitesi, kentlerin rekabet gücünü ve ekonomik uyum yeteneğini zayıflatmaktadır. Yerel yönetimlerin ekonomik sürdürülebilirliği sağlama kapasitesi, kaynakların etkin yönetilmesi ve ekonomik faaliyetlerin uzun vadeli bir perspektifle yönlendirilmesiyle doğrudan ilişkilidir. Ancak geleneksel planlama ve bütçeleme yaklaşımları, dinamik kentsel ekonomilerin ihtiyaçlarına yeterince hızlı yanıt vermekte zorlanabilmektedir.

İkiz dönüşüm yaklaşımı, kentlerin ekonomik sürdürülebilirlik sorunlarına dijital teknolojiler aracılığıyla daha etkin ve yenilikçi çözümler geliştirilmesini mümkün kılmaktadır. Dijital teknolojiler, yerel yönetimlerin mali kaynaklarını daha etkin biçimde planlamasına ve yönetmesine olanak tanıyarak ekonomik verimliliği artırmaktadır (Valle-Cruz et al., 2016). Veri temelli bütçeleme ve dijital performans izleme sistemleri, kamu harcamalarının daha şeffaf ve hesap verebilir biçimde yönetilmesine katkı sağlamaktadır. Dijital teknolojiler, yerel ekonomilerin yenilik kapasitesini ve rekabet gücünü destekleyen önemli araçlar arasında yer almaktadır (Malecki, 2018). . Dijital altyapılar, girişimcilik ekosistemlerinin gelişimini destekleyerek yeni iş modellerinin ve ekonomik faaliyetlerin ortaya çıkmasına olanak tanımaktadır. Akıllı kent uygulamaları ve veri temelli hizmetler, kentlerde ekonomik çeşitliliğin artırılmasına ve istihdam olanaklarının genişletilmesine katkı sunmaktadır. Ayrıca dijital teknolojiler, yerel yönetimlerin ekonomik riskleri daha iyi analiz etmesine ve krizlere karşı daha dayanıklı politikalar geliştirmesine yardımcı olmaktadır. Ekonomik verilerin gerçek zamanlı olarak izlenmesi ve analiz edilmesi, olası kırılganlıkların erken aşamada tespit edilmesini mümkün kılmaktadır. Bu durum, yerel ekonomilerin şoklara karşı dayanıklılığını artıran proaktif politika yaklaşımlarının geliştirilmesini desteklemektedir.

Bu bağlamda dijital teknolojiler, ekonomik sürdürülebilirliği destekleyen bağımsız araçlar olarak değil, sürdürülebilir kent politikalarının bütüncül bir parçası olarak değerlendirilmelidir. İkiz dönüşüm yaklaşımı, dijitalleşmenin ekonomik verimlilik, yenilikçilik ve uzun vadeli dayanıklılık hedefleriyle uyumlu biçimde yönlendirilmesini sağlayarak, kentlerin ekonomik sürdürülebilirliğini güçlendiren stratejik bir çerçeveye sunmaktadır.

4. İkiz Geçişin Yerel Yönetimler Açısından Politika ve Uygulama Boyutu

Önceki bölümlerde sürdürülebilir kentlerin çevresel, sosyal ve ekonomik boyutları ile bu boyutlarda ikiz geçiş yaklaşımının sunduğu olanaklar ele alınmıştır. Bu bölümde ise ikiz geçişin yerel yönetimler tarafından nasıl hayata geçirilebileceği, bu sürecin uygulanabilmesi için hangi politika araçlarına, kurumsal kapasitelere ve yönetsel düzenlemelere ihtiyaç duyulduğu tartışılmaktadır. İkiz geçişin yerel düzeyde uygulanması, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik politikalarının ayrı strateji alanları olarak değil, birbirini tamamlayan ve eş zamanlı olarak yönetilmesi gereken süreçler olarak ele alınmasını gerektirmektedir. Bu durum, yerel yönetimlerin yalnızca yeni dijital araçlar kullanmasını değil; aynı zamanda stratejik planlama, bütçeleme, izleme ve karar alma süreçlerini ikiz geçiş perspektifiyle yeniden yapılandırmasını zorunlu kılmaktadır. Dolayısıyla ikiz geçiş, yerel yönetimler açısından teknik bir uygulamadan ziyade, kurumsal kapasite ve yönetim anlayışında bütüncül bir dönüşümü ifade etmektedir.

