

DOI: [10.38027/ICCAUA2022TR0012](https://doi.org/10.38027/ICCAUA2022TR0012)

Karmaşık Uyumlanabilir Kentsel Sistemlere Doğru: Bir Literatür Analizi

* MSc. Gizem Hayrullahoğlu¹ ve Prof. Dr. Çiğdem Varol²

Gazi University, Faculty of Architecture, Department of City and Regional Planning, Ankara, Turkey^{1,2}

E-mail¹: gizem.hayrullahoglu@gazi.edu.tr, E-mail²: cvarol@gazi.edu.tr

Özet

Son 30 yılda kentsel sistemler toplumların beklenti ve değişimlere ayak uydurabilmek için popüler bilimsel yaklaşımlarla yeniden ele alınmaktadır. Doğal ve sosyal sistemlerin kendini örgütleyen dinamiklerini anlayabilmek için kullanılan karmaşık uyumlanabilir sistem kuramı da bu araçlardan biridir. Bu çalışmada, kent planlama alanındaki bilimsel literatür, karmaşık uyumlanabilir kentsel sistem yaklaşımı bağlamında incelenmiştir. Web of Science ve SCOPUS'ta yapılan gelişmiş arama, eleme ve seçim sonucuna göre bulunan 49 bilimsel çalışmanın içeriği gözden geçirilmiştir. Sık tekrarlanan kelime analizi; iklim, su kaynakları ve kıyı alanları temalı çalışmaların uyumlanabilir sistem yaklaşımını gündemine aldığı ortaya koymaktadır. Öncü çalışmalar, uyumlanabilir sistem yaklaşımını çevresel ve ekolojik kentsel sorunların çözümüne katkıda bulunan bir araç olarak gördüğünden, yaklaşımın bu bağlamlarla ilişkilendirildiği anlaşılmaktadır. Mekânsal gelişim, turizm ve altyapı gibi araştırma alanları ise halen gelişim göstermektedir. Bilimsel çalışmalar, yaklaşımın kentsel sorunların karmaşıklığını anlayarak mekânsal planlara etki etme potansiyeli taşıyan, esnek bir araç olabileceğini ve farklı ölçek ve bağlamlar için kullanılabileceğini göstermektedir.

Anahtar kelimeler: Karmaşık Uyumlanabilir Sistemler; Kent Planlama; Kentsel Dinamikler.

1. Giriş

Yirminci yüzyılın ikinci yarısında temel dinamik kuralların karmaşık davranışlara yol açabileceği kabulü, bilim dünyasında birden fazla disiplini etkileyen bir devrim olarak karşılanmıştır. Karmaşıklık olarak adlandırılan bu olgunun Poincare'in kuramına dayanması, soyut matematiğin diğer birçok disiplinle etkileşimini teşvik etmiştir (Aubin ve Dalmedico, 2002). Disiplinlerarasılık, doğa bilimlerinin öncülük ettiği ve ardından sosyal bilimlere de adapte edilen yeni bilimsel açımları beraberinde getirmiştir. Bu paradigma değişikliği, kısa zamanda kent problemlerinin ele alınış biçimine de yansımış, şehircilik disiplini karmaşıklık ve ilişkili kuramları benimsemeye başlamıştır.

Kentsel mekânın artan karmaşıklık düzeyi, çözülmesi zor problemlere (*wicked problems*) duyarlı planlama söylem ve eylem arayışını teşvik ederek yeni bir vizyona yol açmıştır. Artık nüfus, istihdam, ulaşım, ekolojik çevre, arazi kullanım ve gayrimenkul gibi birbirleriyle ilişkili ve doğrusallığı meçhul birçok bileşeni bünyesinde barındıran kentsel sistemleri ve bu sistemlerin çözülmesi güç unsurlarını keşfetmeye olan ihtiyaç gündemdedir. Belirsiz ve karmaşık kentsel problemlerin doğasına dair daha derin bir anlayış arayışına ise karmaşıklık kuramı yanıt vermektedir.

Karmaşık düşünce sistematigi, belirsizliğin temsiline dayanmaktadır. Geleneksel planlama yaklaşımları, belirsizlikleri planlama müdahaleleri için zorlayıcı görür ve belirsizlikleri mümkün olduğunca azaltmaya/önlemeye ve istikrarı sağlamaya odaklanır. Bununla birlikte içinde bulunduğumuz çağ, iklim değişikliği, salgınlar ve çevre kirliliği gibi çevresel, ekolojik ya da toplumsal kaynaklı keskin belirsizliklerle doludur. Deneyimlediğimiz kentsel çevre bize her gün aynı görüntüyü sunmamaktadır; birbirini etkileyen unsurlardan oluşmuş olan bu yapıda daimî bir dinamizm vardır. Sistemin bir bileşeni değiştiğinde, bağlı olduğu diğer bileşenler var olmaya devam etmek için uyum sağlama eğilimine girmektedir. Bu bağlamda, planlama kuramlarının dinamik ilişkileri keşfedebileceği, kentsel sistemlerin ise öngörülemeden koşullarda dahi varlığını sürdürebilecek seçenekleri araştırabileceği yeni açımlara ihtiyaç vardır (Eken, 2019).

Bu araştırmanın kilit kavramı olan karmaşık uyumlanabilir sistem (*complex adaptive systems, CAS*) kuramı, belirsizliğin dinamiklerini anlamayı ve değişken koşullara uyum sağlama refleksi geliştirmeyi amaçlayan tamamlayıcı bir araç sunmaktadır. Planlama için yeni bu araştırma alanı, stratejik mekânsal planlama gündemini temel almakta, buna ilave olarak karmaşıklık, doğrusal olmama, kendi kendine örgütlenme, karşılıklı bağımlılık gibi mekanizmalardan beslenmektedir (Rauws, 2017). Uyumlanabilir bir sistem, ani geri besleme döngülerine kendini ayarlayabilme kapasitesine sahiptir. Prensibini bir yandan toplumun sosyoekonomik amaçlarını tatmin ederken, diğer yandan belirsizliklere göğüs germe yeteneğine dayandırmak olasıdır (Rauws, 2017).

Çalışmada, esnek mekânsal kararlar ile değişen koşullara uyumlanabilir bir planlama çerçevesinin uygulandığı alanlar, yaklaşımın mekânsal planlama ekseninde gelişme eğilimi ve gelecek araştırma gündemi literatür üzerinden çözümlenmeye çalışılmıştır. Yaklaşımın hangi şehircilik problemlerinin çözümü için araç görevi gördüğünü anlamanın yanı sıra, planlama politika ve stratejilerine katkısı da ele alınmaktadır. Literatür tarama ve çözümlemesinin aşağıdaki araştırma sorularına yanıt vermesi amaçlanmaktadır:

- Uyumlanabilir kentsel sistemlere yönelik araştırmalarda analiz edilen konular nelerdir?

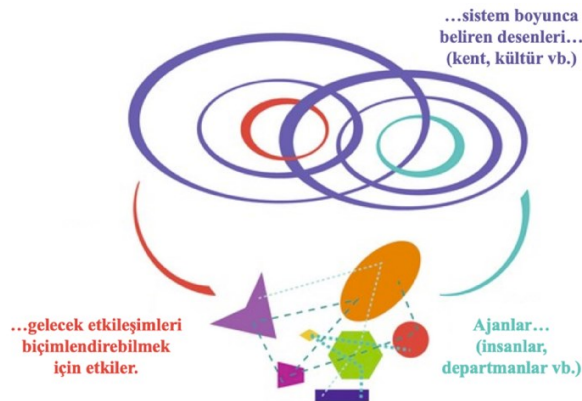
- Bu çalışmalardan elde edilen bulgular nelerdir?
- Uyumlanabilir kentsel sistem yaklaşımı, kent planlamada yeni ve etkili bir araç olabilir mi?

