

Hesaplamalı Sosyal Bilimlerden Ne Anlamalıyız? Bir Literatür İncelemesi*

Hasan Tutar** & Esra Ayaz***

ÖZ

Hesaplamalı Sosyal Bilimler, karmaşık sosyal olguları analiz etmek ve anlamak için hesaplamalı yöntemlerden ve veri odaklı yaklaşımlardan yararlanan disiplinler arası bir alanı temsil etmektedir. Bu literatür incelemesi, Hesaplamalı Sosyal Bilimler alanındaki önemli gelişmeler, metodolojiler ve uygulamalar hakkında genel bir bakış sağlamayı amaçlamaktadır. Araştırmada başlangıçtan bugüne yayınlanan ve çeşitli akademik veri tabanlarından elde edilen bilimsel makaleler, kitaplar ve araştırma makaleleri üzerinde sistematik bir inceleme gerçekleştirilmiştir. İnceleme, Hesaplamalı Sosyal Bilimlerin ilk aşamalarından olgun bir alana doğru evrimini vurgulamakta ve ajan tabanlı modelleme, ağ analizi, makine öğrenimi ve doğal dil işleme dahil olmak üzere çeşitli hesaplama tekniklerini tartışmaktadır. Kısaca Hesaplamalı Sosyal Bilimler, sosyal bilimlerin geleneksel yöntemlerini genişletip güçlendirerek sosyal sistemlerin daha iyi bir şekilde anlaşılmasına ve yönetilmesine katkıda bulunan bir disiplin olarak görülmektedir. Hesaplamalı Sosyal Bilimler, karmaşık sosyal sistemler hakkında bir anlayış kazanmak için güçlü bir araç olarak gelişmeye devam etmektedir.

Anahtar Sözcükler: Hesaplamalı Sosyal Bilimler, Literatür Taraması, Doğal Dil İşleme, Bilgisayar Bilimleri, Sosyal Fenomenler

Makale Türü: Derleme Makale

Başvuru Tarihi: 15.05.2024

Kabul Tarihi: 11.06.2024



* Bu makale TÜBİTAK tarafından desteklenen 122G157 numaralı proje kapsamında üretilmiştir.

** Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, hasantutar@ibu.edu.tr, 0000-0001-8383-1464

*** Dr., Bağımsız Araştırmacı, esraayaz92@hotmail.com, 0000-0003-1641-2803

What Should We Understand from Computational Social Sciences? A Literature Review*

Hasan Tutar** & Esra Ayaz***

ABSTRACT

Computational Social Science represents an interdisciplinary field that leverages computational methods and data-driven approaches to analyze and understand complex social phenomena. This literature review aims to overview key developments, methodologies, and applications in Computational Social Science. A systematic review of scholarly articles, books, and research papers published since its inception and retrieved from various academic databases was conducted. The review highlights the evolution of Computational Social Science from its early stages to a mature field and discusses various computational techniques, including agent-based modeling, network analysis, machine learning, and natural language processing. In short, Computational Social Science is seen as a discipline that contributes to a better understanding and management of social systems by extending and strengthening the traditional methods of the social sciences. Computational Social Science continues to evolve as a powerful tool for understanding complex social systems.

Keywords: Computational Social Science, Literature Review, Natural Language Processing, Computer Science, Social Phenomena

Article Type: Review Article

Submitted: 15.05.2024

Accepted: 11.06.2024



* This article was produced within the scope of the project, numbered 122G157, and supported by TUBITAK.

** Prof. Dr., Bolu Abant İzzet Baysal University, hasantutar@ibu.edu.tr, 0000-0001-8383-1464

*** Dr., Independent Researcher, esraayaz92@hotmail.com, 0000-0003-1641-2803

Giriş

Sosyal bilimler, bilim insanlarının analiz birimi haline getirebildikleri olay ve olguları inceleyen geniş bir alanı kapsamaktadır. Giderek insan hayatının büyük bir kısmının dijital dünyada geçmeye başlaması sosyal bilimlerin araştırma yöntemlerinin dijital ayak izlerini takip edecek şekilde gelişmeye başlamasına katkı sağlamıştır. Sosyal bilimler alanı, insanlar arası ilişkiler ve toplumla alakalı konularla ilgilidir. Bu alandaki konuların karmaşıklığı hesaplamalı sosyal bilimlerin doğmasına önemli ölçüde etki etmiştir. Geleneksel araştırma yöntemlerinin sınırlılığı sebebiyle keşfedilmesi gereken pek çok sosyal problem bulunmaktadır. Bu problemleri çözebilmek için hesaplama teknolojilerindeki hızlı gelişmeler ve sosyal bilimler alanındaki önemli çalışmalar sayesinde hesaplamalı sosyal bilimler ortaya çıkmıştır. Toplumla ilgili konuların incelenmesi ve araştırılması için bilgiye ulaşmakta izlenen yollar ve yöntemler farklıdır (Neuman, 2014: 2; Toole, Lin, Muehlegger, Shoag, González ve Lazer, 2015). Bu literatür incelemesinde hesaplamalı sosyal bilimler üzerinde durulmaktadır. Araştırmanın verileri son dönemlerde önem kazanan bilgisayar bilimleri, doğal dil işleme ve sosyal bilimlerin kesişim noktası olarak hesaplamalı sosyal bilimler ile ilgili ikincil kaynaklardan toplanarak analiz edilip çeşitli öneriler bulunulmuştur.

Hesaplamalı sosyal bilimler (HSB), karmaşık sosyal fenomenleri incelemek ve modellemek için sosyal bilimlerin unsurlarını bilgisayar bilimi ve veri analizi teknikleriyle birleştiren disiplinler arası bir alandır. İnsan davranışı ve sosyal etkileşimlerle ilgili büyük veri kümelerini toplamak, işlemek, analiz etmek ve simüle etmek için hesaplama yöntemlerini ve araçlarını kullanmayı içerir. HSB, veri odaklı araştırma ve hesaplamalı modelleme merceğinden çeşitli sosyal, politik, ekonomik ve kültürel konulara ilişkin yeni perspektifler kazanmayı amaçlar. Sosyal bilimler uzun zamandır insan davranışlarını ve toplumsal yapıları deşifre etmeye çalışırken, bu alanda gelişen dijital teknolojiler yeni fırsatlar ve zorluklar sunmaktadır. Çevrimiçi ortamların sunduğu veri bolluğu ve söz konusu verileri analiz edebilme yetenekleri, bu bilimin ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır. Bu alanın evrimi, disiplinler arası yaklaşımların giderek daha yaygın hale geldiği geniş bir eğilimi yansıtmaktadır. HSB, bilgisayar bilimleri, istatistik, matematik ve geleneksel sosyal bilimlerden yararlanarak insan toplumuna ilişkin anlayışı zenginleştiren geniş bir bakış açısı sunarken, ayrıca hesaplamalı metodolojileri benimseyerek, küçük ölçekli anketlerin ve mülakatların sınırlarını aşarak araştırmacıların toplumsal

dinamikleri daha önce görülmemiş bir ölçekte ve derinlikte keşfetmelerini sağlamaktadır (Snee, Hine, Morey, Roberts ve Watson, 2016; Toole vd., 2015; Lazer vd., 2009). Kavram, bir açıdan geniş bir perspektiften sosyal ihtiyaçlara cevap verebilmek için yeni bir alan olarak, bir yandan da yeni yöntemlerle toplumların sosyal ağlarda ve dijital ağlarda bıraktıkları ayak izlerini takip etmek imkânı sunmaktadır.