4.1. Stratejik ve Politik Sahiplenme

İkiz geçişin yerel düzeyde uygulanabilirliği, sürecin güçlü bir stratejik ve politik sahiplenmeye dayanmasına bağlıdır. Dijitalleşme ve sürdürülebilirlik hedeflerinin ayrı politika alanları olarak ele alındığı durumlarda, yerel yönetimlerin uygulama kapasitesi sınırlı kalmakta ve dijital yatırımların sürdürülebilir kalkınma üzerindeki etkisi zayıflamaktadır. Bu nedenle ikiz geçiş, yerel yönetimler açısından ek bir proje alanı olarak değil, kentsel gelişmeyi yönlendiren üst politika çerçevesi olarak konumlandırılmalıdır. Stratejik sahiplenme, ikiz geçişin yerel yönetimlerin temel planlama belgelerine açık ve tutarlı biçimde yansıtılmasını gerektirmektedir. Stratejik planlar, iklim eylem planları ve dijital dönüşüm stratejilerinin birbiriyle uyumlu biçimde ele alınması; dijitalleşme hedeflerinin çevresel, sosyal ve ekonomik sürdürülebilirlik amaçlarıyla ilişkilendirilmesini mümkün kılmaktadır. Bu yaklaşım, politika önceliklerinin netleştirilmesine ve ikiz geçişin kurumsal düzeyde bütüncül biçimde uygulanmasına katkı sağlamaktadır. Politik sahiplenmenin bir diğer boyutu, ikiz geçişin uzun vadeli

bir vizyon çerçevesinde ele alınmasıdır. Dijital dönüşüm ve sürdürülebilirlik politikalarının kısa vadeli planlama döngüleriyle sınırlı kalmaması; hedeflerin ölçülebilir göstergelerle desteklenmesi ve uygulama sürecinin düzenli olarak izlenmesi, ikiz geçişin söylem düzeyinde kalmasını engelleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır.

4.2. Kurumsal ve Yönetişimsel Yapı

İkiz geçişin yerel düzeyde etkin biçimde uygulanabilmesi, mevcut kurumsal yapıların dijitalleşme ve sürdürülebilirlik hedeflerini birlikte ele alabilecek şekilde yeniden düzenlenmesini gerektirmektedir. Yerel yönetimlerde bu iki alanın farklı birimler tarafından ve sınırlı etkileşimle yürütülmesi, politika bütünlüğünü zayıflatmakta ve ikiz geçişin potansiyelini sınırlamaktadır. Bu nedenle ikiz geçiş, sektörel silo mantığını aşan ve birimler arası koordinasyonu güçlendiren bir yönetim yaklaşımı olarak ele alınmalıdır. Kurumsal ve yönetişimsel yapı açısından temel gerekliliklerden biri, ikiz geçişin yatay bir politika alanı olarak konumlandırarak koordinasyon mekanizmalarının oluşturulmasıdır. Dijitalleşme ve sürdürülebilirlikten sorumlu birimlerin ortak hedefler etrafında çalışmasını sağlayan bu mekanizmalar, politika tasarımı ve uygulama süreçlerinde tutarlılığı artırmaktadır. Aynı zamanda üst yönetim düzeyinde ikiz geçişe yönelik açık bir yetkilendirme ve sorumluluk paylaşımı, uygulama sürecinde karşılaşılan kurumsal dirençlerin aşılmasını kolaylaştırmaktadır.

