

## DERLEME / REVIEW

# Geleneksel Kent Modellerinden Karmaşık Sistem Modellerine Geçiş

## *Transition from Traditional Urban Models to Complex System Models*

 Sıla Özdemir,<sup>1</sup>  Mustafa Raşit Şahin,<sup>2</sup>  Emine Yetişkul<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Ankara

<sup>2</sup>Altındağ Belediyesi, Mali Hizmetler Müdürlüğü, Ankara

<sup>3</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Ankara

## ÖZ

Kentlerin ekonomik, sosyal ve yönetsel ilişkilerin ağ ve düğümleri üzerinden karmaşık kentsel sistemler olarak ele alındığı bir dönem içerisindeyiz. Bu çalışma, planlamada mekan, tanımı ve kavramsallaştırmasının doğa bilimleri temelli değişimini ve bu değişimin kentsel modelleme yaklaşımları üzerindeki etkisini incelemektedir. Çalışmada mekanı mutlak, kavramsallaştırmalarını ise statik ve deterministik olarak ele alan geleneksel modellerden karmaşık kent modellerine geçiş tartışılmaktadır. Dönüşen bilim anlayışı çerçevesinde kentlerin karmaşık yapılar olarak ele alınması ve modellenmesi, kentleri anlama ve yönlendirme biçimlerimiz ile planlama yaklaşımımız ve pratiğimiz açısından önemlidir. Bu doğrultuda, kentsel mekanın kavramsallaştırılmasındaki temel etmenler olan mekan-zaman ve insana ilişkin anlayışın, bilimsel düşüncenin, kavramların ve teorilerin değişimine yer verilmiştir. Karmaşık sistem yaklaşımının temel özelliklerini barındıran kentlerin ve kentsel sistemlerin modellenmesinde kullanılan temel modeller olan dağınık, sinerjetik, fraktal, hücresel özleşme ve ajan tabanlı, kum yığını ve küçük dünya kent modelleri açıklanmaktadır. Çalışma, kentsel modelleme ve planlama alanında yeni teorik ve metodolojik yaklaşımların tanıtılmasına katkıda bulunmakla beraber, bu alandaki bilgi birikimini zenginleştirmeyi ve mevcut yaklaşımların sınırlılıklarını aşacak şekilde karmaşıklık teorisinin yöntem ve modellerini kentsel mekanın hesaplama, analiz ve tahmin araçları olarak tanıtmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, karmaşıklık teorisinin kentsel planlama süreçlerine entegrasyonunun önemini vurgulamakta, kentlerin kendi kendini örgütleyen dinamik sistemler olduğu sonucu kapsamında kentsel stratejiler oluşturulurken daha esnek ve adaptif yaklaşımlar benimsemesi gerektiği tartışılmaktadır.

Anahtar sözcükler: Geleneksel kent modelleri; karmaşıklık; karmaşık sistem yaklaşımları; kent planlama; mekansal kavramsallaştırma.

## ABSTRACT

We are in an era where cities are regarded as complex urban systems through networks of economic, social, and administrative relationships. This study examines the transition of the concept and conceptualization of space in planning, grounded in natural sciences, and its impact on urban modeling approaches. The shift from traditional models, which view space as absolute and their conceptualizations as static and deterministic, to complex urban models is discussed. The core characteristics of classical planning approaches and the features retained within complex system approaches are presented. Within the framework of changing scientific understanding, the importance of considering and modeling cities as complex structures is emphasized for its significance in understanding and guiding cities, as well as in planning practice. The changes in the understanding of space-time and human, scientific thought, concepts, and theories in the conceptualization of urban space are addressed. The key models used in modeling cities and urban systems that embody the core features of the complex system approach, including dissipative, synergetic, fractal, cellular automata, agent-based, sandpile, and small-world city models, are explained. This study aims to introduce new theoretical and methodological approaches in urban modeling and planning, enriching the knowledge base and surpassing the limitations of existing approaches. The models of complexity theory are proposed as tools for the computation, analysis, and prediction of urban space. Additionally, the importance of integrating complexity theory into urban planning processes is emphasized, arguing that urban strategies should adopt more flexible and adaptive approaches, given that cities are self-organizing dynamic systems.

Keywords: Traditional urban models; complexity; complex system approaches; urban planning; spatial conceptualization.

Geliş tarihi: 28.01.2024

Revizyon tarihi: 21.07.2024

Kabul tarihi: 22.07.2024

Online yayımlanma tarihi: 26.07.2024

İletişim: Sıla Özdemir

e-posta: sila1299@gmail.com



## 1. Giriş

Endüstri devriminin olumsuz sonuçlarını çözmek ve sanayi kentinin düzensizliğini kontrol altına almak amacıyla ortaya çıkan kentsel planlama, 19. yüzyılın ikinci yarısından bu yana farklı yaklaşımlar aracılığıyla kentlerde yapıyı çevre kadar ekonomik ve sosyal yapıya, ve kentsel haklara yönelik müdahale biçimleri önermiştir. Şehir teorilerinin neredeyse tamamı kentsel planlamayla ilişkili olsa da insanların istek ve ihtiyaçlarının ürünü olan şehirlerin rasyonel bir şekilde oluşturulması ve şekillendirilmesi kentsel planlamayla sağlanmaktadır. 20. yüzyılın başından itibaren plana ait kararların üretilmesi sürecinde ise; kentsel mekanı ve mekanla ilişkisi olan çevreyi anlamak, gerçekliğe en yakın biçimde temsil etmek ve modellemek sosyal bir bilim olarak kabul edilen planlamanın önemli çalışma alanlarından birini oluşturmuştur. Bu çalışmada mekana ve insana ilişkin bilimsel kabul ve kavramsallaştırmaların nasıl değiştiği ile birlikte bu kavramsallaştırmaların kentlerin ve kent sistemlerinin modellenmesine nasıl yansıdığı ele alınmıştır. Deterministik bilimsel paradigmadan görelilik, kaos ve karmaşıklık temelli bilimsel paradigmaya geçilirken mekana ilişkin düşüncenin nasıl dönüştüğü, geleneksel modellerin yeni modellerin içerisinde ne şekilde yer aldığına ilişkin geniş bir literatür taraması yapılmıştır. Bu çerçevede kentsel modelleme alanında bilgi birikimini zenginleştirmek ve modellemeyi kent planlamanın sadece bir aracı olarak değil mevcut yaklaşımların sınırlılıklarını aşacak şekilde kent planlamanın temeli haline getirmek amaçlanmıştır.

## 2. Mekan Anlayışının Değişimi

Doğa ve sosyal bilimlerdeki paradigma değişimleri mekan anlayışının ve düşüncesinin değişimini de beraberinde getirmiştir. Kentsel modeller ile planlama yaklaşımları, farklı disiplinlere göre şekillendiğinden kentlerin ve kent sistemlerinin ele alınışı da farklı disiplinlerdeki paradigma değişikliklerinden etkilenmiştir. 19. yüzyılda, mekan anlayışının ve düşüncesinin temelini oluşturan Newton mekaniği ve Öklid'in geometrisi modern bilimin temel taşı haline gelmiştir. Ardından, Darwin'in doğal seleksiyon teorisi, sosyal sistemleri anlama için bir epistemolojik temel hazırlamıştır (Batty ve Marshall, 2012). Mekan anlayışında uzayın temsili (i) nokta, (ii) çizgi, (iii) daire ve (iv) küre dahil olmak üzere dünyanın mükemmel küresel modelinde köklenirken Newton'un bilimi, onun ve Leibniz'in matematiksel görüşleri açısından bir geometri anlayışını ortaya çıkarmıştır (Tekeli, 1979).

Newton mekaniğinden Einstein'ın görelilik teorisine geçiş, sadece doğa bilimlerinde değil sosyal bilimlerde de devrim niteliğinde değişime sebep olmuştur. Newton mekanı (uzayı) olayların meydana geldiği mutlak, statik bir zemin olarak görmüş ve sürekli, doğrusal bir mekan-zaman kabulünü getirmiş-

tir. Yerleşimler de Öklid geometrisi ile temsil edilen, nedensel ilişkilerle yapılanan, dengeye ve yakınsamaya dayalı yapılar olarak ele almıştır. 19. yüzyılın sonlarından itibaren, klasik fiziğin mutlak terimlerinin sorgulanması, Einstein'ın görelilik teorisi ile dinamik, iç içe geçmiş bir süreklilik olan mekan-zaman kavramsallaştırmasıyla başlamıştır. Mekan anlayışı ve algısı pasiften evrenin dinamikleri içinde aktive dönüşmüştür (Tartışma için bknz. Kuhn, 1962; Özdemir, 2021; Snow, 1964; Tekeli, 2010).<sup>1</sup> Diğer bir taraftan da kuantum mekaniğinin gelişimi, mekânın (uzayın) mikroskobik ölçeklerde anlaşılmasını sağlayarak parçaların konumunu ve hareketini olasılıklarla ve belirsizliklerle açıklanması mekânın mutlak ve ölçülebilirliğine ilişkin klasik kavramlara meydan okumuştur (Heisenberg, 1927).

İnsan davranışının fiziksel çevre tarafından belirlendiğini öne süren determinist yaklaşımdan hümanizm, Marksizm ve post-yapısalcılık gibi teorilere geçiş, sosyal bilimlerdeki mekan kavramsallaştırmasının dönüşümüdür. Mekan, artık içinde meydana gelen ilişkiler ve etkileşimlerle tanımlanmaya ve kültürel bağlamdan türetilen anlam ve işlevlerle sosyal olarak inşa edilmiş bir yer olarak görülmeye başlanmıştır (Massey, 2005). Mekanın yalnızca fiziksel bir çevre olmadığı, aynı zamanda sosyal ağlar, ekonomik bağlantılar, kültürel bağlar ve toplumsal ilişkiler tarafından şekillendiğini Soja (1989a) ve Castells (1996) tarafından vurgulanmıştır. Lefebvre (1991) "The Production of Space" adlı başlıca eserinde mekanı güç dinamikleriyle açıklamaktadır. Toplumda sosyal, ekonomik, kültürel ve siyasi süreçlerle mekan sürekli olarak yeniden üretilmektedir (Harvey, 2006; Lefebvre, 1991). Bu dinamik bakış açısı toplumdaki çeşitli grupların mekanı farklı şekilde deneyimlediğini ve şekillendirdiğini de kabul etmektedir (Massey, 1994; McDowell, 1999).