21. yüzyılda toplumun işleyiş, iletişim ve gelişim biçiminde benzeri görülmemiş bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bu köklü değişimde, bağlantı ve etkileşim biçimlerini yeniden şekillendirmekle kalmayıp aynı zamanda derin bir dijital ayak izi bırakan dijital teknolojiler belirleyici olmaktadır. Genellikle devasa veri kümeleri şeklinde olan dijital ayak izi, insan davranışını ve toplumsal dinamikleri şekillendirmektedir. Bu süreçte gelişen HSB (Computational Social Sciences-CSS), bu veri açısından olağanüstü zengin ortama güçlü ve yenilikçi bir yanıt olarak ortaya çıkmıştır (Toole vd., 2015; Lazer vd., 2009; Strohmaier ve Wagner, 2014). HSB, geleneksel sosyal bilimlerin en son hesaplama teknikleriyle birleşimini temsil etmekte ve insan toplumunun karmaşık dokusunu inceleyip yorumlayabilme olanağı veren benzersiz bir bakış açısı sunmaktadır. Bu disiplinler arası alan, bir zamanlar geleneksel sosyal araştırmaların ulaşamayacağı soruları keşfetmek için yeni metodolojiler ve analitik araçlar sunarak bilimsel araştırmalara yeni boyutlar kazandırmaktadır.

HSB yalnızca geleneksel sosyal bilimleri güçlendirmekle kalmayıp, aynı zamanda yeni keşifleri katalize etme, inovasyonu teşvik etme ve verilerin bol olduğu ve anlama ihtiyacının sürekli arttığı bir çağda kanıta dayalı karar verme sürecine rehberlik etme potansiyeline sahip olduğu açıkça ortaya çıkıyor. HSB, veri analitiği, makine öğrenimi, ağ teorisi ve ajan tabanlı modellemenin gücünden yararlanarak, insan davranışının ve toplumsal olayların gizemlerini sadece birkaç on yıl önce hayal edilemeyecek şekillerde çözebilme imkânı vermektedir (Toole vd., 2015; Lazer vd., 2009; Strohmaier ve Wagner, 2014). İster çevrimiçi sosyal ağlarda bilgi yayılımının dinamiklerini anlamak, ister topluluklar içinde bulaşıcı hastalıkların yayılmasını modellemek veya politika değişikliklerinin ekonomik etkisini incelemek olsun, HSB bu yönde araştırmacılara kolaylıklar sağlamaktadır. Bu literatür incelemesinde, son zamanlarda gelişen HSB alanına bir giriş niteliğindedir. Bu alanı tanımlayan temel kavramları, metodolojileri ve uygulamaları keşfetmek amaçlanmaktadır. Hesaplama becerisini sosyal bakış açısı ile harmanlayan HSB'nin sunduğu sayısız olasılığı ve zorluğu araştırırken, bugün toplumun karşı karşıya olduğu en acil sorulardan bazılarının önemi özellikle vurgulanmaktadır.

Bilgisayar Bilimleri ve Sosyal Bilimlerin Kesişim Noktası Olarak Hesaplamalı Sosyal Bilimler

HSB, toplumsal sorunların ele alınmasında ve insan davranışını tahmin etmede önemli rol oynayan dinamik ve disiplinler arası bir alandır. Bu bilimin ortaya çıkışı, sosyal bilimcilerin istatistiksel verileri analiz edebilmek için bilgisayarları kullanmaya başladıkları 1960'lı yıllara kadar gidebilmektedir. HSB; insan davranışını, toplumsal dinamikleri ve sosyal etkileşimleri anlamının gerekli olduğu çok çeşitli alanlarda ve uygulamalarda kullanılan ve dijital verilere dayalı yeni bir araştırma tekniğidir. Araştırmacılar ve uygulayıcılar karmaşık toplumsal sorunları ele almak ve insan davranışları ve etkileşimleri hakkında fikir edinmek için hesaplama sosyal bilim tekniklerinden yararlanabilmektedirler. HSB alanı gelişmeye devam ettikçe, toplumsal sorunların ele alınması, karar verme süreçlerinin iyileştirilmesi ve insan davranışı ve sosyal sistemler hakkındaki anlayışın gelişmesi daha kolay olabilmektedir. Büyük ölçekli verilerin mevcudiyeti ve bilgi işlem teknolojisindeki ilerlemeler, gelecekte HSB'in kullanım alanının genişlemesine katkı sağlamaktadır (Lazer vd., 2009; Watts, 2011; Salganik ve Watts 2018; Gonzalez-Bailon, Borge-Holthoefer, Rivero ve Moreno, 2011).

Sosyal bilimler alanında 1960'larda, tepkisel olmayan ve tepkisel olan araştırma yöntemleri arasında bir ayrım yapılmış, tepkisel olmayan araştırma yöntemleri, araştırmacının araştırma bağlamına müdahale etmediği yöntemleri ifade etmek için kullanılmıştır (Salganik ve Watts 2018; Tufekci, 2014; De Choudhury, Kiciman, Dredze, Coppersmith ve Kumar, 2016). Tepkisel olmayan yöntem pozitivist paradigmadan hareket eder ve esasen keşif ve açıklama amaçlı araştırmalarda kullanılır. Sosyologların insanlar ve sosyal sistemler hakkında, soru sorarak (anket) veya davranışlarını doğrudan gözlemleyerek (etnografi) onları rahatsız etmeden veri toplamaları ve analizi tepkisel olmayan araştırma yöntemi örneğidir. Geleneksel olarak, tepkisel olmayan araştırma yöntemleri, insan faaliyetlerinin izlerini temsil edebilen fiziksel nesnelere dayanmaktadır. Genel olarak bu veriler bazen buluntu veriler, süreç verileri veya organik veriler olarak adlandırılmakta ve araştırmacının müdahalesinin olmadığı verilerden oluşmaktadır (Webb, Campbell, Schwartz ve Sechrest, 1966; Lee, 2000; Groves, 2011; Zhang, Wang, Xia, Lin ve Tong, 2020). Tepkisel olmayan verilere dayalı araştırmalar keşfetmeye ve açıklamaya dayalı nicel araştırmalar iken, araştırmacının araştırma sürecine aktif bir aktör olarak katıldığı ve anlamaya yönelik analizler içeren nitel araştırmalar ise tepkisel sosyal bilimler olarak

sınıflandırılmaktadır. Ancak bugün HSB getirdiği yeni yaklaşımlarla araştırmacılara tepkisel ve tepkisel olmayan yaklaşımları bir arada kullanma olanağı vermektedir.