4.3. Üniversite–Sanayi–Kamu İş Birliğinin Güçlendirilmesi

İkiz geçişin yerel ölçekte etkin biçimde hayata geçirilebilmesi, üniversite–sanayi–kamu iş birliğinin geçici projelerle sınırlı kalmayan, kurumsallaşmış ve süreklilik arz eden bir yapı hâline getirilmesini gerektirmektedir. Dijitalleşme ve sürdürülebilirlik alanlarında ihtiyaç duyulan bilgi üretimi, teknoloji geliştirme ve uygulama kapasitesi, yerel yönetimlerin tek başına karşılayabileceği bir ölçeğin ötesindedir. Bu nedenle ikiz geçiş, farklı aktörlerin tamamlayıcı roller üstlendiği çok aktörlü bir yönetim ve uygulama süreci olarak ele alınmalıdır. Bu iş birliği çerçevesinde üniversiteler; veri analizi, etki değerlendirmesi, politika tasarımı ve yenilikçi çözüm geliştirme süreçlerinde bilgi üretici aktörler olarak önemli bir rol üstlenmektedir. Sanayi ve özel sektör ise dijital teknolojilerin geliştirilmesi, uygulanması ve ölçeklendirilmesi konusunda uygulama kapasitesi sunmaktadır. Yerel yönetimler, üniversiteler ve sanayi tarafından üretilen bilgi ve teknolojileri kamu politikalarına entegre eden, süreci yönlendiren ve düzenleyen aktör konumundadır. Bu tamamlayıcı rol dağılımı, ikiz geçiş politikalarının yerel ihtiyaçlara uyarlanması ve uygulanabilirliğini güçlendirmektedir. Üniversite–sanayi–

kamu iş birliğinin ikiz geçiş bağlamında etkin olabilmesi için, bu ilişkinin kurumsal mekanizmalar aracılığıyla desteklenmesi gerekmektedir. Ortak çalışma platformları, danışma kurulları, pilot uygulama alanları ve birlikte yürütülen Ar-Ge projeleri, iş birliğinin somutlaşmasını sağlayan temel araçlar arasında yer almaktadır. Bu mekanizmalar, ikiz geçişin deneysel uygulamalardan öğrenilen derslerle geliştirilmesini ve başarılı uygulamaların ölçeklendirilmesini mümkün kılmaktadır. Böylece üniversite–sanayi–kamu iş birliği, ikiz geçişin yerel düzeyde sürdürülebilir ve kalıcı bir politika alanına dönüşmesine katkı sunmaktadır.

4.4. Kurumsal Kapasite, İnsan Kaynağı ve Öğrenme Süreçleri

İkiz geçişin yerel düzeyde uygulanabilirliği, büyük ölçüde yerel yönetimlerin kurumsal kapasitesine ve insan kaynağına bağlıdır. Dijitalleşme ve sürdürülebilirlik politikalarının birlikte tasarlanması ve yürütülmesi, yalnızca teknik altyapı yatırımlarıyla değil; bu süreçleri anlayan, yöneten ve değerlendirebilen nitelikli insan kaynağıyla mümkündür. Bu nedenle ikiz geçiş, yerel yönetimlerde yeni beceri setleri ve kurumsal öğrenme süreçleri gerektiren bir dönüşüm alanı olarak ele alınmalıdır. Yerel yönetimlerde dijital okuryazarlık, veriyle çalışma yetkinliği ve sürdürülebilirlik bilgisi, ikiz geçiş politikalarının tasarımı ve uygulanmasında temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu yetkinliklerin geliştirilmesi, üniversitelerle yürütülen ortak eğitim programları, hizmet içi eğitimler ve disiplinler arası çalışma pratikleri aracılığıyla desteklenebilir. Bu bağlamda üniversite–sanayi–kamu iş birliği, yalnızca teknoloji üretimi değil, kurumsal kapasite geliştirme aracı olarak da önemli bir rol üstlenmektedir. İkiz geçiş aynı zamanda yerel yönetimlerde öğrenen bir yönetim anlayışını teşvik etmektedir. Politika uygulamalarından elde edilen deneyimlerin sistematik biçimde değerlendirilmesi, iyi uygulamaların kurumsallaştırılması ve hatalardan öğrenilmesi, ikiz geçişin uzun vadeli başarısını destekleyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu yaklaşım, yerel yönetimlerin değişen koşullara uyum sağlayabilen ve kendini sürekli geliştiren yapılar hâline gelmesine katkı sunmaktadır.