## 3. Mekan Tanımının Değişimi

Paradigma değişimleri, mekânın temsil biçimini de etkilemektedir. Mekanın çok boyutluluğu farklı yaklaşımların ortaya çıkmasına neden olmuştur. Lefebvre'in (2014) mekan yaklaşımı algılanan mekan (fiziksel mekan), tasarlanan mekan (zihinsel mekan) ve yaşanan mekan (toplumsal mekan) olarak bilinen üçlü bir yapıyı barındırır. Toplumsal mekan, fiziksel ve zihinsel mekandan farklıdır. Soja (1989b) ise fiziksel, zihinsel ve sosyal mekanı keskin bir şekilde farklılaştırarak teorize edilmemeleri gerektiğini ve aralarında bağlantılar olduğunu belirtmiştir. Aynı zamanda, mekânın birbiriyle ilişkili mekansallık, tarihsellik ve sosyallik boyutlarını içeren yaklaşımla mekânın nasıl üretildiğine ve deneyimlendiğine dair daha bütünsel bir anlayışı getirmiştir.

Mekanın temsili açısından, modernizm ve ulus-devlet ege-menliği, yerleşimleri esas olarak bölgesel (alan-tabanlı) bir temsile dayanan neo-Kantçı bir paradigma ile temsil etmiş-

<sup>1</sup> Bu yazının temel odağı kentsel mekânın modellerindeki dönüşümler olduğundan klasik fizikte yer alan mekan-zaman kavramsallaştırmalarının dönüşümüne yer verilmemiştir. J. B. Kennedy'nin (2003) "Space, Time and Einstein" adlı çalışması ile Carlos De La Puente'nin (2014) "A Proposal for Epistemological Errors Detected in the Works of Newton, Darwin, Einstein, and Descartes" çalışması ayrıntılı bilgi için incelenebilir.

tir. II. Dünya Savaşı'ndan sonra, neo-pozitivist yaklaşımların etkisiyle yeni coğrafi temsiller ve soyutlamalar inşa edilmiştir. Tekeli (2006), bu temsil tekniklerini, alan-tabanlılara ek olarak nokta ve ağ tabanlı mekan temsilleri olarak tanımlamaktadır. Yerleşimler, küçük ölçeklerde iki boyutlu bölgeler olarak büyük ölçeklerde ise nüfus büyüklüklerine göre ağırlıklandırılmış noktalar olarak kavramsallaştırılmıştır. II. Dünya Savaşı sonrası, araçsal rasyonalitenin hakim olduğu dönemde kentsel mekan, ana akım modeller tarafından neo-klasik ekonomik görüşün ontolojik varsayımları ile değerlendirilmiştir (Tekeli, 2009; 2016). 1970'lerde ise niceliksel devrim aşılarak yeni temsil biçimleri geliştirilmiş olup, kapitalist üretimi odağına alan Marksist teori tarafından mekan kavramsallaştırmaları dönüşmüştür (Tekeli, 2014).

Rasyonel karar veren insan kabulünde olduğu gibi neo-klasik ekonomik paradigmada köklenen birey kavramı da ilişkiler yönünden değişime uğramıştır. Kuran (1995) ve Laurent (2003) tarafından ekonomik insan olarak tanımlanan bu birey atomistik, faydasını maksimize etmeyi amaçlamaktadır ve izoledir. Schelling (1978) tarafından ortaya koyulduğu gibi, ırkçı olmadığı halde hanehalkları, komşularını kendileriyle aynı azınlıkta olanlar arasından seçmektedirler. Bu bireysel eğilimler nedeniyle, bir yerleşimde dramatik düzeyde ayrımcılık oluşabilmektedir. Diğer bir deyişle, mikro düzeydeki tercihler, mekanda makro düzeyde değişikliklere yol açabilmektedir. Yetişkul (2022a) tarafından araştırma projesi kapsamında örneklendirildiği üzere hanehalklarının günlük kararlarını içeren yerel ve olağan davranışları, kentlerin karmaşık yapılarını oluşturmaktadır.

#### 4. Geleneksel Kent Modelleri

20. yüzyıl boyunca deterministik, kapalı, dengeye dayanan ve atomistik bireylerin rasyonel kararları ile oluşan, kapsamlı analiz ve modelleme teknikleri ile hesaplamalar ve tahminlerle şekillenen kentsel model yaklaşımları bilimsel paradigmadaki dönüşümle değişmiştir (Özdemir ve Yetişkul, 2022). Kentleri karmaşık sistemler olarak ele alan bu yeni yaklaşımlar 20. yüzyılın sonundan itibaren ortaya çıkmaya başlasa da, klasik modeller ya tamamen ya da kısmen varlığını sürdürmektedir (Portugali, 2000). Kuantum mekaniğinin Newton fiziğini ortadan kaldırmadığı gibi karmaşıklık teorileri de geleneksel kent modellerini ortadan kaldırmamış, ancak kentleri karmaşık sistemler olarak ele alan yaklaşımlar çerçevesinde evirilerek varlıklarını sürdürmüşlerdir. Geleneksel yaklaşımlar olarak ifade edilen söz konusu klasik modeller aşağıda Portugali'nin (2000) ve Liu'nun (2009) sınıflandırmaları esas alınarak ekonomik, ekolojik, merkezi yerler, sosyo-fiziksel, neo-klasik, davranışsal ve sistem temelli modeller detaylıca yer almaktadır.

##### 4.1. Ekonomik Model

Endüstri devrimi ve kapitalizmin yükselişi ile 19. yüzyılda Marx, Durkheim ve Weber, bu dönüşümün hem birey hem de toplum üzerinde farklı etkileri olacağını öngörmüştür ve

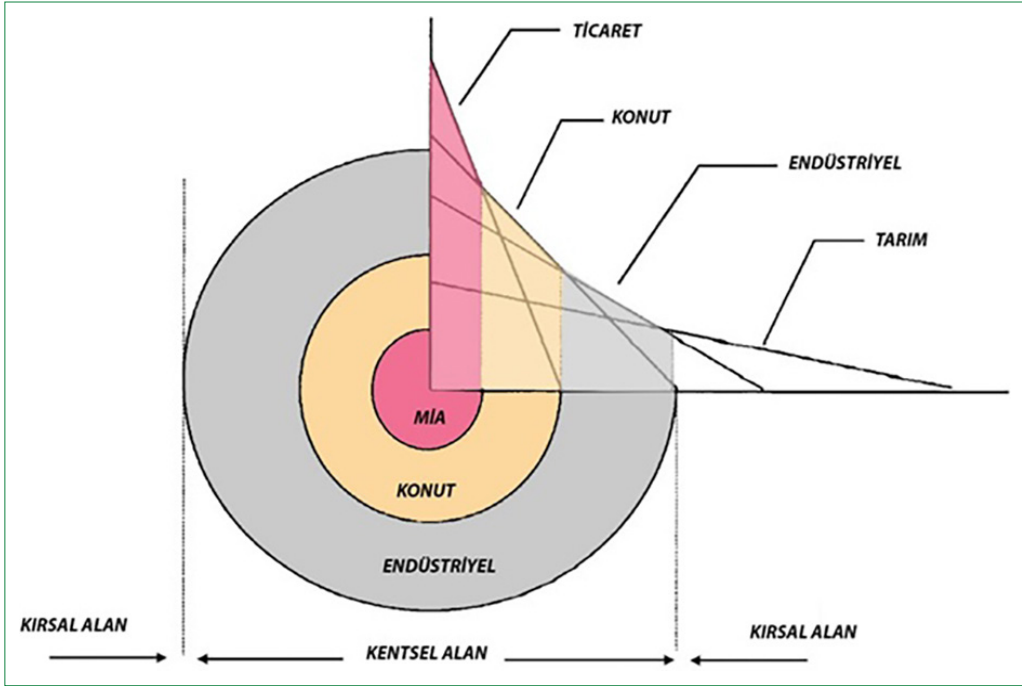
kent endüstri kenti olarak kavramsallaştırılmaya başlanmıştır. Ancak endüstri devrimi ile ilgili olarak Marx'ın Yabancılaşma, Durkheim'in Dayanışma ve Weber'in Rasyonalizasyon düşüncesinde kentin mekansal temsiline ilişkin çözümler doğrudan içerilmemektedir. Mekansal modellemeye yönelik ortaya çıkan ilk model, Von Thünen'in tarımsal üretime dayalı bir arazi kullanım modelidir (von Thünen, 1966). Tarımın mekansal organizasyonu, çiftliğin pazara olan uzaklığı ile ulaşım maliyetinden etkilenmektedir. Başlangıçta tarımsal arazi kullanımlarına ilişkin olarak önerilen bu model, konum ve yer seçimi teorilerinin kurucusu haline gelip kentsel arazi kullanımı modelinin de temelini oluşturmuştur.