İnternetin ve bilgisayar bilimlerinin ortaya çıkması ve gelişmesi sosyal bilim araştırmalarında önemli fırsatlar sunmaktadır. Çevrimiçi etkileşimlerin ve ilişkilerin kenara atılmayacağı fark edilmesi sosyal bilimcilere çalışmalarını için oldukça önemli bir alan sunmaktadır. Sosyal bilim araştırmacılarının yöntemlerini bu yeni alanın kendine özgü özelliklerinden bağımsız olarak düşünmemeleri büyük önem arz etmektedir. Çevrimiçi etkileşimlerin ve dijital teknolojilerin etkilerinin artması internet ve diğer sosyal medyayı geniş bir araştırma alanı haline getirmiştir (Snee vd., 2016; Toole vd., 2015; Lazer vd., 2009; Strohmaier ve Wagner, 2014). İnternetin ve sosyal medyanın geniş veri imkanıyla hesaplamalı sosyal bilimciler genellikle insanların sosyal durumlarda nasıl düşündüklerini /hissettiklerini ve davrandıklarını incelemeye geniş imkanlar sunmaktadır. Bu nedenle HSB, World Wide Web'deki sosyal hesaplamalı sistemlerin mühendislerini insan sosyal davranışını anlamak için modeller, yöntemler ve tekniklerle donatabilmekte ve mühendislik sistemleri için bir temel sağlayabilmektedir. Çeşitli bilgileri aramak için kullanılan dijital veri tabanları dışılınlar arası yaklaşımlar için büyük fırsatlar sunmaktadır. Dijital sistemler tarafından yönlendirilen sosyal hesaplama sistemleri ve makinelerin algoritmik hesaplamaları "sosyal makineler" olarak adlandırılan yeni toplumsal yapıların analizinde büyük olanaklar sağlamaktadır.

Sosyal-bilişimsel sistemler, diğer yazılım sistemlerinden farklı olarak, insan sosyal davranışını büyük ölçekte anlama ve modelleme imkânı vermektedir. Bununla birlikte insan sosyal davranışını tam olarak anlamadan yeni sosyallik biçimlerini ve genel olarak insan davranışlarını anlamak kolay değildir. Bu durum, sosyal bilimleri "sosyal-bilişimsel sistemler" yani yeni bir yazılım sistemi haline getirmektedir. Web üzerindeki büyük ölçekli uygulamaların mühendisliğine yönelik etkili bir yaklaşım, insan sosyal davranışının daha derinlemesine incelenmesine olanak tanımaktadır. Ancak internette insanın sosyal davranışını anlamaya yönelik mevcut yaklaşımlar sınırlı ve uygulama odaklıdır (Preece, 2001; Helic ve Strohmaier, 2011; Mann, 2016: 469). HSB söz konusu sınırlılıkları ve kısıtları aşmanın önemli bir aracı olarak işlev görmektedir ve veri çokluğu nedeniyle sosyal bilim araştırmacılarına geleneksel yöntemlerin sunmuş olduklarından daha yüksek doğrulukta sonuçları ortaya çıkarmalarına olanak sağlamaktadır.

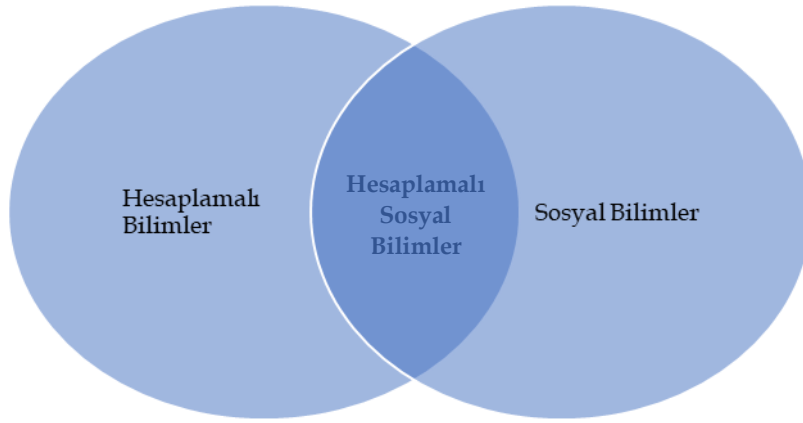
HSB yapısı itibariyle, sosyal olguları hesaplamalı yöntemler ve büyük ölçekli veriler kullanarak incelemek ve analiz etmek için bilgisayar bilimi ve sosyal bilimleri birleştiren disiplinler arası bir alandır. Sosyal bilimlerdeki konuların analizi için ampirik verilerin elde edilmesine yönelik geleneksel yöntemler, sosyal araştırma ilkeleri üzerine kurulmuştur. Bu prosedürler konvansiyonel şekilde anketler kullanılarak elde edilen verilere dayalı olarak gerçekleştirilmektedir. Geleneksel yöntem sadece yoğun kaynak kullanımını gerektirmekle kalmamakta, aynı zamanda temsil edilebilirlik ve diğer doğal sınırlamalar sebebiyle önemli yetersizliklere neden olmaktadır (Lazer vd., 2009; Liu vd., 2018; Neuman, 2014: 10).

Cep telefonu verileri, banka işlemleri, sosyal medya kullanımı gibi arkasında dijital iz bırakan veriler HSB'nin doğal davranış verisi örnekleridir. Simülasyonlar ise genelde bu doğal davranış verileri doğrultusunda olası senaryolar dahilinde yapay veriler üretmektir. Cep telefonu kullanım verilerinden öğrenilmiş hareketlilik modelleri ile bir şehirde ya da ülkede salgın hastalık ortaya çıkarsa bu durumun nasıl yayılabileceğini yapay olarak sentezleyerek ona göre çıkarımlar simülasyon tekniğini ifade etmektedir (Bosetti, Poletti, Stella, Lepri, Merler ve De Domenico, 2019; Amballoor ve Naik, 2020; Metaxas ve Mustafaraj, 2014). Aynı zamanda yaygın ve etkili bir sosyal medya aracı olan Twitter verileri ile acil durumları izlemek hesaplamalı sosyal bilim için iyi bir örnektir. Herhangi bir yerde yangın olayına tanık olan insanların Twitter uygulamasını kullanarak bunu duyuracakları varsayımı ile sanal bir yangın kulesi diğer bir simülasyon örneğidir (Amballoor ve Naik, 2020; Metaxas ve Mustafaraj, 2014; Cameron, Power, Robinson ve Yin, 2012).