4.5. Finansman, Ortaklıklar ve Uygulama Mekanizmaları

İkiz geçişin hayata geçirilmesi, uzun vadeli ve sürdürülebilir bir finansman yapısını gerektirmektedir. Yerel yönetimlerin sınırlı bütçeleri göz önünde bulundurulduğunda, ikiz geçiş politikalarının uygulanması yalnızca yerel kaynaklara dayandırılmaz. Ulusal ve uluslararası fonlar, hibe programları, kamu–özel iş birlikleri ve üniversite–sanayi ortak projeleri, bu süreçte önemli finansman ve uygulama fırsatları sunmaktadır. Finansman kaynaklarının etkin biçimde kullanılabilmesi, yerel yönetimlerin proje geliştirme, fonlara erişim ve

mali yönetim kapasitesine bağlıdır. Bu bağlamda ikiz geçiş, yerel yönetimlerin yalnızca uygulayıcı değil, aynı zamanda stratejik kaynak yöneticileri olarak konumlanmasını gerektirmektedir. Pilot projeler, kademeli ölçeklendirme yaklaşımları ve deneysel uygulamalar, ikiz geçiş politikalarının yerel koşullara uyarlanmasını ve risklerin yönetilmesini kolaylaştıran önemli araçlar arasında yer almaktadır. Uygulama mekanizmalarının çeşitlendirilmesi, ikiz geçişin esnekliğini ve dayanıklılığını artırmaktadır. Farklı ölçeklerde ve farklı politika alanlarında yürütülen uygulamalar, yerel yönetimlerin ikiz geçiş sürecinde öğrenme ve uyum kapasitesini güçlendirmektedir. Bu durum, ikiz geçişin tek tip bir model yerine, yerel bağlama duyarlı bir süreç olarak ele alınmasını mümkün kılmaktadır.

4.6. Riskler ve Önleyici Politikalar

İkiz geçişin yerel düzeyde uygulanması, önemli fırsatların yanı sıra çeşitli riskleri de beraberinde getirmektedir. Dijital uçurum, veri güvenliği ve etik sorunlar, kurumsal direnç ve politika öncelikleri arasındaki çatışmalar, ikiz geçişin etkinliğini sınırlayabilecek temel riskler arasında yer almaktadır. Bu risklerin göz ardı edilmesi, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik hedefleri arasındaki dengenin bozulmasına yol açabilmektedir. Bu nedenle ikiz geçiş politikalarının tasarımında sosyal kapsayıcılık, şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerinin gözetilmesi büyük önem taşımaktadır. Dijital hizmetlere erişimde eşitsizliklerin azaltılması, veri kullanımında etik çerçevelerin oluşturulması ve paydaş katılımının güçlendirilmesi, riskleri azaltmaya yönelik temel politika araçları arasında yer almaktadır. Aynı zamanda kurumsal dirençle başa çıkabilmek için üst yönetim desteği ve açık iletişim stratejileri kritik bir rol oynamaktadır. Son olarak ikiz geçişin bir tek seferlik dönüşüm değil, uzun vadeli ve yönlendirilen bir politika süreci olduğu vurgulanmalıdır. Risklerin sürekli olarak izlenmesi, politikaların gerektiğinde yeniden tasarlanması ve öğrenen bir yönetim anlayışının benimsenmesi, ikiz geçişin yerel düzeyde sürdürülebilir ve kalıcı bir yapıya kavuşmasını desteklemektedir.