Coğrafi eşiklerin bulunmadığı izole bir kent kavramsallaştırması içeren bu yaklaşımda kent Şekil 1'de görüldüğü üzere merkezden başlayarak arazi rantına göre farklılık gösteren halkalarla merkez-çeper ilişkisinde modellenmektedir (Liu, 2009). En yüksek ve en dik mekansal talep eğrisine veya arazi rantı eğrisine sahip arazi kullanımı, kentin en erişilebilir alanındaki merkezi halkada yer seçerken diğer arazi kullanımları ise çepere doğru konumlanmaktadır (Alonso, 1965; Isard, 1956). Konum ve yer seçimi teorilerinde klasik modeller, firmanın üretim kaynaklarına ve bölgesel olarak dağılmış pazarlara ulaşmak için ulaşım maliyetlerini en aza indirilmesi üzerinden resmileştirilmiş modellerdir (bknz. Yetişkul, 2012a). Üçgen formlar üzerinden firmanın yer seçimini Weber (1909) ise mesafeye ve ağırlığa bağlı olarak malların nakliye maliyetleri üzerinden kurgulamış ve endüstriyel konumu etkileyen üç temel faktörü yığılma ekonomileri, taşıma maliyetleri ve işçilik maliyetleri olarak belirlemiştir.

##### 4.2. Ekolojik Model

Bu yaklaşım insan davranışını pozitivist bir tavırla ekolojik ilkelere çerçevesinde ele alarak insan ekolojisini belirli bir coğrafi ve kültürel yaşam alanı içerisinde insanların meydana getirdiği yerleşme grupları olarak tanımlamaktadır. Park (1925), Burgess (1925) ve Mckenzie (1925) tarafından Şikago kenti üzerine yürütülen çalışmalarda kent içerisindeki hareketler ve bu hareketler sonucu oluşan kentsel mekan incelenmiş ve ekoloji biliminin de etkisiyle kent uzun dönemde dengeye ulaşacak bir organizma veya eko-sistem olarak görülmüştür (tartışma için bknz. Serter, 2013). Ekolojik yaklaşımda kent iç içe geçmiş merkezi halkalar ile betimlenmektedir. Ekonomik yaklaşımdan farklı olarak arazi rantı yerine bu halkalar doğadaki türlerin rekabetinde olduğu gibi sosyo-ekonomik grupların kentte rekabet (*competition*), istila (*invasion*), yerine geçme (*succession*) süreçleriyle oluşmaktadır.

Şikago Okulu'ndan Burgess ve Mckenzie'nin eş merkezli çemberler modeli daha sonra Hoyt (1939) tarafından radyal sektörler ile kavramsallaştırılmıştır (Şekil 2). Kentlerin birbirini takip eden halkalar biçiminde değil daha çok ulaşım olanakları ve güzergahları boyunca geliştiğini birçok Amerikan kentinde



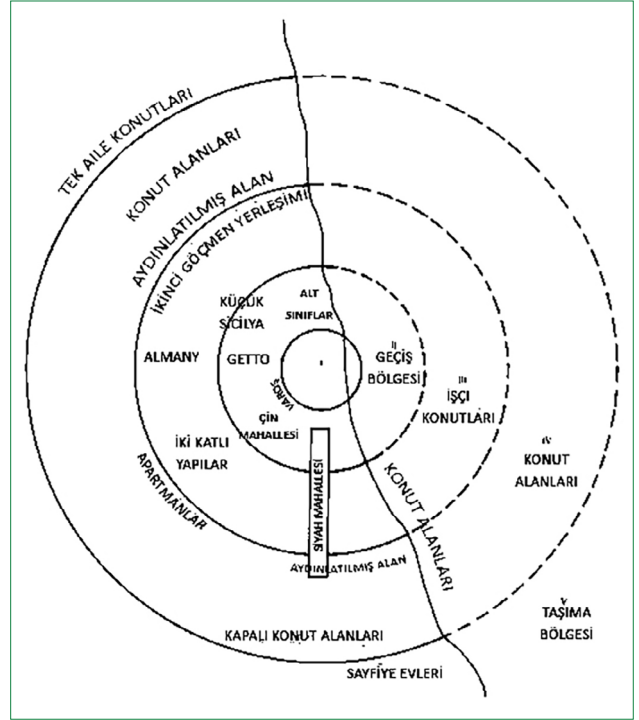
Şekil 1. Kent için von Thünen arazi kullanım modeli ve rant eğrileri.

Portguali, 2000, s. 7955 esas alınarak yeniden üretilmiştir.

yaptığı gözlemlerle ortaya koymuş ve banliyöleşme olgusunu açıklamıştır. Mekan rekabetini temel alan ekolojik modellerin ana tartışma noktası, sosyo-ekonomik olarak en güçlü insan grubunun kentte en avantajlı mekansal pozisyonu ele geçirmesi üzerinden geliştirilmektedir. Harris ve Ullman (1945) tarafından ekolojik model çok merkezli modele dönüştürülmüş ve bölgeleme (zoning) ilkesi de kavramsallaştırmanın içine dahil edilmiştir. Liu (2009) ekolojik modellerin gerçekliği fazla basitleştirdiği ve birçok çevresel faktörü göz ardı ettiği nedenleriyle eleştirildiğini ve bu kapsamda topoğrafya ve kıyasallık gibi doğal yapı özelliklerinin de revize modellere eklendiğini belirtmiştir.

#### 4.3. Merkezi Yerler Modeli

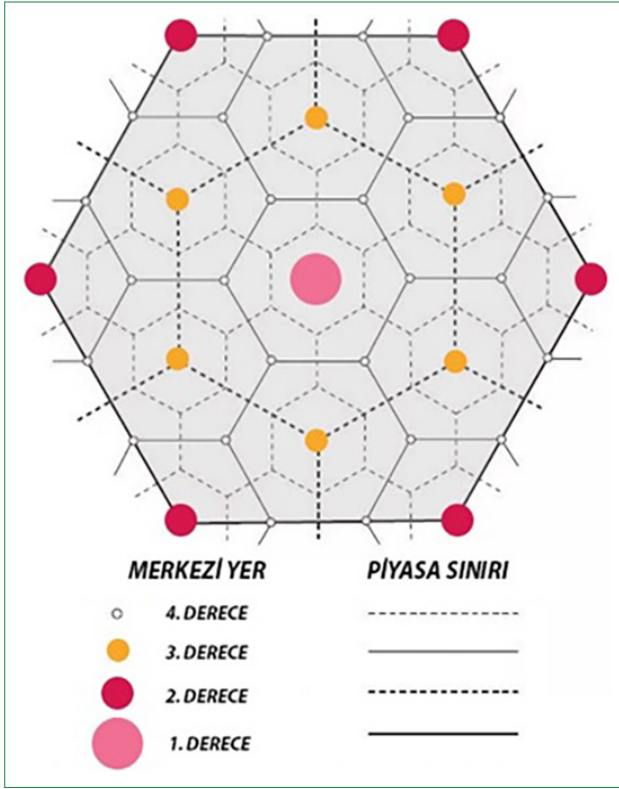
Şehri bölgesel düzeyde hiyerarşik bir ağı merkezli olarak gören Christaller (1966) tarafından geliştirilmiştir. Kenti bir pazar yeri, ulaşım düğümü veya yönetim merkezi olarak ele alan ağ tabanlı bir mekansal yaklaşım esas alınmıştır. Bu kapsam, farklı büyüklüklerdeki yerleşmelerin mekansal dağılımını ve işlevsel ilişkilerini anlamaya yardımcı olmaktadır (bkz. Yetişkul, 2012b). Lösch, Christaller'in modelini daha kapsamlı bir şekilde yeniden formüle etmiştir (Şekil 3). Hiyerarşik bir altıgen düzende çok sayıda K değeri üzerinden sistem içindeki yerleşmeler, tüm üretim, tüketim ve yönetim faaliyetlerin merkezi olarak ele alınmaktadır. Lösch'a göre firma sadece taşıma ve işçilik maliyetleri açısından en az maliyete göre konumunu belirlemeyecek ve maksimum karı elde edileceği piyasaya göre yer seçecektir. Ağ tabanlı hiyerarşik sistemler, güç yasası kapsamında karmaşıklık modellerine girdi sağlamaktadır. Ayrıca



Şekil 2. Burgess ve Mckenzie'nin eş merkezli çemberler modeli.

Burgess, 1925, s. 55 esas alınarak yeniden üretilmiştir.

merkezi yerler modeli farklı zaman aralıklarında meydana gelen dinamik değişimlere açık olmadığı için durağan yapılarından dolayı eleştirilmiştir (Allen, 1996).



Şekil 3. Merkezi yerler modeli.

Portugali, 2000, s. 7956 esas alınarak yeniden üretilmiştir.

#### 4.4. Sosyo-fiziksel Model

Bu yaklaşım epistemoloji temelini doğa bilimlerinden almakta olup sosyo-fiziksel model fizik bilimiyle doğrudan bir analogi geliştirilerek oluşturulmuştur. Newton'ın yerçekim kuramının insan davranışları temelinde kentsel mekanda temsili ortaya koyan matematiksel modellerdeki temel kısıt uzaklık veya erişim süresidir. Bu kısıta bağlı olarak insan aktiviteleri başlangıç noktası-varış yeri (*origin/destination*) üzerinden konut ve işyeri arasında modellenmektedir (Portugali, 2000). 1970'lerde termodinamiğin ikinci yasası olan maksimum entropi yasası eklenerek revize edilen tipik yerçekimi modellerinde şehirdeki insan ve malların hareketleri gazlardaki parçacıklarla benzeştirilerek ele alınmıştır.<sup>2</sup> Geleneksel konum ve yer seçimi teorilerinde olduğu gibi Wilson'un (1970) maksimum entropi modelinde de şehirler kapalı sistemler olarak ele alınsa da bir denge durumuna doğru yönelim kabul edilmektedir. Bu temel ilke, karmaşıklık yaklaşımların gelişiminde etkili olurken, sosyo-fiziksel modellerde nihai denge çözümlerini içerilmemiştir.