Araştırma beş bölümden oluşmaktadır. Karmaşık uyumlanabilir sistem kuramının tanıtıldığı ikinci bölümün ardından, literatür çözümlemesinin yöntem ve aşamalarının anlatıldığı üçüncü bölüm gelmektedir. Dördüncü bölümde seçilen bilimsel çalışmaları tanımlayıcı bilgilere ve literatür çözümlemesinin bulgularına yer verilmekte, beşinci bölümde ise karmaşık uyumlanabilir sistem yaklaşımının şehircilik sorunlarını çözmek için bir araç olup olamayacağı tartışması ile araştırma sonuçlandırılmaktadır.

2. Karmaşık Uyumlanabilir Sistem Kuramı

Doğal ve sosyal sistemlerin kendini örgütleyen dinamiklerinin anlaşılmasına katkıda bulunmak amacıyla ortaya atılan karmaşık uyumlanabilir sistem kuramı, esasen karmaşıklık kuramı kapsamına “yeni koşullara adaptasyon” perspektifi katan yeni bir paradigmadır (Notarnicola vd., 2017). Terim, 1990’larda Nobel Ödüllü pek çok teorisyenin üyesi ve kurucu ortakları arasında olduğu New Mexico’daki Santa Fe Enstitüsü’ndeki araştırmacılarca türetilmiştir; ancak gerek Enstitü’de kuramla ilgili çalışan grupların kendi içinde dahi farklı olguları CAS olarak adlandırdığı gerekse gelişimi devam eden bir anlayış olduğu için net bir tanımını yapmak zordur (Gell-Mann, 1994). Bununla beraber genel bir tanımla, kendi yerel etkileşim kurallarına ve bilgisine göre hareket eden çok sayıda bağımsız ajandan oluşan sistemler karmaşık uyumlanabilir sistem olarak adlandırılmaktadır (Burnes, 2005).

Burada ajanların kendi yerel etkileşimlerine bağlı olarak harekete geçmeleri vurgusu önemlidir; sadece yerel habitata karşı sorumlu olan sistem bu habitatı keşfetmekte ve onunla etkileşime geçmektedir. Öte yandan parçalarının etkileşimi üzerinden betimlenen uyumlanabilir sistemleri anlamak için etkileşimlerin kendine özgü doğasını anlamak elzemdir; çünkü ajanlar sistem boyunca beliren desenleri gelecek etkileşimler üzerinde söz sahibi olabilmek için etkilemektedir (Şekil 1) (HSDI, 2016). Sistem bileşenlerinin kullanım biçimindeki alternatifler çeşitlilik ve yeniliği de beraberinde getirmektedir; bu durumu Nel (2009) İngiliz alfabesindeki yirmi altı harf kullanılarak milyonlarca kitap yazılmasına benzetmektedir.



Şekil 1. Karmaşık Uyumlanabilir Sistemlerin Şematik Gösterimi (HSDI, 2016)

Etkileşimde bulunma kadar aniden belirme (emergence) de CAS’lerin temel bir ayırt edici özelliğidir. “Aniden belirme, birkaç basit kural tarafından yönetilen ve etkileşim-geri bildirim üzerinden deneme yanılma yoluyla çalışan basit unsurların, orijinal unsurlardan oldukça farklı olarak kalıcı ve sistematik modeller üretebilmesi düşüncesine dayanmaktadır” (Innes ve Booher, 1999). Temel bir örnekle, insan çok sayıda hücrenin, kentler ise barındırdığı sayıda insanın beliren bir özelliğidir. Belirme, bileşenlerin kendini örgütlemesinden kaynaklanmaktadır. Tıpkı karmaşık sistemlerde olduğu gibi CAS’lerde de sistem bütünü bileşenlerin toplamı değildir veya parçalara bölünerek anlaşılabilir. Beliren karakterler bileşenlerin karakterlerinden tamamen farklı özellikler sergilemektedir ve ayrı ayrı incelenen bileşenlerin davranışlarından tahmin edilmeleri mümkün değildir (Auyang, 1998). Bu nedenle CAS’lerde dikkate alınması gereken bileşenler değil, bileşenler arasındaki etkileşimlerdir.

CAS düşüncesi temelde uyum sağlamaktan ileri gelmektedir. Uyumlanabilir bir kendini örgütleme, kriz etkenini uzaklaştırmak yerine sönümlenme gayretine girmektedir (Eken, 2019). Haliyle en iyi işleyen ajanlar kendini örgütleyerek yeni formlar almakta, buna karşın bunu yapamayanlar ortadan kalkmaktadır. Böylece sistemin yeterliliğini/yeteneğini artıracak bir adaptasyon çevrimi tamamlanmış olmaktadır. CAS, çeşitli modifikasyonlar kanalıyla, karmaşık ve dinamik bir toplumda gerçekleşen değişimlere karşı varlığını sürdürebilmek için gerek duyulan yeteneklerin ortaya çıkarılmasını sağlamaktadır ki, bu öğrenme ve öğrendiğini uyarılma anlamına gelir.

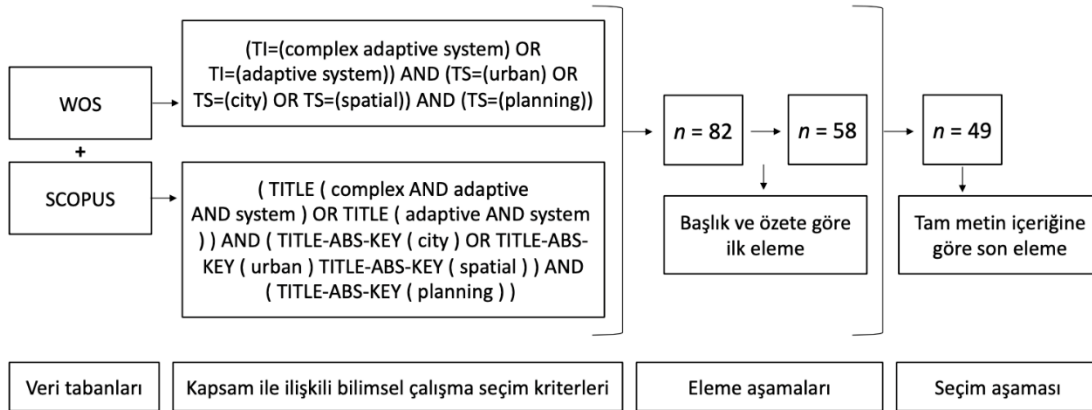
3. Literatür Analizinin Yöntemi

Bu araştırmada, doğrusal olmayan sorunlara esnek yaklaşım önerisi sunan karmaşık uyumlanabilir sistem kuramının kentsel ve mekânsal planlama disiplini ele alınıp biçimini incelemek üzere bir literatür analizi yapılmıştır. Sürekli öğrenen, öğrendiklerini geribildirimle sisteme dahil eden yapısı nedeniyle karmaşık uyumlanabilir yaklaşımı, esneklik (*flexibility*) kavramıyla karakterize edilmektedir. Araştırma konusu ile ilgili literatür, Web of Science (WOS) ve Scopus veri tabanlarında taranmıştır. Web of Science ve Scopus, pek çok farklı disiplinden çalışmaya erişim sağlayan iki büyük veri tabanıdır. Her iki veri tabanında da gelişmiş sorgu yapılabilen, başlık, konu, özet, çalışmanın dili, türü ya da yılı gibi filtreler uygulanarak ilgili bilimsel çalışmalar tespit edilebilmektedir.

Bilimsel çalışma sorgusu, çalışmanın başlığında “karmaşık uyumlanabilir sistem” ya da “uyumlanabilir sistem” ifadelerinin geçmesi ve çalışmanın konusunda “kentsel”, “şehir” ya da “mekânsal” terimleri ve “planlama” teriminin bir arada bulunması kriterlerine göre yapılmıştır (Şekil 2). Yalnızca İngilizce dilindeki çalışmalar dikkate alınmış, çalışmaların yıllarına ilişkin bir filtreleme ise yapılmamıştır. İlk sorgu neticesinde bu kriterlere uygun seksen iki çalışmaya erişilmiştir.