5. Sonuç

Bu bölüm, dijitalleşme ve sürdürülebilirlik arasındaki ilişkinin kentler ve yerel yönetimler açısından nasıl yeniden çerçevelenebileceğini ikiz geçiş yaklaşımı üzerinden ele almıştır. Günümüzde kentlerin karşı karşıya olduğu çevresel bozulma, toplumsal eşitsizlikler ve ekonomik kırılganlıklar, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmayı her zamankinden daha karmaşık hâle getirmektedir. Bu bağlamda bölüm, dijital dönüşümün sürdürülebilirlik hedeflerinden bağımsız bir modernleşme süreci olarak değil; çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla birlikte ele alınması gereken bütüncül bir dönüşüm

alanı olduğunu ortaya koymaktadır. Bölümün kavramsal çerçevesini oluşturan ikiz geçiş yaklaşımı, dijitalleşme ile yeşil ve sürdürülebilir dönüşümün eş zamanlı, etkileşimli ve birbirini güçlendirecek biçimde yönetilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu yaklaşım, dijital teknolojilerin kent yönetiminde yalnızca verimlilik artışı veya hizmet kalitesinin yükseltilmesi amacıyla kullanılmasının ötesine geçerek, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada stratejik bir kaldıraç işlevi üstlenmesini gerekli kılmaktadır. Bu yönüyle ikiz geçiş, sürdürülebilir kentler için bir teknoloji stratejisinden ziyade, yönetim ve politika dönüşümünü merkeze alan bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Bu bölümde sürdürülebilir kentler; çevresel, sosyal ve ekonomik boyutlarıyla ele alınmış ve bu boyutların her birinde ikiz geçişin sunduğu olanaklar tartışılmıştır. Çevresel boyutta dijitalleşme, çevresel verilerin izlenmesi, politika sonuçlarının değerlendirilmesi ve önleyici yaklaşımların geliştirilmesine katkı sunarken; sosyal boyutta kapsayıcılık, katılım ve hizmetlere erişim açısından dönüştürücü bir potansiyel taşımaktadır. Ekonomik boyutta ise dijitalleşme, kaynak verimliliğini artıran, yenilik kapasitesini güçlendiren ve yerel ekonomilerin dayanıklılığını destekleyen bir araç olarak değerlendirilmektedir. Bu üç boyutun birlikte ele alınması, ikiz geçiş yaklaşımının sürdürülebilir kentler açısından neden kritik bir çerçeve sunduğunu ortaya koymaktadır. Yerel yönetimler açısından ikiz geçiş, teknik bir dijitalleşme sürecinden çok daha fazlasını ifade etmektedir. İkiz geçişin uygulanabilmesi; stratejik ve politik sahiplenme, kurumsal kapasite, veri temelli yönetim, üniversite–sanayi–kamu iş birliği ve uzun vadeli finansman gibi çok sayıda unsurun bir arada ele alınmasını gerektirmektedir. Bu bölüm, ikiz geçişin yerel düzeyde hayata geçirilmesinin, mevcut kurumsal yapıların ve politika süreçlerinin yeniden değerlendirilmesini zorunlu kıldığını göstermektedir. Dolayısıyla ikiz geçiş, yerel yönetimler için bir proje seti değil, kurumsal öğrenme ve yönetim dönüşümü süreci olarak ele alınmalıdır. Bölümün önemli sonuçlarından biri, ikiz geçişin otomatik olarak olumlu sonuçlar üreten bir süreç olmadığıdır. Dijital uçurum, veri yönetimi ve etik sorunlar, kurumsal direnç ve finansman kısıtları, ikiz geçişin yerel düzeyde uygulanmasını zorlaştıran temel riskler arasında yer almaktadır. Bu nedenle ikiz geçişin başarısı, bilinçli politika tercihleri, güçlü yönetim mekanizmaları ve kapsayıcı uygulama yaklaşımlarıyla doğrudan ilişkilidir. Bu risklerin gözetilmesi, ikiz geçişin sürdürülebilir kentler açısından gerçek bir dönüşüm aracı hâline gelmesi için kritik öneme sahiptir.