#### 4.5. Neo-klasik Model

Neo-klasik modeller veya ekonomik denge teorisi kentsel gelişme sürecinin esasen ekonomik bir fenomen olduğu varsayı-

mı üzerine inşa edilmektedir. Bu yaklaşımla ilgili ilk modeller Weber (1909), Lösch (1954) ve Isard (1956) tarafından geliştirilmiştir. Kentsel alandaki ekonomik faaliyetler ve sosyo-ekonomik gruplar arasındaki rekabet piyasa mekanizmasında kentsel gelişmeyi yönlendirmektedir (Liu, 2009). Kentsel arazinin hem konumsal hem de büyüklük açısından çeşitli kullanıcılara tahsis en az maliyet ve maksimum fayda genel kuralına göre arz-talep ilişkileriyle kontrol edilmektedir. Ekonomik ve sosyo-fiziksel modellere benzer şekilde, modelde iki ana kısıt ulaşım maliyetleri ve arazi rantıdır. Ayrıca, modelin ontolojik varsayımları arasında ekolojik modellere benzeyen tek merkezli homojen şehir yer almaktadır. Bu kentsel ekonomi modelinde konut talebi, konum ve arsa büyüklüğü ile belirlenirken kamu sektörü politikaları göz ardı edilmektedir.

İlk model Wingo (1961) tarafından konut ve işyeri arasındaki mekansal ilişki göz önünde bulundurularak ulaşım talebine dayalı olarak geliştirilmiştir. Model, faydanın maksimizasyonu kuralını içerir ve hanehalklarının kira ödeme bütçelerine göre farklılaşan bölgelerle de kent içinde mekansal bir denge sağlanmaktadır. Şekil 1'de görüldüğü üzere Alonso'nun (1964) modelinde ise kent merkezinden çepere doğru gittikçe mesafe ile arazi büyüklüğü arasında birbirini ikame eden denge ister hanehalkları olsun ister firmalar olsun bireysel karar vericiler tarafından sağlanmaktadır (tartışma bknz. Yetişkul, 2012a). Von Thünen'in tarımsal üretime dayalı arazi kullanım modelindeki gibi her hanehalkı için arazi rantı eğrisi merkeze uzaklık ile ulaşım maliyetleri etkisinde oluşmaktadır.

Lowry'nin (1964) modeli, en yaygın olarak uygulanan ekonomik denge yaklaşımıdır. Temel istihdamın kentte önceden planlanmış alanlara tahsisi ile konut-işyeri arasındaki mesafeyi esas alan yerçekimi modeline göre konut alanları belirlenirken konut bölgelerindeki nüfusa göre hizmet istihdamı da tahsis edilmektedir. Neo-klasik modeller basitleştirilmiş varsayımları ve durağan yapılarından dolayı eleştirildiğinden 1970'lerde model çok merkezlilik, farklı ulaşım türleri, kamusal alanlara yakınlık ile çevre kirliliği gibi dışsallıklar eklenerek revize edilmiştir (Liu, 2009). Deterministik çözümlerini olan bu modeller kenti karmaşık sistem olarak ele alan yaklaşımlarda görünürlüğünü yitirmiştir.

#### 4.6. Davranışsal Model

Neo-klasik yaklaşıma tepki olarak ortaya çıkan davranışsal yaklaşımlar, kentsel modellemede bilişsel davranışa odaklanmaktadır. Pozitivist yaklaşımlar insan davranışını fayda maksimizasyonu temelinde neo-klasik iktisadın ontolojik varsayımıyla araştırdığından, bu yaklaşım dikkati bireysel davranışa odaklanmaktadır. Pozitivist modellerin faydayı maksimize eden atomistik bireyi yerine davranışsal yaklaşım, öğrenen, dene-

<sup>2</sup> Entropi çoğunlukla bir sistemdeki rastgelelik ve düzensizlik (kaos) olarak tanımlanır. Bir sistem tamamen düzenli ise entropisi sabit olabilir ve sistemdeki düzensizlik arttıkça entropi de artar (Maxwell, 1872). Kendiliğinden örgütlenerek bir düzene sahip olan sistemler; düzenin arttığı her durumda çevrede entropi daha da arttığı için maksimum entropi yasasına göre etrafa entropi yaymaktadır (Haken ve Portugali, 2017).

yimleyen ve kentsel çevreyi benimseyen bir bireyin kabulünü esas almaktadırlar. Liu'a (2009) göre kentsel gelişme insanlar arası etkileşimin nihai ürünü olarak değerlendirilmektedir. Başka bir deyişle, temel amaç, kentsel gelişmenin insan davranışı açısından açıklamalarını aramaya evrilmiştir. Bu nedenle kentsel gelişme, hanehalkları, firmalar ve yöneticiler gibi aktörlerin belirli stratejik kararlarının sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Chapin ve Weiss, 1962). Bireysel karar vericilerin öğrenilebilirlik ve uyum kapasitesine rağmen, davranış modelde kolektif akılcılık dikkate alınmamaktadır. Kolektif akıl ile birlikte davranışsal modelleri karmaşıklık teorisi yaklaşımında nöron teorisi gibi yeni yaklaşımlar ile yeniden ele alınarak varlığını sürdürmektedir.

#### 4.7. Sistem Modeli

1960'larda pozitivist ve nicel yaklaşımların ardından sistem modeli, köklerini bir sistemdeki tüm mevcut unsurların birbiriyle ve çevresiyle ilişkili ve bağlantılı olduğunu öne süren genel sistemler teorisinden almaktadır. Teorinin kentsel çevreye uygulanması kent sistemlerinin nüfus, arazi kullanımı, istihdam, ulaşım veya kamu hizmetleri gibi birçok farklı unsurdan veya alt sistemlerden oluştuğu düşüncesiyle başlamıştır. Bu çıkış, aslında Bertalanffy'nin (1971) farklı disiplinlerde sistem dinamiklerini açıklamak için küresel bir çerçeve sağlayacak nitelikte teoriyi geliştirme girişiminin de bir parçasıdır. Kentsel sistem içindeki tüm unsurlar sosyal, ekonomik ve mekansal mekanizmalar aracılığıyla hem birbirleriyle hem de çevredeki unsurlarla da etkileşim halindedir.

Sistem yaklaşımının odak noktası tek bir unsur değil, tüm unsurları birbirine bağlayan bağlantılar ve süreçlerdir. Kent sisteminde de herhangi bir şehir, sağladığı merkezi işlevler göz önünde bulundurulmadan sadece bir düğüm olarak algılanarak diğer şehirlerle olan ilişkileriyle var olmaktadır (Portugali, 2011). Teori, sıra büyüklüğü kuralı ile kent sistemlerine de uygulanmaktadır. Alman coğrafyacı Auerbach, birçok ülkede şehirlerin büyüklük dağılımında bir düzenlilik olduğunu bularak kent sistemlerinin hiyerarşik bir yapısını ortaya koymuştur. Zipf (1949) bir ülkedeki şehirlerin büyüklük dağılımını güç yasasına uygun olarak Pareto dağılımı ile tahmin edilebileceğini göstermiştir. Faktör analizi, temel bileşen analizi, çok kriterli analiz, doğrusal ve doğrusal olmayan programlamanın yanı sıra simülasyonları içeren sistem teorisine dayalı farklı matematiksel modeller bulunmaktadır. Durağan bir yapı olarak ele alınmadan karmaşık sistem yaklaşımında da bu model varlığını sürdürmektedir.

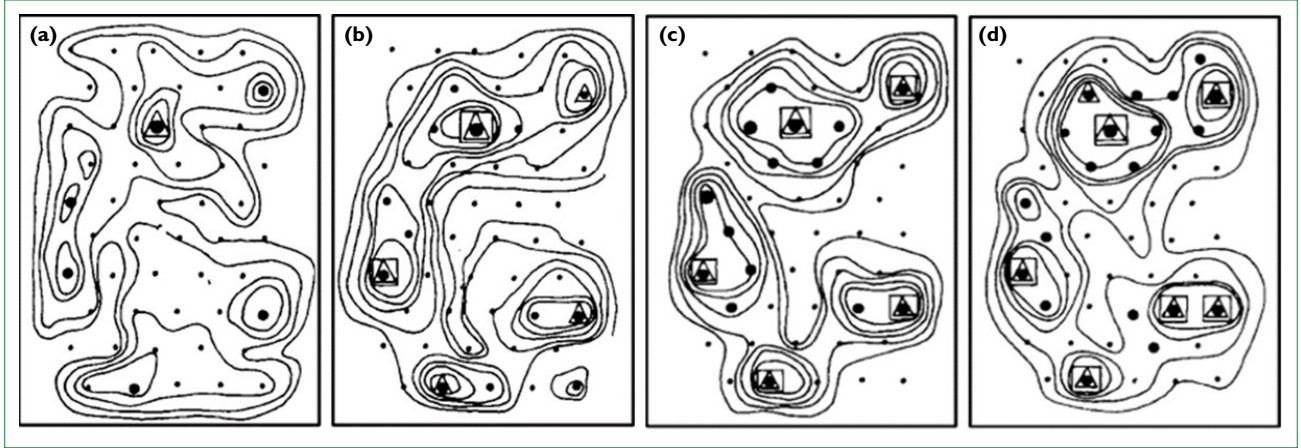
### 5. Karmaşık Sistem Modelleri

Karmaşıklık, Kauffman'ın (1991) ifadesiyle, düzen ve düzensizlik arasında "kaosun kenarında"dır (Yetişkul, 2017). Eğer bir sistem doğrusal olmayan bir yapıdaysa, sistem içinde gerçekleşen ufak bir değişiklik, büyük sonuçlara ve beklenmedik yeni durumlara yol açabilmektedir. Başlangıç koşullarındaki en küçük farklılığın çarpıcı biçimde farklı sonuçlara yol açabilece-

ğini Poincaré (1989), üç kütleli zaman içindeki hareketleri incelerken bulmuştur. Daha önce mekanik Newton fiziğinin kabulündeki tahmin edilebilirliği sorgulatan bu kaos teorisi, karmaşık sistemlerin başlangıç koşullarına duyarlılıklarından dolayı uzun süreler boyunca doğası gereği öngörülemez olduğunu açıklamaktadır. Tahmin edilemeyen bu özellik "kelebek etkisi" olarak bilinen fenomenle de açıklanmaktadır (Lorenz, 1963). Ancak kaos, sadece düzensiz veya rastgele davranışları barındırmaktan öte iç içe geçmiş döngülerden oluşmaktadır. Bu döngüler, bir yandan kozmosa dönüşmeye çalışan davranış biçimleriyle, diğer yandan bu davranışları etkileyen öğelerle sürekli etkileşim halindedir ve bu etkileşim yeni düzenleri ortaya çıkarmaktadır (Yetişkul, 2017).