İkinci aşamada seksen iki çalışmanın başlık ve özetleri dikkate alınarak, araştırma kapsamı dışında kalan çalışmalar elemeye tabi tutulmuştur (*screening*). Bunun sonucunda yirmi dört çalışma ayrılarak, kalan elli sekiz çalışma dikkate alınmıştır. Tam metin incelemelerinden sonra ikinci derinlemesine eleme yapılmış, araştırma sorusuna yanıt vermeyen dokuz çalışma daha ayrılarak, kalan kırk dokuz çalışmanın literatür çözümlemesinde kullanılması kararlaştırılmıştır (Şekil 2). Seçilen bilimsel çalışmalardan on altısı konuyu kavramsal olarak ele alırken, otuz üçü ampirik temellidir. Söz konusu bilimsel çalışmaların detayları Ek 1’de sunulmuştur.

Karmaşık uyumlanabilir yaklaşımın öne çıktığı temaları ve zaman içinde değişen bağlamını ortaya koymak için içerik çözümlemesi yapmak büyük önem taşır. Bu bağlamda, araştırma kapsamında örneklemi oluşturan kırk dokuz bilimsel çalışma MAXQDA 2022’den faydalanılarak içerik analizine tabi tutulmuştur. MAXQDA, veriyi sınıflandırmayı kolaylaştıran bir nitel araştırma programıdır. Araştırmada MAXQDA 2022’nin kullanılması, sık tekrarlanan terimlerin ve kelime kombinasyonlarının belirlenmesini mümkün kılmış, bilimsel çalışmaları gruplandırmaya ve kavramsal tahlil yapmaya olanak tanımıştır. İçerik çözümlemesine bilimsel çalışmaların kaynakça kısmı dahil edilmemiştir.



Şekil 2. Literatür Taramasının Uygulanma Aşamaları

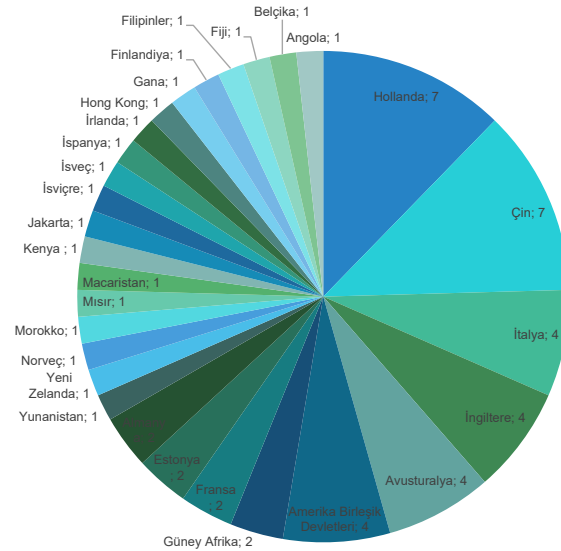
4. Literatür Analizinin Bulguları

Bu araştırmada, dünyada planlama gündemine yaklaşık son on beş yılda girmiş CAS yaklaşımının kent planlamayı ilgilendiren karmaşık ve öngörülemez problemler için bir çıkış yolu olabileceği varsayılarak, plancılar, yerel ve merkezi yönetimler gibi aktörlerin daha etkin politika kararları almalarına fırsat sağlayabilecekleri bir araç keşfedilmesi amaçlanmaktadır. Bu çerçevede bu bölüm, bilimsel çalışmaları betimleyici bilgileri ve MAXQDA 2022 programı ile yapılan içerik çözümlemesinin bulgularını içermektedir.

Araştırma sonuçları, CAS yaklaşımının Hollanda ve Çin planlama pratiklerinde yer edindiğini göstermektedir. Bu iki ülkeyi İtalya, İngiltere, Avusturalya ve Amerika Birleşik Devletleri izlemektedir (Şekil 3). Çalışmaların %45’inin Avrupa ülkelerinde gerçekleştirilmiş olması, Avrupa ülkelerinin esneklik ve kendini örgütlenme mekanizmalarına açık bir planlama arayışında olduğunu göstermektedir. Öte yandan örneklem dahilinde Türkiye’de uygulanmış herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

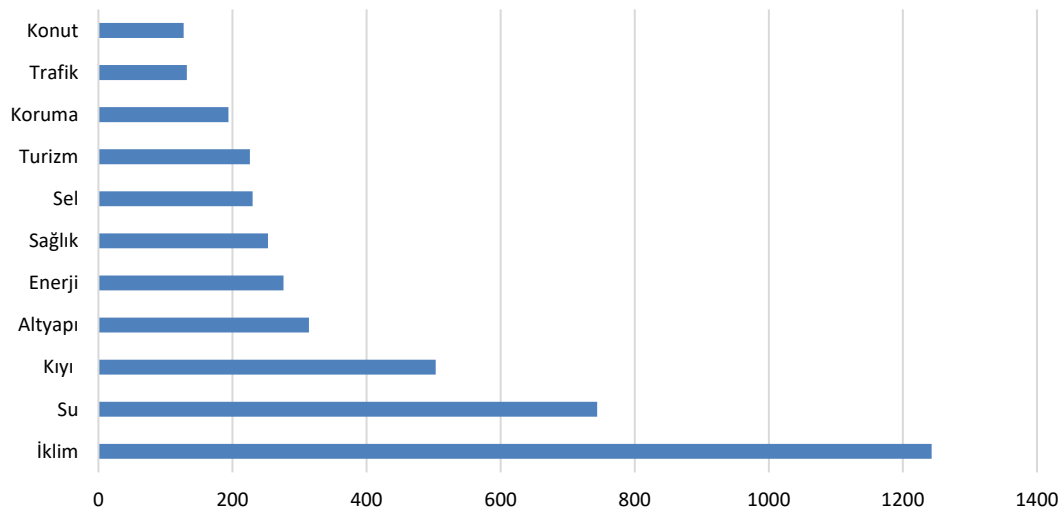
Bulgulara göre CAS yaklaşımı kentsel ve mekânsal planlamada ilk olarak 1971 yılında, uyumlanabilir sistemin kapsayıcı bir yöntem sunmasına vurgu yapan kuramsal bir çalışmada ele alınmıştır. Yirmi birinci yüzyıla birlikte koruma-kullanma dengesi ve iklim değişikliği gibi ekosistem için ciddi risk teşkil eden sorunlara yaklaşmanın popüler bir yöntemi haline gelmiştir. 2010 yılı ve sonrasında CAS yaklaşımının kıyı alanları planlamasına temas etmesiyle, kıyı alanlarının yönetim etkinliğinin sağlanması, izlenmesi, değerlendirilmesi ve bu alanların yönetiminden sorumlu

aktörlerin yetki ve rollerinin net çizgilerle belirlenmesi konuları daha sık tartışılır hale gelmiştir. Zaman içinde yaklaşımın mekânsal gelişim, turizm ve altyapı gibi mekânsal planlama ile görece daha ilintili bağlamlara konu edildiği saptanmıştır. Son beş yıla bakıldığında, en sık olarak mekânsal gelişim ve değişim dinamiklerini analiz etme, kıyı alanlarının planlanması-yönetimi ve yeni planlama politikaları üretme arayışında karmaşık uyumlanabilir sistem yaklaşımına başvurulduğu anlaşılmaktadır. Öncü çalışmalarda aktörlerin planlama sürecine katılımı ve geri bildirimi tartışılırken, bugünlerde geri bildirim döngüleri için veri toplama ve yenilikçi teknolojilerle daha geniş kesimleri sürece dahil etme kritik önemde görülmektedir.