HSB, dijital teknolojiye ilerlemeler, büyük verilerin kullanılabilirliği ve toplumsal sorunların artan karmaşıklığı nedeniyle hızla gelişmeye devam etmektedir. Alandaki araştırmacılar, toplumlarının dinamiklerini anlamak, tahmin etmek ve şekillendirmek için hesaplamalı yöntemleri etkili bir şekilde kullanmaktadırlar. Bu pratik imkânı HSB'nin, disiplinler arası araştırmalarda yaygın olarak kullanılmasını sağlamaktadır (Lerman ve Hogg 2010; De Choudhury vd., 2016; Kiciman, Counts ve Gasser, 2017). Teknoloji ve veri toplama yöntemleri ilerledikçe HSB, muhtemel uygulama alanı genişlemeye ve karmaşık toplumsal fenomenlerin derin analizine önemli katkı sağlayacağı ileri sürülebilir. Ancak HSB büyük veri bolluğu sayesinde olay ve olguların daha derinlemesine anlaşılması konusunda büyük umutlar vaat ederken, aynı zamanda bazı zorluklarla da karşı karşıyadır (Gonzalez-Bailon vd., 2011; Tufekci 2014; Lerman ve Hogg 2010). Etik kaygılar, mahremiyet sorunları ve veri toplama

ve analizindeki potansiyel önyargılar söz konusu sorun alanlarından bazılarıdır. Ayrıca, HSB'nin disiplinler arası yapısı, bilgisayar bilimcileri, sosyal bilimciler ve alan uzmanları arasında iş birliğini gerektirmektedir. Söz konusu iş birliğinin sağlanamaması durumunda alanın tüm potansiyelinden yararlanmak kolay olmayabilir.

Şekil 1. Sosyal Bilimler ve Bilgisayar Bilimlerinin Kesişim Noktası Olarak Hesaplamalı Sosyal Bilimler



HSB, klasik araştırma yöntemlerinin ölçeğini büyütme haricinde bazı olanaklar sağlamaktadır. Örneğin Covid 19 pandemisi sürecinde cep telefonu uygulamaları sayesinde gerçekçi hareketlilik simülasyonları ile senaryolar test edilmiş, karantina süreçleri izlenmiş ve pandemi sürecindeki politikaların sonuçları analiz edilebilmiştir. Çevrimiçi veriler mevcut bilimsel ve matematiksel teknikler aracılığıyla çıkarılabilmekte ve tahmin edilebilmektedir. Bu dijital ayak izleri sayesinde gerçek dünyanın mekanizmalarını doğru bir şekilde yansıtılabilmektedir. Teknolojik sınırlamalar ve gizlilik problemleri sebebiyle önceki araştırmalarla ilgili verileri kolaylıkla toplanıp incelenememektedir (Oliver vd., 2020; Jia, Lu, Yuan, Xu, Jia ve Christakis, 2020; Zhang vd., 2020). GPS koordinatları, topluluk üyeleri ve iletişim sıklığı gibi ayrıntılı kişisel verilere günümüzde kolaylıkla ulaşılabilmektedir. Bu tür verilerden yararlanmak insanların sosyal olgularına yönelik paha biçilmez öngörüler elde edebilmelerinde olanak sağlayabilmektedir.

Hesaplamalı Sosyal Bilimlerin Kullanılabileceği Araştırma Alanları

Günümüzde gelişmiş araştırma tekniklerinin yardımıyla çeşitli verilerin erişilebilirliği, araştırmacıların ilgilendikleri araştırma konularını ve yöntemlerini önemli ölçüde kolaylaştırmakta ve bu tür veriler kullanılarak

geleneksel sosyal konuların yeni bir bakış açısıyla araştırılması sayesinde sosyal olgular da daha derinlemesine keşfedilebilmektedir. Ayrıca verilerin sürekli mevcut olması sayesinde yeni araştırma tekniklerinin ve konularının test edilmesi mümkün olabilmektedir. Kavramın ortaya çıkmasıyla beraber artık insan dinamikleri üzerine araştırma konularına veri odaklı açıdan bakılabilmektedir (Cioffi Revilla, 2014; Bedru vd., 2020; Xia, Wei, Yu, Zhang ve Xu, 2019). Tıpkı Galileo'nun teleskopu fiziksel evreni gözlemlemek ve anlayabilmek için temel araç olarak icat etmesi gibi, hesaplamalı sosyal bilimciler de geleneksel sosyal bilim disiplinini yeniden analiz etmek için gelişmiş ve güçlü hesaplama araçlarından yararlanmaya çalışmaktadırlar.

HSB'nin bir çalışma alanı olarak ortaya çıkması, farklı alanları ve ölçekleri kapsayan tamamlayıcı ve sinerjik açıklamaların geliştirilmesini gerekli kılarken, sosyal bilimler, siyaset bilimleri, ekonomi bilimi, iletişim çalışmaları ve bilgisayar bilimleri dahil olmak üzere çeşitli alanlarda geniş uygulama alanına sahiptir (Lazer vd., 2009; Mogos, Mogos ve Florea, 2015; Snee vd., 2016). Sosyal davranışları incelemek, salgınları tahmin etmek, simülasyonlar yapmak ve olası muhtemel durumları modellemek, grup dinamiklerini ve sosyal medya verilerini analiz etmek için HSB uygun araçlar sunmaktadır (Lazer vd., 2014; Lehmann-Willenbrock, Hung ve Keyton, 2017; Metaxas ve Mustafaraj, 2014; Amballoor ve Naik, 2020).

Cioffi Revilla (2010) tarafından önerilen HSB kavramı hesaplamalı yaklaşımların ve bir dizi farklı araştırma metodolojisinin ortak kullanımına sahip sosyal disiplinleri içermektedir. Bunlar: sosyal simülasyon, karmaşıklık modellemesi, sosyal ağ analizi, otomatik bilgi çıkarımı ve coğrafi bilgi sistemleridir (Bonaventura ve Consoli, 2013; Bosse ve Gerritsen, 2010):

Sosyal simülasyon: Sosyal olguların simülasyon modelleri, bilgisayarların veri analizi amacıyla ilk kez kullanılmaya başlanmasından kısa bir süre sonra sosyal bilimlerde ortaya çıkmış ve böylece çağdaş HSB araştırmaları için yeni temeller oluşturmuştur. Hem sosyal araştırmalar hem de politika analizi için hesaplamalı simülasyon modellerinin değerli bir özelliği; belirli bir hedef sistemin yeterince iyi geliştirilmiş bir modelini varsayarak, etkilerini (alternatif senaryolar) gözlemlemek için mevcut ve alternatif politikaları çalışmaya geniş imkân vermektedir.

Karmaşıklık modellemesi: Modelleme, bireysel davranışları toplumsal bir bağlamda simüle etmek için dinamik bir çerçeve sağlar. Denge dışı dinamiklerin analizi için kullanılan bu kavram ilkelere dayalı matematiksel sistemler

sağlamaktadır. Karmaşıklık modellemesi, analiz biriminin nasıl geliştiğini anlamak ve muhtemel tahmin tekniklerini bulmayı amaçlarken, aynı zamanda sanal ajanlar arasındaki etkileşimler modellenerek fenomenler ortaya çıkarılabilmekte ve özel (yerel) eylemlerin genel (küresel) modellere nasıl yol açabileceği incelenebilmektedir. Bu yaklaşım, kalabalık davranışı, trafik akışı ve yeniliklerin yayılması ile ilgili soruları araştırmak için oldukça elverişlidir. Hesaplamalı modeller ve simülasyonlar genellikle HSB de sosyal süreçleri yeniden oluşturmak ve hipotezleri test etmede kullanılabilir. Aracı tabanlı modelleme, sistem dinamiği modellemesi ve ağ modelleri, kullanılan yaygın modelleme yaklaşımıdır.