Sonuç olarak bu bölüm, ikiz geçişin sürdürülebilir kentler için normatif bir hedef olmanın ötesinde, uygulanabilir ve yönlendirilebilir bir politika çerçevesi sunduğunu ortaya koymaktadır. Dijitalleşme ve sürdürülebilirliğin birlikte ele alındığı bu yaklaşım, kentlerin karşı karşıya olduğu çok boyutlu

sorunlara bütüncül çözümler geliştirilmesine olanak tanımaktadır. Yerel yönetimlerin bu çerçeveyi stratejik planlama, yönetim ve uygulama süreçlerine entegre etmesi, sürdürülebilir kentlere yönelik dönüşümün hızlanmasına katkı sağlayacaktır. Bu bağlamda ikiz geçiş, sürdürülebilir kentler için geçici bir politika söylemi değil; uzun vadeli, öğrenen ve uyarlanabilir bir kentsel dönüşüm yaklaşımı olarak değerlendirilmelidir.

Kaynakça

- Ajamieh, A., Benitez, J., Braojos, J., & Gelhard, C. (2016). IT infrastructure and competitive aggressiveness in explaining and predicting performance. *Journal of Business Research*, 69(10), 4667–4674. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2016.03.056>
- Almansour, M. (2022). Electric vehicles (EV) and sustainability: Consumer response to twin transition, the role of e-businesses and digital marketing. *Technology in Society*, 71. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2022.102135>
- Amjad, M. S., Rafique, M. Z., & Khan, M. A. (2021). Leveraging optimized and cleaner production through industry 4.0. *Sustainable Production and Consumption*, 26. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.01.001>
- Andrei, M., & Johnsson, S. (2025). Advancing maturity in the adoption of digital technologies for energy efficiency in manufacturing industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 36(9), 114–133. <https://doi.org/10.1108/JMTM-09-2024-0482>
- Bai, X., Dawson, R. J., Ürge-Vorsatz, D., Delgado, G. C., Salisu Barau, A., Dhakal, S., Dodman, D., Leonardsen, L., Masson-Delmotte, V., Roberts, D. C., & Schultz, S. (2018). Six research priorities for cities and climate change. *Nature*, 555(7694), 23–25. <https://doi.org/10.1038/d41586-018-02409-z>
- Barth, M., Gossen, M., Lang, D. J., & Santarius, T. (2023). Sustainable digitalization - fostering the twin transformation in a transdisciplinary way. *Gaia-Ecological Perspectives for Science and Society*, 32(1), 6–9. <https://doi.org/10.14512/gaia.32.S1.3>
- Batty, M., Axhausen, K. W., Giannotti, F., Pozdnoukhov, A., Bazzani, A., Wachowicz, M., Ouzounis, G., & Portugali, Y. (2012). Smart cities of the future. *The European Physical Journal Special Topics*, 214(1), 481–518. <https://doi.org/10.1140/epjst/e2012-01703-3>
- Baumgartner, M., Kopp, T., & Niever, M. (2025). Twin transition — A literature analysis of the relationship between two megatrends and the role of artificial intelligence. *International Journal of Innovation Management*, 29 (05n06), Article 2540011. <https://doi.org/10.1142/S1363919625400110>
- Beatley, T. (2011). *Biophilic cities: Integrating nature into urban design and planning*. Island Press.
- Boschma, R. (2015). Towards an evolutionary perspective on regional resilience. *Regional Studies*, 49(5), 733–751. <https://doi.org/10.1080/00343404.2014.959481>
- Bramley, G., Dempsey, N., Power, S., Brown, C., & Watkins, D. (2009). Social sustainability and urban form: Evidence from five british cities. *Environ-*