Portugali (2000), karmaşıklık teorilerinin gelişimine yol açan paradigma değişikliğinin köklerini kendi kendine örgütlenme teorilerinden geldiğini savunmaktadır. Kendiliğinden örgütlenme, sistemdeki küçük bileşenlerin yerel etkileşiminden spontane bir şekilde ortaya çıkan ve oluşumlar ile uyumlanan açık ve karmaşık sistemler tarafından sergilenen bir özelliktir (Haken, 1983). Karmaşık uyarlanabilir sistemlerin (*CAS-complex adaptive systems*) yalnızca öğrenme ve tekrarlanan durumlara uyum sağlama yeteneğine sahip olmadığını, aynı zamanda beklenen koşullara da uyum sağlayabileceğini Holland (1992) belirtmiştir. Bu öz-organizasyon özelliği, sistemlerin düzen ile düzensizlik arasındaki gerilimden doğan davranış biçimlerinden (oluşumlardan) ortaya çıkmaktadır. Waldrop (1992), karmaşık uyarlanabilir sistemi, merkezi bir kontrol mekanizması olmayan (yani kendi kendini örgütleyen) birçok farklı bileşenden oluşan bir ağ olarak tanımlamaktadır. Sistem sürekli olarak çevresinden öğrenmekte, iç yapısına uygun olarak geleceğini öngörmekte ve düzeni oluşturmak için dengeyi aramaktadır.

Karmaşık sistem yaklaşımları, kentleri dinamik, doğrusal olmayan, dağılan ve açık yapılar olarak ele alır. Bu doğrultuda geleneksel yaklaşımın kent modelleri yerleşmeler arasındaki etkileşim ile dengeye ulaşan ve hiyerarşik bir şekilde yukarıdan-aşağıya doğru düzenlenmiş varlıklar olarak görülmektedir (Batty, 2011). Ancak karmaşıklık yaklaşımı yerleşmelerinin dış dünyadan izole edilemeyeceğini, dengesizlik içinde var olduklarını, merkezi bir düzene sahip olmadıklarını ve esasen çok sayıda bireysel ve kolektif aktörlerin kararları yoluyla aşağıdan-yukarıya doğru ortaya çıktıklarını savunmaktadır. Batty ve Longley (1994), Öklidyen geometrinin karmaşık mekansal organizasyonları açıklamak için yetersiz olduğunu iddia etmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama gibi gelişmelerin de ortaya çıkmasıyla karmaşık sistem modellerini yeni analitik teknikler ve niceliksel yöntemler desteklemektedir. Yetişkul (2022a) bu nitelikteki teknik ve yöntemleri makro ve mikro düzey yaklaşım temelli iki ana kategoride gruplandırarak açıklamıştır. Aşağıdaki bölümde karmaşık sistem modellerden dağılan, sinerjetik, fraktal, hücreli özleşme ve ajan tabanlı ile kum yığını ve küçük dünya kent modelleri detaylıca açıklanmaktadır.



Şekil 4. Dağılan kent modeli.

Portugali, 2000, s. 7960.

### 5.1. Dağılan Kent Modeli

Kendi kendini örgütlenme, 1960'larda sinerjetik teorisiyle (*synergetics theory*) Haken (1983, 1987) tarafından ve dağılan yapılar (*dissipative structures*) kavramıyla Prigogine (1980) ve arkadaşları tarafından öne çıkarılmıştır. Nicolis ve Prigogine (1977), öz-organizasyonu kentsel yerleşimlerle metaforik bir yaklaşım benimseyerek kendi kendine örgütlenme için Benard hücresi fenomenini ele almışlardır.<sup>3</sup> Dağılan yapılar teorisi bu sistemlerin, çevreleriyle aktif alışverişler yoluyla iç durumlarını termodinamik dengeden uzak tutarak yapısal düzenlerini koruduklarını göstermektedir. Bu yaklaşımda kentlerin benzer şekilde kendiliğinden örgütlenen sistemler olarak görülmesi, merkezi yerler teorisinin yeniden formüle edilmesiyle modellenmiştir (Portugali, 2000).

Merkezi yerler modeline özgü altıgen formlu yapı, altıgen Benard hücreleri kullanılarak yeniden yapılandırılmıştır (Allen ve Sanglier, 1981). Bu süreçte statik modellerin dengeye dayalı yaklaşımından ayrılarak kentsel sistemlerin öz-organizasyon özellikleri dahil edilmiştir. Allen (1997) önce bölge ölçeğinde ve daha sonra da tek bir şehir ölçeğinde merkezi yerler teorisinin hiyerarşik ilişkilerini araştırmıştır. Bu modelin temel çıkış noktası, istihdam sağlamak için göç eden bireyler ile piyasanın durumuna göre iş teklif eden işverenler arasındaki ilişkidir. Bölgeler arasındaki göç ve etkileşim, her yerleşme için bir çeşit "taşıma kapasitesi" oluşturarak bir bütün olarak sistem içinde nüfus artışı ile ekonomik faaliyetleri birbirine bağlayan doğrusal olmayan durumlar ve geri bildirim döngüleri yaratmaktadır. Bu büyüme, küçülme veya dengesiz nüfus dağılımını ortaya çıkarmaktadır. Model tarafından üretilen senaryo Şekil 4'te verilmiştir.

<sup>3</sup> Benard hücreleri akışkan termodinamiğinde alttan ısıtılan düzlemsel yatay bir sıvı tabakasında meydana gelen ve sıvının altıgen hücreler geliştirdiği bir tür doğal konveksiyondur. Konveksiyon modelleri, kendi kendini organize eden doğrusal olmayan sistemlerin en dikkatle incelenen örneğidir (Rayleigh-Bénard Convection, 2024).

<sup>4</sup> Sinerjik birlikte iş yapabilme gücü olan, sinerjetik ise bu gücü kendi-kendine örgütlenerek sürekli attrabilen anlamına gelmektedir. Haken (1983) ise iç içe büyüyerek, yeni alt-sistemler oluşturarak sürekli dönüşen ve sinerjisini arttırabilme yeteneğine sahip olan sistemler için sinerjetik tanımını kullanmıştır (tartışma için bkz. Diken ve Ökten, 2009).

### 5.2. Sinerjetik Kent Modeli

Bu yaklaşım, 19. yüzyılın sonlarında ortaya çıkan nöron teorisinden temellenmekte olup, beyin fonksiyonunu karmaşık bir sistem olarak açıklayan nöro-bilim bu yaklaşımın geliştirilmesine katkıda bulunmuştur (Portugali, 2015).<sup>4</sup> Bu yaklaşımın temel yönü, bilişsel haritalama perspektifi sunan sinerjetik karşılıklı-temsil ağlarına (SIRN-*synergetic inter-representation networks*) dayanmaktadır. Şehirler varlıklarını içsel ve dışsal temsiller arasındaki etkileşimlerle değişime uğrayarak sürdürmektedirler. İçsel temsil, kentsel ajanların zihninde bilişsel haritalarla oluşan düşünceler, eğilimler ve hatıralarla ilgiliyen dışsal temsil ise gerçek şehri kapsamaktadır. Bu fenomen, bu tür sistemlerin doğasında vardır ve kurallara, düzenlere ve organizasyona sahip olmalarına rağmen, ajanlar arasındaki sinerjetik etkileşimlerden kaynaklanır (Portugali, 2015).

Şehirlerin incelenmesinde iki temel sinerjetik yaklaşım uygulanmaktadır: İlki, Weidlich'in (1987) sosyoloji, ekonomi ve kentsel dinamikler alanındaki çalışmasını içermekte iken ikincisi, Haken'in (1996) geliştirdiği desen tanıma (*pattern recognition*) yaklaşımına odaklanmaktadır. Beyin aktiviteleri, biliş ve desen tanıma kökenli bu teori, beyindeki ve şehirlerdeki desen oluşumunu benzer olgular olarak ele almaktadır. Haken'in sinerjetik ilkeleri uygulanarak, şehirlerin dinamikleri hızlı ve yavaş süreçler olarak analiz edilebilmektedir. Yapılar, parseller, sokaklar ve metro hatları gibi mikro düzeydeki değişiklikler "hızlı" olarak kabul edilirken, tüm bölgeleri kapsayan ve kentsel sistemi oluşturan makro düzeydeki değişiklikler "yavaş" olarak nitelendirilmektedir (Portugali, 2000). Bu bakış açısıyla bölgesel düzeyde makro yapı, mikro düzeydeki sayısız bileşenlerle dönüşmektedir.