Sosyal ağ analizi: Sosyal ağlar insan etkileşimlerinin merkezini oluşturmakta ve HSB bu sosyal ilişkilerin yapılarını ve dinamiklerini incelemek için ağ analizinden yararlanır. Bu araç bilgi yayılımı, etki dinamikleri ve toplumsal ilişkilere ışık tutar. Sosyal ağ analizi, yapısal düğüm ve ilişki örüntüleri göz önüne alındığında sosyal grupların işlevselliği hakkında bilgi sağlamayı amaçlarken, esneklik, kırılabilirlik, ayrıştırılabilirlik, işlevsellik gibi doğrudan gözlem yoluyla veya daha geleneksel yöntemlerle çıkarılamayacak özelliklerin analizine de imkân verir. Buna ek olarak, kamu politikasıyla ilgili daha sağlam ağların tasarımına (örneğin ulaşım, iç güvenlik ve halk sağlığı gibi) uygulanabilmektedir. Ağlar içindeki etkili düğümleri, topluluk yapılarını ve bilgi akışını tanımlamak HSB sayesinde kolaylaşmaktadır.

Otomatik bilgi çıkarımı: Verilerden bilgi çıkarmak için veri kaynaklarını veya dokümanları ayrıştırma ve kodlama tekniğidir. Bu teknik son zamanlarda çoklu ortamların (metin, ses, video gibi) hesaplamalı analizine dönüşmektedir. Bu tekniklerin verimliliği yapay zekâ ve diğer hesaplama algoritmalarından hesaplama tekniklerinin tanıtılması sayesinde gelişmektedir. Otomatik bilgi çıkarımı ve metin madenciliği, sosyal bilimlerin “nitelik açısından zengin”, “nicelik açısından fakir” olan alanlarında umut verici bir hesaplama stratejisidir.

Coğrafi bilgi sistemleri: Bu sistemler sosyal dünyaya ilişkin mekânsal referanslı verilerin görselleştirilmesi ve analiz edilmesine yönelik araçlar olarak ifade edilmektedir. Sosyal bilimlerde ve birçok disiplinde uygulama alanları mevcuttur. Sosyal coğrafi bilgi sistemleri, mekânsal örüntüler hakkında benzersiz yeni öngörüler üretmek için diğer nicel tekniklerle birleştirilmiş ve mekânsal istatistiksel analizin geniş alanıyla da yakından ilişkilidir; ancak sosyal veri katmanlarının görselleştirilmesine daha fazla vurgu yapmaktadır (Boulet, Mazzega ve Bourcier, 2010; Lettieri ve Faro, 2012).

Burada belirtilenlerin yanında HSB'nin kullanıldığı diğer bazı alanlar şunlardır:

Her tür dijital veri analizi: HSB araştırmacıları, verileri analiz etmek için çeşitli nicel ve istatistiksel yöntemler kullanabilmekte ve verilerdeki kalıpları, korelasyonları tanımlamak için açıklayıcı istatistikler, ağ analizleri, makine öğrenimi ve veri madenciliği tekniklerini içerebilmektedir. Büyük veri kümelerini analiz için işlemek ve hazırlamak, HSB de çok önemli bir adımdır. Bu, veri temizlemeyi, dönüştürmeyi ve bazen tutarlı bir veri kümesi oluşturmak için birden çok veri kaynağını birleştirmeyi içerir.

İletişim çalışmaları: HSB, iletişim kalıplarını, medya etkilerini ve bilgi yayılımını incelemede etkin bir şekilde kullanılabilir. Araştırmacılar, haberlerin ve söylentilerin sosyal medyada yayılmasını anlamak, medya önyargısını analiz etmek ve reklam kampanyalarının etkisini değerlendirmek için kullanabilirler.

Kültürel çalışmalar: Farklı demografik gruplar arasındaki dil kullanımındaki değişiklikler, sanatsal ifadeler ve kültürel tercihler de dahil olmak üzere kültürel eğilimleri analiz etmek için HSB kullanılabilir. Dil yapıları, normlar ve gelenekler de dahil olmak üzere kültürlerin ve kültürel uygulamaların zaman içinde nasıl geliştiği incelenebilir. HSB, kültürel tüketim kalıplarını, tarihi yerlerle etkileşimi ve kültürel olayların topluluklar üzerindeki etkisini analiz ederek kültürel mirasın korunmasına ve geliştirilmesine yardımcı olur. Ek olarak sosyal fenomenlerin farklı kültürler ve toplumlar arasında nasıl değiştiğini anlamak için uygulanabilir ve araştırmacıların evrensel kalıpları, kültüre özgü davranışları tanımlamasına da yardımcı olur.

Politika analizi: HSB, farklı politikaların ve müdahalelerin sonuçlarına ilişkin veri odaklı kavrayış sağlayarak politika yapıcılarına yol gösterebilir ve siyasi davranışı, seçim sonuçlarını ve politikaların etkisini analiz etmek için uygun bir teknik olarak görülebilir. Sosyal medyadaki siyasi söylemin duygu analizi, seçmen davranışının modellenmesi ve kampanya stratejilerinin etkilerinin incelenmesi için kullanılır.

Bütün bu avantajlarına ve inceleme alanının yaygınlığına rağmen HSB'nin en önemli zorluklardan biri çeşitli bilimsel alanlarda temel çalışma nesnelere olan karmaşık ağların ya da grafiklerin analizi ve modellenmesidir. Bu ağlar yüksek boyutlu ve ayrık olabildiği için onları bir modelleme bağlamında çalışmayı zorlaştırmaktadır. Bu ağlar için doğru modeller tasarlamak, sosyal etkileşimleri

ve bunların toplum üzerindeki etkilerini anlamak oldukça önemlidir. Bununla birlikte, HSB’de bazı zorluklar ve sınırlamalar bulunmaktadır. Bu zorluklardan biri, zengin karmaşık ağlar için düşük temsillerdir ve bu durum ağların modellenmesini, analizini olumsuz etkilemektedir. Bir diğer zorluk ise bu alandaki araştırmacıların hem sosyal teoriler hem de hesaplama yöntemleri konusunda güçlü bir anlayışa sahip olması gerekliliğidir. Bu iki uzmanlık alanı arasındaki boşluğu kapatmak, HSB’de titiz ve anlamlı araştırmalar yürütmek için çok önemlidir (Seshadhri, Sharma, Stolman ve Goel, 2020; Weber, Wagner, Strohmaier ve Aiello, 2016). Bütün bunlara ek olarak internet aracılığıyla paylaşılan verilerin doğru olup olmadıkları da önemli bir konu olarak görülebilmektedir.