- ment and Planning a: Economy and Space*, 41(9), 2125–2142. <https://doi.org/10.1068/a4184>
- Bulkeley, H. (2013). *Climate change and urban governance : A new politics?. Routledge international handbook of social and environmental change*. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203814550-16/climate-change-urban-governance-harriet-bulkeley> <https://doi.org/10.4324/9780203814550-16>
- Chen, X., Kurdve, M., Johansson, B., & Despeisse, M. (2023). Enabling the twin transitions: Digital technologies support environmental sustainability through lean principles. *Sustainable Production and Consumption*, 38, 13–27. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2023.03.020>
- Ciliberto, C., Szopik-Depczynska, K., Tarczynska-Luniewska, M., Ruggieri, A., & Ioppolo, G. (2021). Enabling the Circular Economy transition: a sustainable lean manufacturing recipe for Industry 4.0. *Business Strategy and the Environment*, 30(7), 3255–3272. <https://doi.org/10.1002/bse.2801>
- Colapinto, C., & Masé, S. (2025). Introducing twin transitions in family businesses: A triple-bottom-line perspective. *Business Ethics, The Environment & Responsibility*, Article beer.12786. Advance online publication. <https://doi.org/10.1111/beer.12786>
- Damioli, G., Bianchini, S., & Ghisetti, C. (2025). The emergence of a ‘twin transition’ scientific knowledge base in the European regions. *Regional Studies*, 59(1), Article 2355998, 1–17. <https://doi.org/10.1080/00343404.2024.2355998>
- Debnath, B., Shakur, M. S., Bari, A. M., & Karmaker, C. L. (2023). A Bayesian Best–Worst approach for assessing the critical success factors in sustainable lean manufacturing. *Decision Analytics Journal*, 6, 100157. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100157>
- Dritsas, E., & Trigka, M. (2025). Big data and internet of things applications in smart cities: Recent advances, challenges, and critical issues. *Internet of Things*, 34, 101770. <https://doi.org/10.1016/j.iot.2025.101770>
- European Commission. (2021). *Industry 5.0: Towards a sustainable, human centric and resilient European industry*. Publications Office. <https://doi.org/10.2777/308407>
- Evans, J. (2019). Governing cities for sustainability: A research agenda and invitation. *Frontiers in Sustainable Cities*, 1, Article 2, 460968. <https://doi.org/10.3389/frsc.2019.00002>
- Genaro Chirolì, D. M. de, Ferrassa, T. P., Idalgo, L. d. N., Mick, M. M. A. P., Kowaleski, J. L., Aragão, F. V., Tebcherani, S. M., & Zola, F. C. (2025). Digital transformation for smart and resilient cities: assessing platform maturity and ISO 37123 compliance. *Platforms*, 3(1), 3. <https://doi.org/10.3390/platforms3010003>

- Gergin, E. D. (2024). İklim değişikliğine dirençli kentler: Dünya’da ve Türkiye’de iyi yerel yönetim uygulama örnekleri. *Erzurum Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (18), 94–111. <https://dergipark.org.tr/en/pub/etusbed/issue/82988/1264447>
- Ghaithan, A., Khan, M., Mohammed, A., & Hadidi, L. (2021). Impact of Industry 4.0 and Lean Manufacturing on the Sustainability Performance of Plastic and Petrochemical Organizations in Saudi Arabia. *Sustainability*, 13(20), 11252. <https://doi.org/10.3390/su132011252>
- Gheuens, J. (2024). The European Green Deal. In H. Dyrhaug & K. Kurze (Eds.), *Routledge studies on the governance of sustainability in Europe. Making the European Green Deal work: EU sustainability policies at home and abroad* (1st ed., pp. 15–28). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003246985-3>
- Gracias, J. S., Parnell, G. S., Specking, E., Pohl, E. A., & Buchanan, R. (2023). Smart cities—A structured literature Review. *Smart Cities*, 6(4), 1719–1743. <https://doi.org/10.3390/smartcities6040080>
- Healey, P. (2006). Transforming governance: Challenges of institutional adaptation and a new politics of space1. *European Planning Studies*, 14(3), 299–320. <https://doi.org/10.1080/09654310500420792>
- Höjer, M., & Wangel, J. (2015). Smart sustainable cities: Definition and challenges. *ICT Innovations for Sustainability*, 310, 333–349. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09228-7_20
- Hvidsten, T., Vangen, F. J., Laursen, E. S., & Christiansen, L. (2022). Sustainability issues across educational disciplines in learning factories. SSRN. Advance online publication. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4075268>
- Le Ha, T., Huong, T. T. L., & Thanh, T. T. (2022). Is digitalization a driver to enhance environmental performance? An empirical investigation of European countries. *Sustainable Production and Consumption*, 32, 230–247. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2022.04.002>
- Malecki, E. J. (2018). Entrepreneurship and entrepreneurial ecosystems. *Geography Compass*, 12(3), Article e12359, e12359. <https://doi.org/10.1111/gec3.12359>
- Martin, R. (2012). Regional economic resilience, hysteresis and recessionary shocks. *Journal of Economic Geography*, 12(1), 1–32. <https://doi.org/10.1093/jeg/lbr019>
- Mukherjee, S., & Bairwa, H. (2025). Environmental issues arising from urbanization: A study on the ecological consequences of rapid urban growth. *Journal of Humanities and Education Development*, 7(3), 12–17. <https://doi.org/10.22161/jhed.7.3.3>