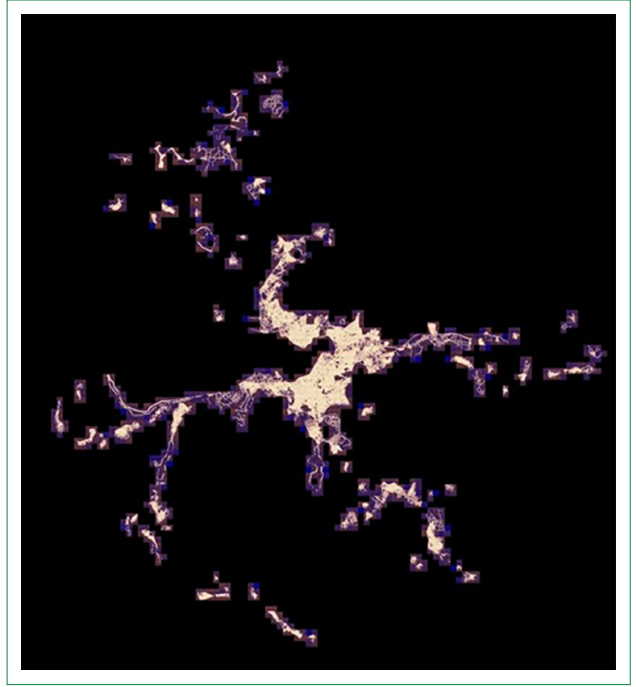
### 5.3. Fraktal Kent Modeli

Kentler ve kent parçalarında fraktal yapılar ve fraktal analiz yöntemi, ilk kez Mandelbrot (1977) tarafından kullanılan bir geometri teorisine dayanmaktadır. Çoklu ölçeklerde tekrar eden geometrik düzensizliklerle karakterize edilen, pürüzsüzlükten yoksun mekansal formlara atıfta bulunur. Öklid geometrisinde 0 (nokta), 1 (çizgi), 2 (düzlem) ve 3 (küp) boyutları yerine, fraktallar 0.35 (bir birleşim noktasından daha fazla ama bir bağlantıdan daha az) veya 1.6 (bir bağlantıdan daha fazla ama bir düzlemden daha az) gibi ondalık sayılarla ifade edilebilen oranlar içermektedir (Portguali, 2011). Batty ve Longley'e (1994) göre fraktallar; kendine benzer ve ölçekten bağımsız yapılardır. Hiyerarşik bir düzen içerisinde gelişen, başlangıç koşullarına bağlı, düzensiz ve türevlenemez yapılardır. Teorik fraktallarla birlikte doğal ve yapay fraktal yapılar da bulunmaktadır. Kıyı şeridi, sıradağlar, ağaçlar, yaprakları, fay hatları, gökyüzü çizgisi ve okyanus yüzeyindeki dalgaları doğal fraktallara örnek olarak sunulmaktadır.

Fraktal şehirler kavramı, başlangıç koşullarına bağlılık ve kendine benzerlik kabullerine dayanmaktadır. Karmaşık sistemlerin morfolojik yapısı fraktal boyutu, yinelemeli işlemler aracılığıyla hesaplanmaktadır. Kentlerin makro-formu, cephe elemanları ve yol sistemleri fraktal olarak ortaya çıkmaktadır. Teorik fraktallarda olduğu gibi basit kurallar ile karmaşık kentsel formların ve büyüme modellerinin ortaya çıkması amaçlanmaktadır (tartışma için bkz. Özdemir, 2021; Şahin, 2023). Fraktal analiz ile kentsel yapının ne kadar karmaşık ve buna bağlı olarak ne kadar entegre olduğu ortaya koyulmakta ve büyüme modelleri geliştirilebilmektedir. Kentsel yapılarda yaygın olarak Öklid geometrisinden farklı olarak buçuklu boyutları ifaden fraktal boyut, büyüklüğü iterasyonlar doğrultusunda değişen ızgara formunda bir alt düzen üzerinden hesaplanmaktadır. Fraktal analiz yaklaşımında merkezi yer teorisinde gözlemlenen denge noktası olmamakla birlikte hem güç yasası hem de merkezi yerler kuramının temel büyüme algoritmasını korumaktadır. Şehirlerin fraktal boyutlarının 1 ile 2 arasında olduğunu belirtmekte olup, fraktal boyutun çoğunlukla 1.4'ten büyük ve 1.6 ile 1.8 arasında olduğunu göstermektedir. Öte yandan, şehirlerin farklı bölgelerinin farklı fraktal boyutlara sahip olduğu ortaya koyulmuştur (Batty ve Longley, 1994). Frankhauser (2004) ise Avrupa şehirlerindeki şehir merkezlerinin fraktal boyutlarının (1.8 ile 1.95 arasında) yeni gelişme alanlarından (yaklaşık 1.6 ile 1.77 arasında) daha yüksek olduğunu belirtmektedir.<sup>5</sup> 2012 yılı için İzmir metropoliten alanının alt fraktal analizi ile incelenmesi çalışması Şekil 5'te yer almaktadır.

### 5.4. Hücresel Özişleme ve Ajan Tabanlı Kent Modeli

Hücresel özişleme modelleri, kenti oluşturan bileşenleri bir hücre içerisinde mekansal birimler olarak tanımlamakta ve



Şekil 5. İzmir metropoliten alanının yol ağının fraktal analizi.

Şahin, 2023, s. 262.

bu birimleri, mekansal olarak etkileşimde bulunduğu komşularıyla ilgili bir veya daha fazla değişkenin farklılaşması temel alınarak hücreler şeklinde modellemektedir. Bu yaklaşımda şehirlerin dinamikleri, belirlenen farklılaştırıcı değişkenlere bağlı olarak, matematiksel metodolojiler kullanılarak simüle edilebilmektedir (Şekil 6). Bu analizde kentsel yapı, düzenli hücrelere bölünmektedir. Her hücrenin durumu eş zamanlı olarak belirli kurallara göre, hücrenin kendi durumu ve komşu hücrelerin bir önceki zamanki durumuna göre tanımlanmaktadır (Wolfram, 1984).

Ajan tabanlı modeller ise hücresel özişleme modellerinden ayrılarak modellere bireyleri entegre etmektedir, bu nedenle yaygın olarak birlikte kullanılmaktadırlar. Sosyal süreçleri karar alma sürecine entegre ederek çevreyle bir bağlantı oluşturmak için bireysel karar alma girdilerini ve bunların birbirleriyle olan etkileşimlerini modelleyebilme yeteneğine sahiptir (Matthews vd., 2007). Portguali'ye (2000) göre bu modellerdeki ajanlar şehir içinde öğrenebilir ve kararlarını yönlendirebilir, görüşlerini hemen yakın çevrenin ötesine taşıyabilir niteliktedir. Bu kent modeli ile mikro düzeydeki kararların, bireyler/şirketler gibi yerel ajanlar ve şehir gibi makro bir yapıyı kapsayacak şekilde, makro davranış üzerindeki etkisinin ortaya koyulması amaçlanmaktadır (Batty, 2005). Bu yaklaşımın temel kavramsal dayanağı, köklerini Schelling'in ayrışma teorisinden almaktadır. Basit, mikro düzeydeki davranışların karmaşık ve önemli farklılaşmalara yol açabileceği esasına

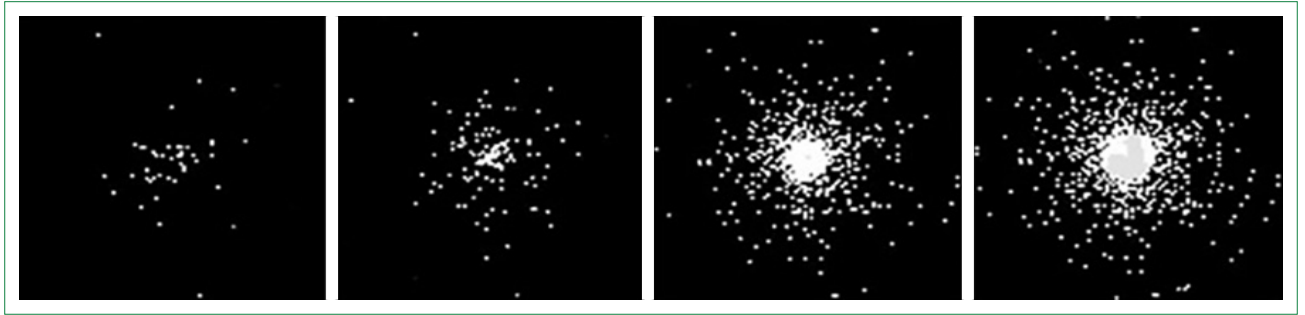
<sup>5</sup> Türkiye kentlerinin fraktal boyutlarına ilişkin Kaya'nın (2003) "Kentsel Mekan Zenginliğinin Kaos Teorisi ve Fraktal Geometri Kullanılarak Değerlendirilmesi" çalışması ile İlhan ve Gürsakağın (2021) "Fractality and Lacunarity of Turkish Cities" çalışmaları incelenebilir.





Şekil 6. Hüresel otomasyon yöntemi kapsamında İzmir Körfez Tüp Geçiş Projesi alanında zonal hücre gösterimi.

Arslan ve Duvarcı, 2020, s. 143.



Şekil 7. Kum yığını kent modeli büyüme simülasyonu.

Batty, 2005, s. 165.

dayanmaktadır (Schelling, 1978). Hüresel alanda serbest ajanlar (FACS-free agents on a cellular space) modelleri, iki katmanı üst üste bindirerek hüresel özışleme modelleri ile ajan tabanlı modelleri birleştirmektedir. Özünde, bu model, belirli eğilimler ve tercihler göz önünde bulundurularak yeni ajanların tanıtıldığı ve her hücrenin özellikleri komşu hücrelerin özelliklerine atıfta bulunarak belirlendiği için, hüresel özışleme dinamikleri devreye girmektedir (Portugali, 2000).