Sonuç

HSB, bilgisayar bilimleri, istatistik ve sosyal bilimlerin kesiştiği noktada ortaya çıkan ve toplumla ilgili soruları yanıtlamak için yeni hesaplama yöntemlerinin kullanıldığı bir araştırma alanıdır. Bu alan doğası gereği işbirlikçi bir yapıya sahiptir: sosyal bilimciler ilgili araştırma soruları, veri kaynakları ve elde etme yöntemleri hakkında hayati bir bağlam ve içgörü sağlarken, istatistikçiler ve bilgisayar bilimcileri matematiksel modeller ve hesaplama araçları geliştirme konusunda uzmanlığa katkıda bulunmaktadır (Jarvis, Keuschnigg ve Hedström, 2022; Sagara, Gutiérrez-Roig, Bonhoure ve Perelló, 2016; Mason, Vaughan ve Wallach, 2014). İnternet, sensör ağları ve kitle kaynak sistemlerinden gelen yeni, büyük ölçekli demografik, davranışsal ve ağ verileri kaynakları, makine öğrenimi, istatistik, sosyal ağ analizi ve doğal dil işleme alanlarındaki son gelişmelerle birlikte bu yeni disiplinin kalbini oluşturmak için daha geleneksel veri kaynaklarını artırmaktadır.

Yakın bir tarihe kadar nicel sosyoloji araştırmalarının çoğu anket verilerinin geleneksel istatistiksel analiz ile yapılmasıyla sınırlıydı. Anket araştırma modeli ve buna eşlik eden analitik araçlar büyük ölçüde bağımsız gözlemlerin örneklenmesine dayanmaktadır. İstatistiksel bağımsızlığa duyulan bu güven, birbirine bağlı aktörler tarafından üretilen büyük ölçekli sosyal olguların analizini genellikle engellemiştir. Anket-araştırması nicel sosyolojinin araştırma hedeflerini yönlendirmiş, dikkati sistemin davranışı şekillendiren sosyal süreçlerden bireysel davranışı şekillendiren psikolojik ve demografik süreçlere kaydırmıştır (Coleman, 1986: 1315; Jarvis vd., 2022; Sagara vd., 2016). Sosyal yaşamın giderek dijitalleşmesi sayesinde her tür veriyi toplamak

mümkün olmakta, söz konusu verilerin tanımladıkları davranışları doğru bir şekilde analiz etmek mümkün olabilmektedir.

2021 yılında Networks konferansında HSB ile ilgili yapılan bir panelde çeşitli disiplinlerin sorunlara karşı yaklaşım şekilleri üzerinden bir tartışma yapılmış ve kavramın birtakım sorunlarına değinilmiştir. Bu sorunlardan birinin büyük verinin gelişmiş yapay öğrenme teknikleriyle bulunduğu güçlü kestirim modelleri sağlaması fakat bunu sorunun doğasına yönelik fazla bir şey söylememesidir. Gelişmiş yapay öğrenme modellerinin birçoğunda görülen bu sorun esasen hesaplamalı bilimlerin sorunlara daha indirgemeci yaklaşmasından, anlamaktan daha çok kestirmeye ve bilgisayarla işlemesi daha zor olan nitel veriler yerine nicel verilere önem verilmesinden kaynaklanmaktadır (Hofman vd., 2021; Salah, 2023). Bu sistemlerde karmaşık ilişkiler ağı oluşturularak karar verme öğrenilirken, dışardan bakan biri bu kararların nasıl verildiğini kolay kolay anlamamaktadır. Ayrıca zamanla insanların arama davranışları da değiştiği için kestirim başarısı bundan olumsuz etkilenmektedir.

Farklı sosyal alanlardaki veya ortamlardaki insan etkileşimleri hakkında eşi benzeri görülmemiş miktarda verinin mevcudiyeti, bu verilerin onlarca insan ölçeğindeki araştırmaların ötesinde sosyal davranış hakkındaki bilgilerden yararlanmak için kullanılması olasılığını ortaya çıkarmaktadır. Veriler, simülasyon modellerinin ve sosyo-ekonomik teorilerin sonuçlarını kontrol etmek ve doğrulamak için kullanılabilir, ancak bunları kullanmanın bir ileri adımı, modelleme aşamasında bunları dikkate almaktır. Aynı zamanda, sosyal simülasyon ile teorik anlayış arasındaki ilişki hala sorundur. Büyük ölçekli verilerin simülasyon modellerine dahil edilmesinin, sosyal bilimlerde ilgili ilerlemenin sağlanması açısından beklenen sonuçlara yol açmayabilir (Lazer vd., 2009; Conte vd., 2012). Verilerin analizinin mekanizmaların anlaşılmasına katkıda bulunacağı açık olmakla birlikte, özellikle kontrollü parametreler veya durumlar altında yapılan deneylerden elde edilen girdiler olmak üzere, genellikle daha fazla girdiye ihtiyaç duyulacağı da açıktır. Sonuç olarak, HSB'in çeşitli alanlarda uygulamaları vardır ve insan davranışını anlamak ve tahmin etmek için fırsatlar sunmaktadır. Bununla birlikte, karmaşık ağların modellenmesi ve sosyal bilimciler ile bilgisayar bilimcileri arasında disiplinler arası iş birliği ihtiyacı her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

Extended Abstract

CSS has an important role in addressing societal problems and predicting human behavior. This discipline constitutes a new field of study at the intersection of computer science and social science. The history of CSS can be traced back to the 1960s, when social scientists began using computers to analyze statistical data. Developments in this field have made it easier to address social problems, improve decision-making processes, and improve understanding of human behavior and social systems. Advances in the Internet and computing technologies have expanded the use of CSS (Lazer et al., 2009; Watts, 2011).

In the social sciences, a distinction has been made between non-responsive and responsive research methods. While non-responsive methods are used for research in which the researcher does not intervene in the research context and are generally used for exploratory and explanatory research, in responsive research, social sciences are defined as research in which the researcher participates as an active actor and analyzes for understanding (Salganik & Watts 2018; Tufekci, 2014).

Recent years have emphasized the opportunities offered by the internet and computing technologies in social science research. The increasing influence of online interactions and digital technologies, and the vast data availability of the internet and other social media applications, provide computational social scientists with a wide range of opportunities to study how people think, feel and behave in social situations. Therefore, CSS can provide a foundation for engineering systems by equipping them with models, methods and techniques to understand human social behavior.

CSS is an interdisciplinary field that combines computer science and social science. In this field, social phenomena are studied and analyzed using computational methods and large-scale data. The methods used in traditional social sciences are usually based on empirical data. However, these methods are resource intensive and may face limitations such as representativeness. CSS's use computational science in combination with mathematical theories to solve such problems and utilize data processing and analysis techniques (Lazer et al., 2009; Liu et al., 2018; Neuman, 2014: 10).