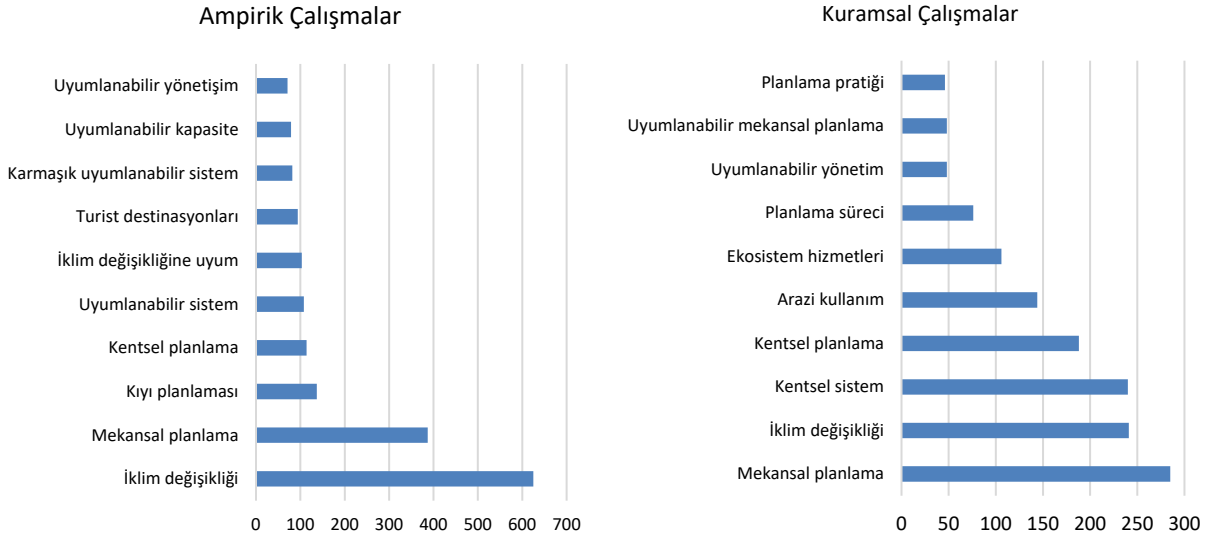
Şekil 3. Seçilen Bilimsel Çalışmaların Gerçekleştirildiği Ülkelerin Dağılımı

Örnekleme oluşturan bilimsel çalışmalarda sıkça tekrarlanan terimler, çalışmaları temalarına, ölçeklerine ve kapsamlarına göre sınıflandırmayı mümkün kılmıştır. Sık tekrarlanan kelimelerin tespitiyle, yaklaşımın yaygın olarak iklim temalı çalışmalarda kullanıldığı anlaşılmaktadır ($f = 1.243$). Su kelimesinin 744 kez, kıyı kelimesinin 503 kez tekrarlandığı, bunları altyapı enerji, sağlık, sel, turizm, koruma, trafik ve konut kelimesinin izlediği tespit edilmiştir (Şekil 4). Bu bulgu, seçilen bilimsel çalışmaların büyük oranda çevresel bağlam taşıdığını ortaya koymakta olup, bunu ekonomik, sosyal ve ekolojik bağlamlar izlemektedir. Uygun olarak, “çevresel” teriminin en sık tekrarlanan bağlam olduğu saptanmıştır ($f = 761$). Çalışmalarda kentsel kelimesinin kullanım sıklığından yola çıkarak ($f = 1.812$) değerlendirmelerin diğer mekânsal ölçeklere kıyasla büyük oranda kent ölçeğinde yapıldığını söylemek mümkündür. Bunu “bölgesel” ($f = 377$) ve “ulusal” ($f = 327$) ölçekler izlemektedir.



Şekil 4. Seçilen Bilimsel Çalışmalarda Sık Tekrarlanan Kelime Analizine Göre Oluşturulmuş Temalar.

Araştırmada kelime kombinasyonlarının sıklığı analiz edilerek olgular arasındaki etkileşim tespit edilmeye çalışılmıştır. “İklim değişikliği” ve “mekânsal planlama” kavramlarının hem kuramsal hem de ampirik çalışmalarda en sık tekrarlanan kelime kombinasyonları olduğu saptanmıştır (Şekil 5). Uyumlanabilir yönetim, yönetim, uyumlanabilir kapasite kavramlarının kullanım sıklığı da dikkat çekici düzeydedir. Yaklaşımın farklı bağlam ve yere özgü olarak yorumlanma şekli de farklılaşsa da genel itibarıyla mekânsal stratejik planlamayla benzer şekilde mekânı şekillendirmede karar merkezli bir araç işlevi gördüğü anlaşılmaktadır.



Şekil 5. Sık Tekrarlanan Kelime Kombinasyonlarının Ampirik ve Kuramsal Temelli Çalışmalara Göre Analizi.

5. Karmaşık Uyumlanabilir Kentsel Sistemlerde Araştırma Gündemi

Son zamanlarda, şehircilik araştırmalarında karmaşıklık bilimlerine dayanan dinamik bir planlama anlayışına önemli oranda yönelim vardır. İklim değişikliği ve su kaynakları yönetimi gibi çevresel sorunlar (Roggema, 2009; Schuetze ve Chelleri, 2011; Hetz ve Brunz, 2014; Xie ve Zheng, 2017), kıyı alanları planlaması gibi biyo-ekonomik temelli sorunlar (Douvere ve Ehler, 2010; Mills vd., 2014; Greenhill vd., 2020) ya da altyapı (Schuetze ve Chelleri, 2011; Saxe ve MacAskill, 2019; Hishammuddin ve Wang, 2021) ve enerji (Korhonen ve Snäkin, 2015) gibi ekosistem hizmetlerine ilişkin sorunlar söz konusu olduğunda, sürekli değişen koşullara uyumlanabilir bir planlama anlayışının eylemsel ve düşünsel olarak benimsendiği görülmektedir. Bu bölümde karmaşık uyumlanabilir kentsel sistemlerin araştırma gündemi, bilimsel çalışmaların terim sıklığı analizi ve içerikleri esas alınarak belirlenen çevresel bağlam ve planlama sistemi alt başlıklarında değerlendirilmiştir.

5.1 Çevresel Bağlam

Çevresel bağlamda iklim değişikliği kuşkusuz karmaşık uyumlanabilir sistem yaklaşımından en çok beslenen temadır. İklim değişikliğinin beklenmedik birtakım zorluklarla kentsel mekânın akışında değişikliğe neden olması, toplumun önlenmesi mümkün olmayan bazı etkilere hazırlanmasına yönelik arayışları beraberinde getirmiştir. İklim değişikliğine uyum konusunun belirsizlik ve karmaşıklıkla karakterize edilmesi ise politika üretiminde karmaşık uyumlanabilir sistem yaklaşımının dayanak alınmasında etken olmuştur (Roggema, 2009; Van Buuren vd., 2013). Uyumlanabilirlik, iklim değişikliğinin potansiyel hasarlarını en aza indirmek ve etkilerin sonuçlarıyla başa çıkabilmek için aktörler arasında esnek ve kapsayıcı bir iş birliği geliştirmeye odaklanmaktadır (Van Bureen vd. 2013). İklimde uyumlanmış bir kentsel sistemde mekânsal fonksiyonlar tahsis edilirken alınan kararların iklim değişikliğinden kaynaklanan gereksinimlerle örtüşmesi önem taşımaktadır.

Paydaş katılımının neden olduğu etkileşimli yeniden örgütlenme özelliği, karmaşık uyumlanabilir yaklaşımı doğal kaynak yönetimine ilişkin politika üretimi için elverişli hale getirmektedir (Maynard vd., 2011). Bununla birlikte, ekonomik ve ekolojik faydalar arasındaki çatışmayı içeren kapsamı nedeniyle bir yönetim meselesi olarak görülen kıyı alanları planlanması da CAS yaklaşımının gündeminde yer edinmiştir (De Vrees, 2021). Karmaşık sistemdeki uyumlanabilir değişime değinen panarşi (*panarchy*) çerçevesi ise ekonomik ve çevresel değerler arasındaki karmaşık dengeyi çözümlenmeye katkı sunan güncel bir araçtır (Higgins ve Duane, 2008).