### 5.5. Kum Yığını ve Küçük Dünya Kent Modeli

Kum yığını yaklaşımı sistemin mikro düzeydeki istikrarsızlığının makro düzeyde stabilize ile karakterizedir (Batty, 2005). Argüman, kum yığını benzetmesine benzer şekilde, şehirlerin yerel ölçekte hızlı dalgalanmalar sergilediğini, ancak daha geniş, makro ölçekte direnç ve istikrar gösterdiğini öne sürmektedir. Şekil 7'de kum yığını yaklaşımı kapsamında kentsel büyüme modeli örneği görülmektedir. Dağılan ve sinerjetik kent modellerine dair perspektiflerle karşılaştırıldığında denge dönemlerinde kendiliğinden örgütlenen kentsel sistemlerin iç dinamiklerinin keşfine imkan vermektedir Portugali (2000). Küçük dünya kent modeli geleneksel yaklaşımlarda gözlemlenen

Zipf'in güç yasası dağılımı ile işleyen karmaşık ağları içermektedir. Barabasi ve Albert (1999) bu deseni, öz-organizasyonun bir göstergesi olarak yorumlarken, Portugali (2000) Alexander'in (1965) klasik "bir şehir ağaç değildir" ifadesine gönderme yaparak şehirlerin basit bir hiyerarşik yapıyla değil, karmaşık bir yarı-ızgara ağıyla tanımlandığını vurgulamaktadır.

## 6. Sonuç

21. yüzyılda kentlerin belirli sınırları olan, deterministik araçlarla analiz edilebilen doğrusal yapılar olmadığı tartışılmaktadır. Bunun yerine karmaşık ilişkiler, farklı ölçekler ve işlevlerdeki ağlar ve düğümler üzerinden gelişen ve dönüşen dinamik yapılar olduğu ortaya çıkmaktadır. Gerçekliğin kavramsallaştırılmasında ve geleceğin tahmininde karmaşıklık teorisi ilerlerken, kentler ve kentsel sistemler de daha karmaşık bir hale gelmektedir. Bilimsel paradigmadaki dönüşümler kapsamında planlama disiplini, bu karmaşıklığı anlamak ve yönetmek için kendi kendini örgütlenme, doğrusal olmayan ilişkiler, kaos teorisi, değişkenlik, belirsizlik ve ön görülemezlik gibi yeni kavramları benimsemektedir. Türkiye kentlerinin de artan karmaşıklığı, yeni kavramların sorgulamasını, yeni teorilerin tartışılmasını ve

mevcut planlama pratiklerinin ve kurumsal yapısının yeniden değerlendirilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda, kentlerin karmaşık sistemler olarak ele alınması ve bu perspektifin geleneksel ve modern kent modelleme yaklaşımları üzerinden gelişmesi, kentleri anlama ve yönlendirme biçimlerimizi dönüştürmesi açısından önem arz etmektedir. Daha da önemlisi, yeni karmaşıklık kavramlarını, teorilerini, teknik ve yöntemlerini, planlamanın bir değişkeni veya aracı olmaktan çıkarıp planlamanın kendisi olacak şekilde dönüştürülmesi beklenmektedir.

Bu amaçla “İzmir Örneği ile Türkiye’de Değişen Yerleşme Örüntüsünün Yorumlanması” başlıklı karmaşıklık teorisinin kavramlarını, araştırma yöntemlerini ve yukarıdaki bölümde verdiğimiz kent modellerini içeren Tübitak araştırma projesi yürüttük (Detaylı bilgi için bkz. Yetişkul, 2019; 2022a; 2022b).<sup>6</sup> İzmir kent bölge ve metropoliten alanının makro yapısındaki değişim 50–100 yıllık süre için fraktal boyut hesaplamalarıyla bölgeleşme eğilimleri ve büyüme katsayıları oluşsal (endojen) modellerle Özdemir (2021)<sup>7</sup> tarafından ortaya konulmuştur. Kentlerin aşağıdan-yukarıya kendi kendini örgütleyerek uyumlanan süreçlerinin, yukarıdan-aşağıya planlama kararlarıyla nasıl değiştiği ile kentsel sistemin İzmir metropoliten alan özelinde öz-organizasyon katsayısı Şahin (2023) tarafından araştırılmıştır. 50–100 yıllık süre içinde farklı dönemlerde onaylanmış nazım imar planı, metropoliten imar planı, büyükşehir belediyesi planı ve çevre düzeni planı arazi kullanım kararlarının İzmir’in karmaşıklık düzeyine etkileri fraktal boyutlardaki değişim ile sorgulanmış ve değişime sebep olan en yüksek katsayıyı üreten arazi kullanım kararı belirlenmiştir.

Söz konusu çalışmalarla (i) kentlerin kendi kendini örgütleyen açık ve dinamik sistemler olduğu; (ii) bu sistemlerin çok sayıda bireysel ve kolektif aktörün kararlarıyla aşağıdan-yukarıya doğru şekillendiği; (iii) birbirine bağlı bir çok alt bileşenden oluşsa da bileşenlerine indirgenemeyecek düzeyde kendi makro özellikleri bulunduğu; (iv) bu nedenle, sayısız değişkenin etkisinde olsa dahi sadece nüfus büyüklüğü, yoğunluk, yol ağı, morfolojik yapı veya arazi kullanımları gibi değişkenlerle yapısındaki dönüşümün ölçülebildiği; (v) karmaşık sistemlerin gözlemlenebilir düzeyde düzenlilikler ve örüntüler oluşturduğu ortaya konulmuştur. En önemlisi de, yukarıdan-aşağıya merkezi planlama veya yasal ve yönetsel düzenlemelerle şehirleri bir biçime veya forma dönüştürmek yerine, onların karmaşık sistemler olduğunu anlayarak refleksivite biçimlerini ve oluşsal (endojen) kapasitesini geliştirecek kentsel stratejiler, politikalar ve projelerin önemi vurgulanmıştır.

<sup>6</sup> 15 Nisan 2018–15 Ekim 2021 tarihleri arasında ODTÜ, Gazi Üniversitesi ve Ankara Üniversitesi ortaklığında İzmir Büyükşehir Belediyesi desteğiyle yürütülerek tamamlanan TÜBİTAK 117K824, 117K818 ve 117K825 kodlu Araştırma Projesi.

<sup>7</sup> Bu araştırma yazısı, Özdemir tarafından 2021 yılında tamamlanan “Investigating Complexity of İzmir Region by Fractal Analysis” başlıklı doktora tezinin “2. Background: Complex Urban and Regional Systems” bölümü esas alınarak geliştirilmiştir (<https://open.metu.edu.tr/handle/11511/92236>). Doktora tezi “İzmir Örneği ile Türkiye’de Değişen Yerleşme Örüntüsünün Yorumlanması” başlıklı TÜBİTAK 117K824 kodlu araştırma projesi kapsamında desteklenmiştir (<http://izmirproje.crp.metu.edu.tr/>).

## Kaynaklar

- Alexander, C. (1965). A city is not a tree. *Architectural Forum*, 122(1), 58-62.
- Allen, P. M. (1996). *Cities and regions as self-organizing systems*. Gordon and Breach Science Publishers.
- Allen, P. M. (1997). *Cities and regions as self-organizing systems: Models of complexity*. Routledge.
- Allen, P., & Sanglier, M. (1981). Urban evolution, self-organization and decision making. *Environment and Planning A*, 13(2), 169-183.
- Alonso, W. (1965). *Location and land use*. Harvard University Press.
- Arslan, H. M., & Duvarcı, Y. (2020). Hücresel özışlem yöntemi ile İzmir Körfez tüp geçiş projesinin rant artışına etkisinin tahminlemesi: İnciraltı örneği. *Planlama Dergisi*, 30(1), 136-146. <https://doi.org/10.14744/planlama.2019.02414>
- Barabási, A.-L., & Albert, R. (1999). Emergence of scaling in random networks. *Science*, 286(5439), 509-512.
- Batty, M. (2005). *Cities and complexity: Understanding cities with cellular automata, agent-based models, and fractals*. MIT Press.
- Batty, M. (2011). *Building a science of cities*. Centre for Advanced Spatial Analysis, University College London.
- Batty, M., & Longley, P. (1994). *Fractal cities: A geometry of form and function*. Academic Press.
- Batty, M., & Marshall, S. (2012). The origins of complexity theory in cities and planning. In J. Portugali, H. Meyer, E. Stolk, & E. Tan (Eds.), *Complexity theories of cities have come of age: An overview with implications to urban planning and design* (pp. 21-45). Springer.
- Bertalanffy, L. von. (1971). *General system theory*. George Braziller.
- Burgess, E. W. (1925). The growth of the city. In R. E. Park, E. W. Burgess, & R. D. McKenzie (Eds.), *The City* (pp. 47-62). University of Chicago Press.
- Castells, M. (1996). *The rise of the network society*. Blackwell.
- Chapin, F. S., Jr., & Weiss, S. F. (1962). *Urban growth dynamics in a regional cluster of cities*. John Wiley & Sons.
- Chrastaller, W. (1966). *Central places in southern Germany* (C. W. Baskin, Trans.). Prentice-Hall. (Original work published 1933).
- De La Puente, C. (2014). A proposal for epistemological errors detected. *International Journal of the Sociology of Language*, 4(12), 1000-1006.
- Diker, N., & Ökten, A. N. (2009). Kaos’dan düzene; “Sinerjetik toplum, sinerjik yönetim ve sinerjist planlama” - Örnek olay: 1999 Marmara depremleri sonrası kaos ve kendi-kendine organizasyon süreci içinde bir ilkokulun yapımı. *Megaron*, 4(3), 147-162. [https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON\\_4\\_3\\_147\\_162.pdf](https://jag.journalagent.com/megaron/pdfs/MEGARON_4_3_147_162.pdf)
- Frankhauser, P. (2004). Fractal geometry and the morphogenesis of urban settlements. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31(3), 425-442.
- Haken, H. (1983). *Synergetics: An introduction* (3<sup>rd</sup> ed.). Springer-Verlag.
- Haken, H. (1987). *Advanced synergetics: Instability hierarchies of self-organizing systems and devices* (2<sup>nd</sup> ed.). Springer-Verlag.
- Haken, H. (1996). *Principles of brain functioning: A synergetic approach to brain activity, behavior, and cognition*. Springer.
- Haken, H., & Portugali, J. (2017). Information and self-organization. *Entropy*, 19(1), 18. <https://doi.org/10.3390/e19010018>
- Harris, C. D., & Ullman, E. L. (1945). The nature of cities. *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 242(1), 7-17.
- Harvey, D. (2006). *Spaces of global capitalism: Towards a theory of uneven geographical development*. Verso.
- Heisenberg, W. (1927). *The physical principles of the quantum theory*. University of Chicago Press.
- Holland, J. H. (1992). *Adaptation in natural and artificial systems*. MIT Press.
- Hoyt, H. (1939). *The structure and growth of residential neighborhoods in American cities*. Federal Housing Administration.