In CSS's, secondary data, often derived from digital media, are collected, analyzed and interpreted according to specific techniques and rules. In this field, techniques such as big data analysis, algorithms and interpretation of digital

traces are widely used. For example, digital traces such as mobile phone data, bank transactions and social media usage provide natural behavioral data for CSS's. Furthermore, simulations are used to generate possible scenarios based on these data. For example, cell phone usage data can be used to simulate the spread of epidemics in a city or country. Similarly, Twitter data can be used to monitor emergencies (Bosetti et al., 2019; Amballoor and Naik, 2020).

CSSs are rapidly evolving with advances in digital technology and increased availability of big data. Researchers are effectively using these methods to understand, predict and shape the dynamics of society. This has led to the widespread use of CSS in interdisciplinary research. With the advancement of technology and data collection methods, the potential application of CSS is expected to expand and contribute to the deep analysis of complex social phenomena. Researchers in this field are able to develop deep insights into human behavior, social dynamics and the impact of technology on society. However, the challenges of using big data, especially ethical concerns, privacy issues, and potential biases in data collection and analysis should also be considered. Moreover, the interdisciplinary nature of CSS requires effective collaboration between computer scientists, social scientists and domain experts. In the absence of this collaboration, it may be difficult to fully utilize the potential of the field.

CSS is an approach to describing, understanding and modeling social phenomena in which both social sciences and computer science play an important role. While social sciences focus on understanding human decision-making processes at the micro level, computer science allows us to study social phenomena through information processing tools. Big data is an important component of this approach, providing a unique view of social behavior. This approach allows us to dig deeper into social behavior using unprecedented amounts of data on human interactions in different social domains. Data can be used to check and validate the results of simulation models and theories, but the relationship between simulation models and data is still controversial. CSS's can be applied in a variety of fields and offer opportunities to understand and predict human behavior. However, the modeling of complex networks and the need for interdisciplinary collaboration can also pose significant challenges.

Kaynakça

- Abrahao, B. & Parigi, P. (2020). Computational social science, big data, and networks. In: Light, R. & Moody, J. (Ed.) *The Oxford handbook of social networks*, içinde (s. 516-134). Oxford, UK: Oxford University Press,
- Amballoor, R. & Naik, S. (2020). Optimizing the value of big data: role of computational social science. *Topics in Intelligent Computing and Industry Design (ICID)* 2(1), 118-120, <https://doi.org/10.26480/cic.01.2020.118.120>.
- Bedru, H. D., Yu, S., Xiao, X., Zhang, D., Wan, L., Guo, H. & Xia, F., (2020). Big networks: a survey. *Computer Science Review*, 37, <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2020.100247>.
- Bonaventura, L. & Consoli, A. (2013). *Priorities for Backlog of Criminal Cases Pending in Courts: A Computational Agent-based Model*, forthcoming in Faro, Lettieri (ed.), *Law and Computational Social Science*, special issue of the journal *Informatica e Diritto*, 1.
- Bosetti, P., Poletti, P., Stella, M., Lepri, B., Merler, S. & De Domenico, M. (2019). Reducing measles risk in Turkey through social integration of Syrian refugees. *ArXiv*, abs/1901.04214.
- Bosse, T. & Gerritsen, C. (2010). Social Simulation and Analysis of the Dynamics of Criminal Hot Spots. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 13(2), <http://jasss.soc.surrey.ac.uk/13/2/5.html>.
- Boulet, R., Mazzega, P. & Bourcier, D. (2010). *Network Analysis of the French Environmental Code*, in Casanovas, Pagallo, Sartor, Ajani (Ed.), *AI Approaches to the Complexity of Legal Systems* içinde (s. 39-53), Heidelberg.
- Cameron, M. A., Power, R., Robinson, B. & Yin, J., (2012). Emergency situation awareness from Twitter for crisis management. *Proceedings of the 21st International Conference on World Wide Web*, 695-698.
- Cioffi Revilla, C. (2010). *Computational social science*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 2(3), 259-271, <https://doi.org/10.1002/wics.95>.
- Cioffi Revilla, C. (2014). *Introduction to Computational Social Science: Principles and Applications*. Springer.
- Coleman, J. S. (1986). Social theory, social research, and a theory of action. *American Journal of Sociology*, 91(6), 1309-1335, <https://doi.org/10.1086/228423>.
- Conte, R., Gilbert, N., Bonelli, G., Cioffi-Revilla, C., Deffuant, G., Kertesz, J., Loreto, V., Moat, S., Nadal, J. P., Sanchez, A., Nowak, A., Flache, A., San Miguel, M. & Helbing, D. (2012). Manifesto of computational social

- science, *The European Physical Journal Special Topics*, 214, 325-346, doi: 10.1140/epjst/e2012-01697-8.
- De Choudhury, M., Kiciman, E., Dredze, M., Coppersmith, G. & Kumar, M. (2016). Discovering shifts to suicidal ideation from mental health content in social media. In *Proceedings of the 2016 CHI conference on human factors in computing systems*, 2098-2110, <https://doi.org/10.1145/2858036.2858207>.
- Edelmann, A., Wolff, T., Montagne, D. & Bail, C. A. (2020). Computational social science and sociology. *Annual Review of Sociology*, 46(1), 61-81, doi:10.1146/annurev-soc-121919-054621.
- Gonzalez-Bailon, S., Borge-Holthoefer, J., Rivero, A. & Moreno, Y. (2011). The dynamics of protest recruitment through an online network. *Scientific Reports*, 1, <https://doi.org/10.1038/srep00197>.
- Groves, R. (2011). Designed Data and Organic Data. *Director's Blog*, US Census Bureau, <http://directorsblog.blogs.census.gov/2011/05/31/designeddata-and-organic-data>.
- Helic, D. & Strohmaier, M. (2011). Building Directories for Social Tagging Systems. *Proc. 20th ACM Conf. Information and Knowledge Management*, 525-534.
- Hofman, J. M., Watts, D. J., Athey, S., Garip, F., Griffiths, T. L., Kleinberg, J., Margetts, H., Mullainathan, S., Salganik, M. J., Vazire, S. & Vespignani, A. (2021). Integrating explanation and prediction in computational social science. *Nature*, 595(7866), 181-188, doi: 10.1038/s41586-021-03659-0.
- Jarvis, F. B., Keuschnigg, M. & Hedström, P. (2022). Analytical sociology amidst a computational social science revolution. *Handbook Of Computational Social Science, Case Studies and Ethics*, doi:10.4324/9781003024583-4.
- Jia, J. S., Lu, X., Yuan, Y., Xu, G., Jia, J. & Christakis, N. A. (2020). Population flow drives spatio-temporal distribution of COVID-19 in China, *Nature*, 582(7812), 389-394, <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2284-y>.
- Kiciman, E., Counts, S. & Gasser, L. (2017). Leveraging social media for behavioral psychology research: The possibilities and challenges. In *Proceedings of the 2017 CHI conference on human factors in computing systems*, 2254-2267.
- Lazer, D., Kennedy, R., King, G. & Vespignani, A. (2014). The parable of google flu: traps in big data analysis. *Science*, 343(6176), 1203-1205, <https://doi.org/10.1126/science.1248506>.