5.2 Planlama Sistemi

Planlama sistemi günümüzde değişen kentsel dinamikleri ve belirsizlikleri hesaba katmalıdır. Geleneksel planlama sistemlerinin yeniden düşünülmesini gerekli kılan bu gerçeklik, doğrusal bir uyum anlayışına ve doğrusal planlama araçlarına karşı çıkmaktadır (Birkmann vd., 2014). Kentlerin sosyal açıdan eşit ve ekonomik açıdan rekabet edebilir olabilmesi, dış şokların etkisiyle gerçekleşen biçimsel ve işlevsel değişimler karşısında kendini örgütleyen yapıya kavuşmasıyla ilişkilidir (Nickayin vd., 2022). Kentsel sistemin değişken koşullara ve şoklara başarılı bir şekilde yanıt vermesinde ise esnek mekânsal kurgu önemli rol oynamaktadır (Kruse ve Pütz, 2014). Karmaşık uyumlamalı kentsel sistem yaklaşımının planlama gündemine yaptığı katkı, karmaşıklık ve doğrusal olmama mekanizmalarından beslenmesi ve süreç içinde öğrenme ile esnek bir planlama ve yönetim anlayışını dikkate almasıdır.

Uyulanabilir yaklaşımda esas olan farklı katmanlardan aktörlerin sürece sürekli katılımı ve sağlanan geribildirimle sürekli iyileştirmenin devam etmesidir (Greenhill vd., 2019). Bu sayede planın farklı kullanıcıların ihtiyaçlarıyla uyumu da sağlanabilmektedir (Walsh vd., 2013). Planlama sürecine geniş katılımın yanı sıra, aktörler ve hükümetin yetki ve rollerinin netliği de önem taşımaktadır. Katılım sürecine dijital teknolojilerin entegre edilmesi ise daha geniş paydaş kitlesine ulaşabilmek için etkili bir araçtır (Türken ve Eyüboğlu, 2021).

Uyulanabilir planlama sistemi, planlamanın bilgi ve iletişim teknolojileri ile desteklenmesini gerektirir. Belirli bağlamlar içinde bilgi toplayan uyulanabilir sistem, kararların yeni verilerle iyileştirilmesine ve mekânsal yönetim düzenlemelerinin sürekli değişen sistemlere uyacak şekilde ince ayarlanmasına izin vermektedir. Bu bağlamda izleme ve değerlendirme aşaması hem karmaşık uyulanabilir mekânsal planlama boyunca düzeltici bir işlev olarak hizmet etmekte hem de gelecekteki planlama faaliyetlerini daha etkin ve verimli bir şekilde yapılandırmak için bir kılavuz görevi görmektedir. Uyulanabilirliğin daha iyi uygulanabilmesi, sonuçların sürekli izlenmesi ve değerlendirilmesine yönelik metodolojinin geliştirilmesi ile yakından ilişkilidir (Kruse ve Pütz, 2014).

6. Sonuç

Kentler, sayısı günbegün değişen belirsizliklere maruz kalan sistemlerdir. İklim değişikliği, salgınlar, afetler, savaş, zorunlu göçler gibi sisteme aniden etki etmesi muhtemel koşullara hazır olmak ya da değişen bağlamlara uyum sağlama kapasitesi geliştirmek, günümüz karmaşık kentsel sistemlerinin temel yetkinlikleri arasında yer almalıdır. Öngörülemez bir ortamda politika ve strateji üretecek yetiye sahip olmak ise kentlere karmaşık uyulanabilir sistemler olarak yaklaşmayı gerektirir. Dolayısıyla son on beş yılda kentin ani şoklara fazla duyarlı çevresel ve sosyoekonomik yapısının, biçim ve işlev bağlamında dinamik mekânsal yapısının ve zaman zaman etkisiz kalabilen planlama sisteminin karmaşık kentsel sistem perspektifi üzerinden temsili gündemdedir. Bununla birlikte, yaklaşımın yeni bir yöntem dayatma girişimi olarak görülmemesi önem taşır; esas amaçlanan günümüz kentsel sorunlarının karmaşıklığı ile başa çıkabilen esnek politika gelişimine yönelik bir paradigma değişimini benimsetmektir.

Karmaşık uyulanabilir yaklaşım, belirsizliğin etmen tabanlı modelleme, yapay sinir ağı, hücresel otomasyon, sistem dinamiği gibi pek çok doğrusal olmayan problem çözme teknikleri ile modellenenbilmesine olanak tanımaktadır. Kent denilen bu sistemde kurala dayalı etkileşimler ve bu etkileşimlerin de bir örüntüsü vardır. Sistemdeki bileşenleri öğrenmek ve modellemek örüntüyü netleştirmektedir. Böylece kentsel sistemin belirsizlik karşısında uyulanabilir bir tepki göstermesini sağlayacak stratejiler geliştirmek mümkün hale gelmektedir. Bildiklerimizi değerlendirmek, nereye gideceğimizi keşfetmek için önemli bir adım olarak görülür. Bunu sağlamak içinse sistemin ve bileşenlerinin etkileşimlerinin anlaşılması hedeflenmelidir. Karmaşık kentsel sistemin geleceği hakkında öngörü sahibi olabilmek ve sistemi uyulanabilir hale getirebilmek için geriye dönük zaman-uzamsal göstergelerin açılımlarından yardım alınmalıdır. Zira yeni bilgiler eklendikçe sistemin uyulanabilir olma kapasitesi artmaktadır. Benzer olarak literatür çözümlemesi, son beş yılda yapılan çalışmaların kolektif veri toplamanın önemine ve karmaşıklığın modellenmesine ilişkin sağlanan metotlara odaklandığını açığa çıkarmaktadır.

Ekler

Ek 1. Araştırma Kapsamında Seçilen Bilimsel Çalışmaların Detayları.

Yazar	Yıl	Ülke	Araştırma Yöntemi	Tema	Ele Alınan Konu
Ahern vd.	2014	Amerika Birleşik Devletleri	Kuramsal	Ekosistem hizmetleri	Yaparak öğrenme pratiği İzleme ve müteakip düzeltici önlemlerin uyumlamalı planlama çerçevesinin hayati bir parçası olması
Allan ve Plant	2022	Avusturalya	Kuramsal	Planlama sistemi	Planlama sürecinde geri bildirim döngüleri oluşturabilmek için veri toplama prototiplerinin oluşturulması Planlama sisteminde daha etkili danışma, şeffaflık ve hesap verebilirlik

Aps vd.	2018	Estonya	Ampirik	Kıyı alanları planlaması	Uyumlanabilir stratejik kıyı alanları planı için deniz üzerindeki çevresel ve insan kaynaklı baskıların değerlendirilmesi
Baoxing	2018	Çin	Kuramsal	Afet yönetimi	Uyumlanabilir yaklaşımın kentlerin ekolojik, sosyal ve ekonomik dirençliliğini ve canlılığını geliştirmedeki rolü
Basile vd.	2016	İtalya	Ampirik	Planlama sistemi	Karmaşık uyumlanabilir sistem perspektifinin yer yönetimi ve pazarlaması için yol gösterici olarak kullanımı
Birkmann vd.	2012	Almanya	Kuramsal	İklim değişikliği	Uyumlanabilir mekansal yönetişimin işlevsel ölçek uyumsuzluklarının gidermedeki rolü Planlamada bilgiye erişimin iyileştirilmesi
Birkmann vd.	2014	Almanya	Ampirik	Planlama sistemi	Planlama sisteminin uyumlanabilir yönetim çerçevesinde yeniden düşünülmesi
Caldera vd.	2021	İtalya	Kuramsal	Planlama sistemi	Etkileşimli teknolojilerin yerel yönetimlere uyarlanmasıyla uyumlanabilir planlama süreci oluşturabilme Yenilikçi teknolojilerle daha geniş toplumsal tabakaları planlama sürecine dahil edebilme
Cettner vd.	2012	İsveç	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Geleneksel drenaj sistemlerini sürdürülebilir drenaj sistemlerine uyumlama
Cooper vd.	1971	Amerika Birleşik Devletleri	Kuramsal	Planlama sistemi	Planlamada vatandaş katılımının önemi
Crowe vd.	2016	İrlanda	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Sosyal-ekolojik dirençlilik düşüncesinin kent planlamaya etkileri
Dai vd.	2018	Hollanda	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Yağmur suyu toplamada kamu ve özel mülkiyetin sorumluluklarının belirgin olması gerekliliği Öğrenme ve uyum sağlama kapasitesini geliştiren yöntem önerisi
Daudin vd.	2022	Fransa	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Atık su arıtma sistemlerinde uyumlamalı yönetim önerisi
De Vrees	2021	Hollanda	Ampirik	Kıyı alanları planlaması	Geçmişe yönelik bilgi ve deneyimlerin kıyı alanları mekânsal planlarına entegre edilmesi Paydaş katılımının önemi
Douvere ve Ehler	2010	Fransa	Kuramsal	Kıyı alanları planlaması	Mekansal ve zamansal yönetim etkinliğinin izlenmesi ve değerlendirilmesi
Greenhill vd.	2020	İngiltere	Ampirik	Kıyı alanları planlaması	Kıyı alanları planlamasında yetki ve rollerin belirsizliğinin ve yönetim eksikliklerinin giderilmesi Finansal kapasitenin kısıtlı oluşunun uyumlanabilir yaklaşımdaki harekete geçme kabiliyetini sınırlaması
Gupta vd.	2015	Hollanda	Ampirik	İklim değişikliği	Kurumların toplumu karmaşık ve belirsiz iklim değişikliği etkilerine uyum sağlamaya teşvik etme kapasitesi
Hetz ve Brunz	2014	Güney Afrika	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Sel vb. iklim değişikliği etkilerine yönelik uyumlanabilir planlama seçeneklerinin potansiyeli
Higgins ve Duane	2007	Amerika Birleşik Devletleri	Ampirik	Planlama sistemi	Değişen fiziksel ve sosyal koşullara uyumlanabilen, interaktif plan önerisi Dinamik planlama Stratejik planlamanın panarşi çerçevesine oturtulması
Hishammuddin ve Wang	2021	Çin	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Esnek ve uyumlanabilir kentsel yeraltı mekanları
Keeton ve Nijhuis	2019	Kenya, Morokko, Mısır, Gana ve Angola	Ampirik	Planlama sistemi	Sürdürülebilir ve kapsayıcı kentsel gelişim için uyumlanabilir kent planlama yaklaşımı önerisi