- Musterd, S. (2020). Urban segregation: contexts, domains, dimensions and approaches. In *Handbook of Urban Segregation*. Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9781788115605.00007>
- Ortega-Gras, J.-J., Bueno-Delgado, M.-V., Cañavate-Cruzado, G., & Garrido-Lova, J. (2021). Twin transition through the implementation of industry 4.0 technologies: desk-research analysis and practical use cases in Europe. *Sustainability*, 13(24), 13601. <https://doi.org/10.3390/su132413601>
- Pike, A., Dawley, S., & Tomaney, J. (2010). Resilience, adaptation and adaptability. *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 59–70. <https://doi.org/10.1093/cjres/rsq001>
- Rehman, S. U., Giordino, D., Zhang, Q., & Alam, G. M. (2023). Twin transitions & industry 4.0: Unpacking the relationship between digital and green factors to determine green competitive advantage. *Technology in Society*, 73. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102227>
- Senna, P. P., Ferreira, L. M. D., Barros, A. C., Bonnín Roca, J., & Magalhães, V. (2022). Prioritizing barriers for the adoption of Industry 4.0 technologies. *Computers & Industrial Engineering*, 171, 108428. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108428>
- Seto, Dhakal S, Bigio A, Blanco H, Carlo Delgado G, Dewar D, Huang L, Inaba A, Kansal A, Lwasa S, & McMahon J. (2014). *Human settlements, infrastructure, and spatial planning*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1017/cbo9781107415416.018>
- Sharifi, A., & Murayama, A. (2013). A critical review of seven selected neighborhood sustainability assessment tools. *Environmental Impact Assessment Review*, 38, 73–87. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2012.06.006>
- Silva, R. P., Saraiva, C., & Mamede, H. S. (2022). Assessment of organizational readiness for digital transformation in SMEs. *Procedia Computer Science*, 204, 362–369. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.044>
- Storper, M. (2013). *Keys to the city: How economics, institutions, social interactions, and politics shape development*. Princeton University Press.
- Turok, I., & McGranahan, G. (2013). Urbanization and economic growth: The arguments and evidence for Africa and Asia. *Environment and Urbanization*, 25(2), 465–482. <https://doi.org/10.1177/0956247813490908>
- Uncu, B. A. (2019). *İklim için kentler yerel yönetimlerde iklim eylem planı*. Dijital Düşler Basım San. ve Tic. A.Ş. 93.
- UN-Habitat (2020). *World cities report 2020: The value of sustainable urbanization* UN.
- Valle-Cruz, D., Sandoval-Almazan, R., & Gil-Garcia, J. R. (2016). Citizens' perceptions of the impact of information technology use on transparency,

efficiency and corruption in local governments. *Information Polity*, 21(3), 321–334. <https://doi.org/10.3233/IP-160393>

Vial, G. (2021). Understanding digital transformation : A review and a research agenda. *Managing Digital Transformation*, 13–66. <https://doi.org/10.4324/9781003008637-4>