- Lazer, D., Pentland, A., Adamic, L., Aral, S., Barabási, A., Brewer, D., Christakis, N., Contractor, N., Fowler, J., Gutmann, M., Jebara, T., King, G., Roy, D., Macy, M.W. & Van Alstyne, M. (2009). Computational social science. *Science*, 323(5915), 721-723, <https://doi.org/10.1126/science.1167742>.
- Lee, R. M. (2000). *Unobtrusive Methods in Social Research*. Open Univ. Press.
- Lehmann-Willenbrock, N., Hung, H. & Keyton, J. (2017). New frontiers in analyzing dynamic group interactions: bridging social and computer science. *Small Group Research*, 48(5), 519-531, <https://doi.org/10.1177/1046496417718941>.
- Lerman, K. & Hogg, T. (2010). Using a model of social dynamics to predict popularity of news. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(47), 197-201, <https://doi.org/10.1145/1772690.1772754>.
- Lettieri, N. & Faro, S. (2012). Computational Social Science and its Potential Impact upon Law. *European Journal of Law and Technology*, 3(3).
- Liu, J., Tang, T., Wang, W., Xu, B., Kong, X. & Xia, F. (2018). A survey of scholarly data visualization. *IEEE Access* 6(1), 19205-19221, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2018.2815030>.
- Mann, A. (2016). Core concept: Computational social science. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(3), 468-470, [doi:10.1073/pnas.1524881113](https://doi.org/10.1073/pnas.1524881113).
- Mason, W., Vaughan, W. J. & Wallach, H. (2014). Computational social science and social computing. *Mach Learn*, 95, 257-260, [doi: 10.1007/s10994-013-5426-8](https://doi.org/10.1007/s10994-013-5426-8)
- Metaxas, P. & Mustafaraj, E. (2014). Sifting the sand on the river bank: social media as a source for research data. *Information Technology*, 56(5), 230-239, <https://doi.org/10.1515/itit-2014-1047>.
- Mogos, A., Mogos, B. & Florea, A. (2015). A voting approach for comparing several swarm intelligence algorithms. *20th International Conference on Control Systems and Computer Science*, Bucharest, Romania, <https://doi.org/10.1109/cscs.2015.134>.
- Muñoz, J. & Young, C. (2018). We Ran 9 billion regressions: eliminating false positives through computational model robustness. *Sociological Methodology*, 48(1), 1-33.
- Neuman, W. L. (2014). *Toplumsal Araştırma Yöntemleri Nitel ve Nitel Yaklaşımlar*. (Çev. Sedef Özge). Ankara: Yayın Odası.
- Oliver, N., Lepri, B., Sterly, H., Lambiotte, R., Deletaille, S., De Nadai, M., Letouzé, E., Salah, A. A., Benjamins, R., Cattuto, C., Colizza, V. & Vinck,

- P. (2020). Mobile phone data for informing public health actions across the COVID-19 pandemic life cycle. *Science advances*, 6(23), <https://doi.org/10.1126/sciadv.abc0764>.
- Preece, J. (2001). Sociability and Usability in Online Communities: Determining and Measuring Success. *Behaviour and Information Technology*, 20(5), 347-356, <http://dx.doi.org/10.1080/01449290110084683>.
- Sagarra, O., Gutiérrez-Roig, M., Bonhoure, I. & Perelló, J. (2016). Citizen Science Practices for Computational Social Science Research: The Conceptualization of Pop Up Experiments. *Front. Phys.* 3(93), doi: 10.3389/fphy.2015.00093.
- Salah, A. A. (2023). *Hesaplamalı sosyal bilimler nedir?*. <https://sarkac.org/2023/01/hesaplamali-sosyal-bilimler-nedir/> (Erişim tarihi: 26.08.2023).
- Salganik, M. J. & Watts, D. J. (2018). *Introduction to computational social science: Principles and applications*. Princeton University Press.
- Seshadhri, C., Sharma, A., Stolman, A. & Goel, A. (2020). The impossibility of low-rank representations for triangle-rich complex networks. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(11), 5631-5637. <https://doi.org/10.1073/pnas.1911030117>.
- Snee, H., Hine, C., Morey, Y., Roberts, S. & Watson, H. (2016). Ana Akım Yöntembilim Olarak Dijital Yöntemler: Giriş. (Çev. S. Ersöz Karakulakoğlu), *Sosyal Bilimler İçin Dijital Yöntemler Yöntemsel Yenilikler İçin Disiplinlerarası Bir Kılavuz*, içinde (s. 1-12), Nobel Akademik Yayıncılık.
- Strohmaier, M. & Wagner, C. (2014). Computational Social Science for the World Wide Web. *IEEE Computer Society*, 84-88.
- Strohmaier, M. (2013). A Few Thoughts on Engineering Social Machines, *Proc. 2013 World Wide Web Conf.*, www.markusstrohmaier.info/documents/a_few_thoughts_on_engineering_social_machines.pdf.
- Tindall, D., McLevey, J., Koop-Monteiro, Y. & Graham, A. (2022). Big data, computational social science, and other recent innovations in social network analysis. *Canadian Review of Sociology*, 59, 271-288, <https://doi.org/10.1111/cars.12377>.
- Toole, J. L., Lin, Y. R., Muehlegger, E., Shoag, D., González, M. C. & Lazer, D. (2015). Tracking employment shocks using mobile phone data. *Journal of the Royal Society Interface*, 12(107), <http://dx.doi.org/10.1098/rsif.2015.0185>.

- Tufekci, Z. (2014). Big questions for social media big data: Representativeness, validity and other methodological pitfalls. In *Eighth International Conference on Weblogs and Social Media*, 505-514, <https://doi.org/10.1609/icwsm.v8i1.14517>
- Watts, D. J. (2011). Computational social science: Exciting progress and future directions. *The Bridge on Social Science and Technology*, 41(4), 9-10, doi:10.1145/2939672.2945366.
- Webb, E. J., Campbell, D. T., Schwartz, R. D. & Sechrest, L. (1966). Unobtrusive measures: Nonreactive research in the social sciences, *Rand McNally*.
- Weber, I., Wagner, C., Strohmaier, M. & Aiello, L. (2016). Computational social science for the world wide web (cssw3), *WWW '16 Companion: Proceedings of the 25th International Conference Companion on World Wide Web*, 1037-1038, <https://doi.org/10.1145/2872518.2891062>.
- Xia, F., Wei, H., Yu, S., Zhang, D. & Xu, B. (2019). A survey of measures for network motifs. *IEEE Access* 7(1), 106576–106587, <https://doi.org/10.1109//ACCESS.2019.2926752>.
- Zhang, J., Wang, W., Xia, F., Lin, Y. & Tong, H. (2020). Data-Driven Computational Social Science: A Survey, *Big Data Research* 21, 100145, <https://doi.org/10.1016/j.bdr.2020.100145>.

Teşekkür

122G157 numaralı proje kapsamında üretilen bu makaleyi destekleyen TÜBİTAK'a ve çalışanlarına teşekkür ederiz.