Korhonen ve Snäkin	2015	Finlandiya	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Eko-verimlilik çalışmalarında karmaşık uyumlanabilir sistem yaklaşımı
Kruse ve Pütz	2014	İsviçre	Ampirik	İklim değişikliği	İklim değişikliğine uyumlu bir mekansal planlamanın için hem planlama yetkililerin iklime ilişkin bilgiye erişmesi hem de uyum konusunun mekansal planlama mevzuatında kabul görmesi gerekliliği
Lerouge vd.	2017	Belçika	Kuramsal	Ekosistem hizmetleri	Uyumlanabilir arazi kullanım sisteminin benimsenmesiyle sosyoekonomik veya biyofiziksel iç ve dış şoklara rağmen insan yararına hizmet sunma kapasitesinin korunabileceği/artırılabilirliği
Manesh ve Tadi	2011	İtalya	Ampirik	Kent morfolojisi	Kent morfolojisinin enerji performansı üzerindeki etkisinin karmaşık uyumlanabilir sistem yaklaşımıyla analizi
Marsal-Llacuna ve Fabregat-Gesa	2016	İspanya	Kuramsal	Planlama sistemi	Kent planlamanın bilgi ve iletişim teknolojileri ile desteklenmesi ihtiyacı
Maynard vd.	2011	Avusturalya	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Planlama ve doğal kaynak yönetimi için uyumlanabilir katılımcı yaklaşım çerçevesi
Mills vd.	2014	Fiji, Filipinler, Avusturalya, Güney Afrika ve Amerika Birleşik Devletleri	Ampirik	Kıyı alanları planlaması	Uyumlanabilir yaklaşımın uygulanması önündeki kurumsal ve politik engeller
Nadin vd.	2020	Hollanda	Kuramsal	Planlama sistemi	Planlamada şeffaflık ve yönetim ihtiyacı
Nel vd.	2018	Yeni Zelanda	Ampirik	Mekansal planlama	Kentsel değişimin karmaşıklığını karmaşık uyumlanabilir sistem yaklaşımı ile anlama gayreti
Nickayin vd.	2022	Yunanistan	Ampirik	Mekansal planlama	Metropolitan sistemlerin dış şoklar karşısında daha hızlı toparlanabilmesi için planlamada sosyoekonomik göstergelerin zaman-uzamsal analizinden faydalanma gerekliliği
Olsen vd.	2011	Norveç	Kuramsal	Kıyı alanları planlaması	Başarılı kıyı alanları planlaması için ekosistemin de dahil edildiği yönetim stratejileri
Orru vd.	2018	Estonya	Ampirik	İklim değişikliği	Sağlık sisteminin iklim değişikliğine yönelik hedeflerle uyumlu hale getirilmesi
Perez vd.	2017	Avusturalya	Kuramsal	Planlama sistemi	Karmaşık kentsel dinamiklerin anlaşılması için kent planlamanın bilimsel araştırma ile daha fazla işbirliği içinde olması gerekliliği
Poerbandono vd.	2014	Jakarta	Ampirik	İklim değişikliği	Birey temelli yaklaşımlara yönelim
Roggema	2009	Hollanda	Ampirik	İklim değişikliği	Mekansal ve zamansal çok-ölçeklilik
Salvati vd.	2015	İtalya	Ampirik	Arazi yönetimi	Aşağıdan yukarıya modellemenin gerekliliği
Saxe ve MacAskill	2019	İngiltere	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	İklim ve arazi örtüsünde görülen değişikliğin sonuçları üzerinden uyumlanabilir havza yönetimine girdi sağlayacak bir yöntem önerisi
Schuetze ve Chelleri	2011	Hollanda	Ampirik	Ekosistem hizmetleri	Karmaşık uyumlanabilir sistem perspektifinin bölgesel mekansal sistemler için yol gösterici olarak kullanımı
					Biyofiziksel ve sosyoekonomik göstergeler üzerinden karmaşık uyumlanabilir toprak-peyzaj sisteminin bileşenleri arasındaki ilişkiyi değerlendirme
					Dinamik kentler için uyumlanabilir altyapı sistemleri geliştirilmesi
					Hollanda'da iklim değişikliği kaynaklı olarak değişen su seviyeleri nedeniyle kentsel gelişimde iklime uyumlu tasarımlara ağırlık verme ihtiyacının oluşması

Sengupta vd.	2016	İngiltere	Kuramsal	Planlama sistemi	Yukarıdan aşağıya yaklaşım eleştirisi Planlamada kendini örgütlemenin önemi
Shi vd.	2021	Çin	Kuramsal	Planlama sistemi	Kendini örgütleyen bir kentsel gelişim modeli oluşturma Baskıları absorbe eden ancak temel işlevlerini, yapılarını, sistemlerini ve özelliklerini koruyabilen, dirençli kentsel sistem önerisi
Szkordilis vd.	2016	Macaristan	Ampirik	İklim değişikliği	Şehir plancılarına yardımcı olabilecek, iklime uyumlu planlama sistemi kurgusu
Van Buuren vd.	2013	Hollanda	Kuramsal	İklim değişikliği	İklim değişikliğine uyumda aktörlerin ve hükümetin rollerinin tartışılması
Walsh vd.	2013	İngiltere	Ampirik	İklim değişikliği	Yerel yönetimin karmaşık sorunlarla baş etme kapasitesinin kısıtlı oluşu nedeniyle kent ölçeğinde model geliştirme sürecine bilim insanları ve paydaşların entegrasyonu
Xiang vd.	2018	Çin	Ampirik	Afet yönetimi	Afetten sonra kentsel toplumun iyileştirilmesinde ve yaşam alanlarının yeniden inşasında uyumlanabilir değerlendirme sisteminin rolü
Xie ve Zheng	2017	Çin	Ampirik	İklim değişikliği	Yerleşimlerin iklim değişikliğine uyarlanabilirliğinin karşılaştırılması
Yang C. vd.	2019	Hong Kong	Kuramsal	Mekansal planlama	Kentsel tasarım sürecinde kendini örgütleyen tasarım yöntemi önerisi
Yang Z. vd.	2019	Çin	Ampirik	Turizm	Turistik destinasyonlarının karmaşık bileşenlerinin incelenmesi
Zhao vd.	2019	Çin	Ampirik	Mekansal planlama	Arazi kullanım tahsisinde paydaş görüşlerine açık ve esnek bir mekansal planlama mekanizmasından faydalanmaya ilişkin öneri