- İlhan, C., & Gürsakal, N. (2021). Fractality and lacunarity of Turkish cities. *GRID*, 4(1), 74-100.
- Isard, W. (1956). *Location and space economy*. Technology Press of Massachusetts Institute of Technology and Wiley.
- Kaufman, S. A. (1991). Antichaos and adaptation. *Scientific American*, 265(2), 78-84.
- Kaya, H. S. (2003). *Kentsel mekân zenginliğinin fraktal analiz ve kaos teorisi ile incelenmesi* [Yüksek lisans tezi]. İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Kennedy, J. B. (2003). *Space, time and Einstein: An introduction*. Acumen.
- Kuhn, T. S. (1962). *The structure of scientific revolutions*. University of Chicago Press.
- Kuran, T. (1995). Private truths, public lies: The social consequences of preference falsification. *The Economic Journal*, 105(431), 1-20.
- Laurent, J. (2003). *Evolutionary economics and human nature*. Edward Elgar Publishing.
- Lefebvre, H. (1991). *The production of space* (D. Nicholson-Smith, Trans.). Blackwell. (Original work published 1974)
- Lefebvre, H. (2014). *Mekânın Üretimi* (I. Ergüden, Çev.). Sel Yayıncılık (Orijinal eser 1974 yılında basılmış, İngilizce çeviri 1991 yılında yayımlanmıştır).
- Liu, Y. (2009). *Modelling urban development with geographical information systems and cellular automata*. CRC Press.
- Lorenz, E. N. (1963). Deterministic nonperiodic flow. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2), 130-141. [https://doi.org/10.1175/1520-0469\(1963\)020<0130](https://doi.org/10.1175/1520-0469(1963)020<0130)
- Lowry, I. S. (1964). *A model of metropolises*. RAND Corporation.
- Lösch, A. (1954). *The economics of location*. Yale University Press.
- Mandelbrot, B. B. (1977). *Fractals: Form, chance, and dimension*. W. H. Freeman and Co.
- Massey, D. (1994). *Space, place, and gender*. University of Minnesota Press.
- Massey, D. (2005). *For space*. SAGE Publications.
- Matthews, R. B., Gilbert, N. G., Roach, A., Polhill, J. G., & Gotts, N. M. (2007). Age-based land-use models: A review of applications. *Land-use Ecology*, 22(10), 1447-1459. <https://doi.org/10.1007/s10980-007-9122-2>.
- Maxwell, J. C. (1872). *Theory of heat*. Longmans, Green, and Co.
- McDowell, L. (1999). *Gender, identity and place: Understanding feminist geographies*. Polity Press.
- McKenzie, R. D. (1925). The ecological approach to the study of human community. In R. E. Park, E. W. Burgess, & R. D. McKenzie (Eds.), *The City* (pp. 63-79). University of Chicago Press.
- Nicolis, G., & Prigogine, I. (1977). *Self-organization in nonequilibrium systems: From dissipative structures to order through fluctuations*. Wiley.
- Özdemir, S. (2021). *Investigating complexity of İzmir region by fractal analysis* [Unpublished doctoral dissertation]. Middle East Technical University.
- Özdemir, S., & Yetişkul, E. (2022). İzmir bölge morfolojisinin fraktal analiz yöntemiyle irdelenmesi. In *Proceedings of the Symposium on Environmental and Urban Studies* (pp. 935-948).
- Park, R. E. (1967). The city: Suggestions for the investigation of human behavior in the urban environment. In R. E. Park, E. W. Burgess, & R. D. McKenzie (Eds.), *The City* (pp. 1-46). University of Chicago Press. (Original work published 1925)
- Poincaré, H. (1890). Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique [On the problem of the three bodies and the equations of dynamics]. *Acta Mathematica*, 13, 1-270. (E. Zermelo, Trans., 1989).
- Portugali, J. (2000). *Self-organization and the city*. Springer-Verlag.
- Portugali, J. (2011). *Complexity, cognition, and the city*. Springer.
- Portugali, J. (2015, November). SIRN-Synergetic Inter Representation Networks: An approach to urban planning and design with implications to visual reasoning and design creativity. In *Studying visual and spatial reasoning for design creativity*.
- Prigogine, I. (1980). *From being to becoming: Time and complexity in the physical sciences*. Freeman and Co.
- Rayleigh-Bénard Convection. (n.d.). In *Wikipedia*. Retrieved June 23, 2024, from [https://en.wikipedia.org/wiki/Rayleigh%E2%80%93B%C3%A9nard\\_convection](https://en.wikipedia.org/wiki/Rayleigh%E2%80%93B%C3%A9nard_convection)
- Schelling, T. (1978). *Micromotives and macrobehavior*. W. W. Norton & Company.
- Serter, G. (2013). Şikago Okulu kent kuramı: Kentsel ekolojik kuram. *Planlama*, 23(2), 67-76. <https://doi.org/10.5505/planlama.2013.98608>
- Snow, C. P. (1964). *The two cultures and a second look*. Cambridge University Press.
- Soja, E. W. (1989a). *Postmodern geographies: the reassertion of space in critical social theory*. Verso.
- Soja, E. W. (1989b). *Reassertions: Towards a spatialized ontology*. Verso.
- Şahin, M.R. (2023). *Effects of urban planning on spatial complexity: Historical analysis of İzmir metropolitan area* [Unpublished doctoral dissertation]. Middle East Technical University.
- Tekeli, İ. (1979). *Mekan organizasyonlarına makro yaklaşım: Türkiye üzerinde bir deneme*. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayınları.
- Tekeli, İ. (2006). *Yerleşme bilimleri çalışmaları için öngörüler*. Türkiye Bilimler Akademisi.
- Tekeli, İ. (2009). *Akılcı planlamadan, bir demokrasi projesi olarak planlamaya* (Tarih Vakfı Yurt Yayınları, İlhan Tekeli Toplu Eserler 7). Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- Tekeli, İ. (2010). *Mekansal ve toplumsal olannın bilgilimi yazıları*. Tarih Vakfı Yurt Yayınları.
- Tekeli, İ. (2014). Coğrafya ve mekan üzerine. E. Bekaroğlu & A. L. Özdemir (Eds.), *Bir disiplinin iç dünyası: Modern Türk coğrafyası üzerine söyleşiler içinde* (pp. 3-16). İdil Yayıncılık.
- Tekeli, İ. (2016). *Dünya'da ve Türkiye'de kent-kır karşılığı yok olurken yerleşmeler için temsil sorunları ve strateji önerileri*. İdealkent Yayınları.
- von Thünen, J. H. (1966). *von Thünen's Isolated State* (P. Hall, Ed.). Pergamon. (Original work published 1826)
- Waldrop, M. M. (1992). *Complexity: The emerging science at the edge of order and chaos*. Simon & Schuster.
- Weber, A. (1909). *The theory of the location of industries*. The University of Chicago Press.
- Weidlich, W. (1987). Synergetics and social science. In R. Graham & A. Wunderlin (Eds.), *Lasers and synergetics* (pp. 238-256). Springer.
- Wilson, A. (1970). *Entropy in urban and regional modelling* (Routledge revivals). Routledge.
- Wingo, L. (1961). *Transportation and urban land*. Johns Hopkins University Press.
- Wolfram, S. (1984). Cellular automata as models of complexity. *Nature*, 311(5985), 419-424.
- Yetişkul, E. (2012a). Kent ekonomisi. M. Ersoy (Ed.), *Kentsel planlama ansiklopedik sözlük içinde* (pp. 189-192). NİNOVA Yayıncılık.
- Yetişkul, E. (2012b). Yer seçimi kuramı. M. Ersoy (Ed.), *Kentsel planlama ansiklopedik sözlük içinde* (pp. 495-497). NİNOVA Yayıncılık.
- Yetişkul, E. (2017). Karmaşık kentler ve planlamada karmaşıklık. *Planlama Dergisi*, 27(1), 7-15. <https://doi.org/10.14744/planlama.2017.38358>
- Yetişkul, E. (2019). İzmir örneğiyle bir araştırma projesi: Türkiye'de değişen yerleşme örüntüsünün yorumlanması. *İzmir Belediyesi'nin 150. Kuruluş Yıldönümünde Uluslararası Yerel Yönetimler Demokrasi ve İzmir Sempozyumu Bildiriler Kitabı içinde* (pp. 261-280). Akdeniz Akademisi Yayınları.
- Yetişkul, E. (2022a). Yerleşmeler ve karmaşıklık kuramı. *Planlama Dergisi*, 32(3), 519-526.
- Yetişkul, E. (2022b). Değişen yerleşme örüntüsünün İzmir örneği ile yorumlamak. *Meltem İzmir Akdeniz Akademisi Dergisi*, 11(Yaz), 42-58.