Kaynakça

- Ahern, J., Cilliers, S., & Niemelä, J. (2014). The concept of ecosystem services in adaptive urban planning and design: A framework for supporting innovation. *Landscape and Urban Planning*, 125, 254-259. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.020>
- Allan, P., & Plant, R. (2022). Hacking: Field Notes for Adaptive Urban Planning in Uncertain Times. *Planning Practice & Research*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/02697459.2022.2054566>
- Amen, M. A. (2021). The Assessment of Cities Physical Complexity through Urban Energy Consumption. *Civil Engineering and Architecture*, 9(7), 2517–2527. doi:10.13189/cea.2021.090735
- Aps, R., Herkül, K., Kotta, J., Cormier, R., Kostamo, K., Laamanen, L., ... & Varjopuro, R. (2018). Marine environmental vulnerability and cumulative risk profiles to support ecosystem-based adaptive maritime spatial planning. *ICES Journal of Marine Science*, 75(7), 2488-2500. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy101>
- Aubin, D., & Dalmedico, A. D. (2002). Writing the history of dynamical systems and chaos: longue durée and revolution, disciplines and cultures. *Historia Mathematica*, 29(3), 273-339. <https://doi.org/10.1006/hmat.2002.2351>
- Auyang, S. Y. (1998). *Foundations of complex-system theories: in economics, evolutionary biology, and statistical physics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Baoxing, Q. (2018). Resilient urban design methods and principles based on the complex adaptive system theory. *Landscape Architecture Frontiers*, 6(4), 42-47. DOI: 10.15302/J-LAF-20180404
- Basile, G., Dominici, G., & Tani, M. (2016). Place marketing and management: a complex adaptive systems view. The strategic planning of the city of Avellino, Italy. *Systemic practice and action research*, 29(5), 469-484. DOI: 10.1007/s11213-016-9372-9
- Birkmann, J., Bach, C., & Vollmer, M. (2012). Tools for resilience building and adaptive spatial governance. *Raumforschung und Raumordnung*, 70(4), 293-308. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13147-012-0172-0>
- Birkmann, J., Garschagen, M., & Setiadi, N. (2014). New challenges for adaptive urban governance in highly dynamic environments: Revisiting planning systems and tools for adaptive and strategic planning. *Urban Climate*, 7, 115-133. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2014.01.006>
- Burnes, B. (2005). Complexity theories and organizational change. *International Journal of Management Reviews*, 7(2), 73-90. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2370.2005.00107.x>

- Caldera, C., Ostorero, C., Manni, V., Galli, A., & Valzano, L. S. (2021). Cities in transformation. Computational Urban Planning Through Big Data Analytics. *Techne*, 2, 76. DOI: 10.13128/techne-10686
- Cettner, A., Söderholm, K., & Viklander, M. (2012). An adaptive stormwater culture? Historical perspectives on the status of stormwater within the Swedish urban water system. *Journal of urban technology*, 19(3), 25-40. <https://doi.org/10.1080/10630732.2012.673058>
- Cooper, W. W., Eastman, C., Johnson, N., & Kortanek, K. (1971). Systems approaches to urban planning: mixed, conditional, adaptive and other alternatives. *Policy Sciences*, 2(4), 397-405. <https://doi.org/10.1007/BF01406140>
- Crowe, P. R., Foley, K., & Collier, M. J. (2016). Operationalizing urban resilience through a framework for adaptive co-management and design: Five experiments in urban planning practice and policy. *Environmental Science & Policy*, 62, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.04.007>
- Dai, L., Wörner, R., & van Rijswijk, H. F. (2018). Rainproof cities in the Netherlands: Approaches in Dutch water governance to climate-adaptive urban planning. *International Journal of Water Resources Development*, 34(4), 652-674. <https://doi.org/10.1080/07900627.2017.1372273>
- Daudin, K., Weber, C., Fouché, O., & Maton, L. (2022). Soil-water adaptive management process: the case of On-site Wastewater Treatment Systems in peri-urban areas in France. *Environmental Challenges*, 100506. DOI: 10.1016/j.envc.2022.100506
- de Vrees, L. (2021). Adaptive marine spatial planning in the Netherlands sector of the North Sea. *Marine Policy*, 132, 103418. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2019.01.007>
- Douvere, F., & Ehler, C. N. (2011). The importance of monitoring and evaluation in adaptive maritime spatial planning. *Journal of Coastal Conservation*, 15(2), 305-311. <https://doi.org/10.1007/s11852-010-0100-9>
- Eken, C. (2019). Learning from resilience: cities towards a self-organizing system. *Journal Of Contemporary Urban Affairs*, 3(1), 92-103. <https://doi.org/10.25034/ijcua.2018.4686>
- Gell-Mann, M. (1994). Complex adaptive systems. In G. Cowan, D. Pines, & D. Meltzer (Eds.), *Complexity: Metaphors, models and reality* (pp. 17-45). Addison-Wesley, Reading, MA.
- Greenhill, L., Stojanovic, T. A., & Tett, P. (2020). Does marine planning enable progress towards adaptive governance in marine systems? Lessons from Scotland's regional marine planning process. *Maritime Studies*, 19(3), 299-315. <https://doi.org/10.1007/s40152-020-00171-5>
- Gupta, J., Bergsma, E., Termeer, C. J. A. M., Biesbroek, G. R., van den Brink, M., Jong, P., ... & Nooteboom, S. (2016). The adaptive capacity of institutions in the spatial planning, water, agriculture and nature sectors in the Netherlands. *Mitigation and adaptation strategies for global change*, 21(6), 883-903. DOI: 10.1007/s11027-014-9630-z
- Hetz, K., & Bruns, A. (2014). Urban planning lock-in: implications for the realization of adaptive options towards climate change risks. *Water International*, 39(6), 884-900. <https://doi.org/10.1080/02508060.2014.962679>
- Higgins, T. L., & Duane, T. P. (2008). Incorporating complex adaptive systems theory into strategic planning: The Sierra Nevada Conservancy. *Journal of Environmental Planning and Management*, 51(1), 141-162. <https://doi.org/10.1080/09640560701712291>
- Hishammuddin, M. A. H., & Wang, J. X. (2021, October). Towards Sustainable, Resilient and Adaptive Urban Underground Space (UUS) Exploration, Land Subsidence and Economic Impact Spatial Model (USEM) in Shanghai, PR China: Systematic Reviews, Model Framework, Initial Results and Pre-Determined Challenges. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 861, No. 7, p. 072033). IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/861/7/072033
- HSDI (Human Systems Dynamics Institute). (2016). Complex Adaptive System. 3 Aralık 2021 tarihinde <https://www.hsdinstitute.org/resources/complex-adaptive-system.html> adresinden erişildi.
- Innes, J. E., & Booher, D. E. (1999). Consensus building and complex adaptive systems: A framework for evaluating collaborative planning. *Journal of the American Planning Association*, 65(4), 412-423. <https://doi.org/10.1080/01944369908976071>
- Keeton, R., & Nijhuis, S. (2019). Spatial challenges in contemporary African New Towns and potentials for alternative planning strategies. *International Planning Studies*, 24(3-4), 218-234. <https://doi.org/10.1080/13563475.2019.1660625>
- Korhonen, J., & Snäkin, J. P. (2015). Quantifying the relationship of resilience and eco-efficiency in complex adaptive energy systems. *Ecological Economics*, 120, 83-92. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2015.09.006
- Kruse, S., & Pütz, M. (2014). Adaptive capacities of spatial planning in the context of climate change in the European Alps. *European Planning Studies*, 22(12), 2620-2638. <https://doi.org/10.1080/09654313.2013.860516>
- Lerouge, F., Gulink, H., & Vranken, L. (2017). Valuing ecosystem services to explore scenarios for adaptive spatial planning. *Ecological Indicators*, 81, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.05.018>

- Manesh, S. V., & Tadi, M. (2011). Sustainable urban morphology emergence via complex adaptive system analysis: Sustainable design in existing context. *Procedia Engineering*, 21, 89-97. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2011.11.1991>
- Marsal-Llacuna, M. L., & Fabregat-Gesa, R. (2016). Modeling citizens' urban time-use using adaptive hypermedia surveys to obtain an urban planning, citizen-centric, methodological reinvention. *Time & Society*, 25(2), 272-294. <https://doi.org/10.1177/0961463X15577259>
- Maynard, S., James, D., & Davidson, A. (2011). An adaptive participatory approach for developing an ecosystem services framework for South East Queensland, Australia. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, 7(3), 182-189. DOI: 10.1080/21513732.2011.652176
- Mills, M., Weeks, R., Pressey, R. L., Gleason, M. G., Eisma-Osorio, R. L., Lombard, A. T., ... & Morrison, T. H. (2015). Real-world progress in overcoming the challenges of adaptive spatial planning in marine protected areas. *Biological Conservation*, 181, 54-63. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.10.028>
- Nadin, V., Stead, D., Dąbrowski, M., & Fernandez-Maldonado, A. M. (2021). Integrated, adaptive and participatory spatial planning: trends across Europe. *Regional Studies*, 55(5), 791-803. DOI: 10.1080/00343404.2020.1817363
- Nel, V. (2009). Complex adaptive systems as a theoretical tool in urban planning. *Stads-En Streksbeplanning= Town and Regional Planning*, 2009(55), 24-30. DOI: 10.4324/9781315576282-21
- Nel, D., du Plessis, C., & Landman, K. (2018). Planning for dynamic cities: introducing a framework to understand urban change from a complex adaptive systems approach. *International Planning Studies*, 23(3), 250-263. <https://doi.org/10.1080/13563475.2018.1439370>
- Nickayin, S. S., Bianchini, L., Egidi, G., Cividino, S., Rontos, K., & Salvati, L. (2022). 'Pulsing' cities and 'swarming' metropolises: A simplified, entropy-based approach to long-term urban development. *Ecological Indicators*, 136, 108605. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108605>
- Notarnicola, I., Petrucci, C., De Jesus Barbosa, M. R., Giorgi, F., Stievano, A., Rocco, G., & Lancia, L. (2017). Complex adaptive systems and their relevance for nursing: An evolutionary concept analysis. *International journal of nursing practice*, 23(3), e12522. DOI: 10.1111/ijn.12522
- Olsen, S. B., Olsen, E., & Schaefer, N. (2011). Governance baselines as a basis for adaptive marine spatial planning. *Journal of Coastal Conservation*, 15(2), 313-322. <https://doi.org/10.1007/s11852-011-0151-6>
- Orru, K., Tillmann, M., Ebi, K. L., & Orru, H. (2018). Making administrative systems adaptive to emerging climate change-related health effects: case of Estonia. *Atmosphere*, 9(6), 221. <https://doi.org/10.3390/atmos9060221>
- Perez, P., Banos, A., & Pettit, C. (2016, May). Agent-based modelling for urban planning current limitations and future trends. In *International Workshop on Agent Based Modelling of Urban Systems* (pp. 60-69). Springer, Cham. DOI: 10.1007/978-3-319-51957-9_4
- Rauws, W. (2017). Embracing uncertainty without abandoning planning: Exploring an adaptive planning approach for guiding urban transformations. *DisP-The Planning Review*, 53(1), 32-45. <https://doi.org/10.1080/02513625.2017.1316539>
- Roggema, R. (2009). Adaptation to climate change: does spatial planning help? Swarm planning does!. *WIT Transactions on Ecology and the Environment*, 127, 161-172. <https://doi.org/10.2495/RAV090141>
- Salvati, L., Mavrikis, A., Colantoni, A., Mancino, G., & Ferrara, A. (2015). Complex Adaptive Systems, soil degradation and land sensitivity to desertification: A multivariate assessment of Italian agro-forest landscape. *Science of the Total Environment*, 521, 235-245. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.094>
- Saxe, S., & MacAskill, K. (2021). Toward adaptive infrastructure: The role of existing infrastructure systems. *Sustainable and Resilient Infrastructure*, 6(5), 330-333. <https://doi.org/10.1080/23789689.2019.1681822>
- Schuetze, T., & Chelleri, L. (2011). Climate adaptive urban planning and design with water in Dutch polders. *Water Science and Technology*, 64(3), 722-730. <https://doi.org/10.2166/wst.2011.688>
- Sengupta, U., Rauws, W. S., & De Roo, G. (2016). Planning and complexity: Engaging with temporal dynamics, uncertainty and complex adaptive systems. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(6), 970-974. <https://doi.org/10.1177/0265813516675872>
- Shi, Y., Zhai, G., Xu, L., Zhou, S., Lu, Y., Liu, H., & Huang, W. (2021). Assessment methods of urban system resilience: From the perspective of complex adaptive system theory. *Cities*, 112, 103141. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103141>
- Szkordilis, F., Kiss, M., Égerházi, L. A., Kassai-Szőó, D., & Gulyás, Á. (2016). Facilitating climate adaptive urban design-developing a system of planning criteria in Hungary. In *Expanding boundaries—Systems Thinking for the Built Environment: Sustainable Built Environment (SBE) Regional Conference, Zürich, Svájc, VDF Hochschulverlag AG an der ETH Zürich* (pp. 102-106). DOI: 10.3218/3774-6_17

- Turken, A. O., & Eyuboglu, E. E. (2021). E-participatory Approaches in Urban Design. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 5(2), 169-182. <https://doi.org/10.25034/ijcua.2021.v5n2-2>
- Van Buuren, A., Driessen, P. P., van Rijswijk, M., Rietveld, P., Salet, W., Spit, T., & Teisman, G. (2013). Towards adaptive spatial planning for climate change: Balancing between robustness and flexibility. *Journal for European Environmental & Planning Law*, 10(1), 29-53. DOI: <https://doi.org/10.1163/18760104-01001003>
- Walsh, C. L., Roberts, D., Dawson, R. J., Hall, J. W., Nickson, A., & Hounsome, R. (2013). Experiences of integrated assessment of climate impacts, adaptation and mitigation modelling in London and Durban. *Environment and Urbanization*, 25(2), 361-380. <https://doi.org/10.1177/0956247813501121>
- Xiang, M., Zhao, W., & Chen, J. (2018). A comparison of different reconstruction modes and adaptive evaluation systems for community recovery following the Wenchuan earthquake. *Sustainability*, 10(11), 4115. <https://doi.org/10.3390/su10114115>
- Xie, X., & Zheng, Y. (2017). Research on the evaluation indicator system for climate adaptive cities: A case study of Beijing. *Chinese Journal of Urban and Environmental Studies*, 5(1), 1750007-1-19. <https://doi.org/10.1142/S2345748117500075>
- Yang, C., Gu, Z., & Yao, Z. (2019). Adaptive Urban Design Research based on Multi-Agent System: Taking the Urban Renewal Design of Shanghai Hongkou Port Area as an Example. M. Haeusler, M. A. Schnabel, T. Fukuda (eds.), *Intelligent & Informed - Proceedings of the 24th CAADRIA Conference - Volume 1*, Victoria University of Wellington, Wellington, New Zealand, 15-18 April 2019, pp. 225-234.
- Yang, Z., Yin, M., Xu, J., & Lin, W. (2019). Spatial evolution model of tourist destinations based on complex adaptive system theory: a case study of Southern Anhui, China. *Journal of Geographical Sciences*, 29(8), 1411-1434. <https://doi.org/10.1007/s11442-019-1669-z>
- Zhao, X., Ma, X., Tang, W., & Liu, D. (2019). An adaptive agent-based optimization model for spatial planning: A case study of Anyue County, China. *Sustainable Cities and Society*, 51, 101733. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101733>