

ARAŞTIRMA MAKALESİ | RESEARCH ARTICLE

Web3A: Web Tabanlı Bir Ağ Analiz AracıSuat Atan * 

MAKALE BİLGİSİ

Başvuru: 20. 09. 2021**Kabul:** 19. 12. 2021**Online Yayım:**

31. 05. 2022

Anahtar Kelimeler:Ağ Analizi
Sosyal Network
Analizi
Web Uygulamaları**Kaynak Gösterimi**Atan, S. (2022).
Web3A: Web Tabanlı
Bir Ağ Analiz Aracı.
Bilgi Sosyal Bilimler
Dergisi, 24 (1), 1-20.
doi.org/10.54838/bil-
gisosyal.998205

Özet: Birbiri ile bağlantıları çizgilerle görselleştirilen aktörlerin bir araya gelmesi ile oluşturulan bağlantı haritaları normalde fark edilmeyen birtakım ilişkileri gösterme gücüne sahip araçlardır. İlişkileri haritalandırmak bile anlam çıkarmaya yardım edebilir ancak bu ilişkilerden daha fazla anlam çıkarmanın bir yolu da “ağ analizi” adı verilen ve çizge (graph) teorisine dayalı matematiksel yöntemlerdir. Ağ analizi ile aktörler (insan, şirket, kurum vs.) arasındaki ilişkilerden ağdaki en güçlü aktörler, birbirine aşırı bağlı gruplar (klikler) veya ağdaki izole aktörler ortaya çıkarılabilir. Ağ analizi için UCINET, Gephi gibi araçlar mevcut olmakla birlikte bu araçların tamamı masaüstü uygulaması olarak kurulum gerektirmektedir. Bu araçlardan UCINET ücretli iken, Gephi ise Java Geliştirme Ortamı'nın eski sürümlerini kullanmaktadır. Bu nedenle kurulumları pratik değildir. Çok güçlü olmalarına rağmen bu araçlar sadece kurulum değil kullanım itibarıyla da dikkat ve uzmanlık gerektirirler. Bu durum bazı basit analizleri yapmak isteyen alan dışı kullanıcıların işini zorlaştırmaktadır. Bu amaçla, bu makale kapsamında Web3A adlı, web tabanlı bir ağ analiz aracı geliştirilmiştir. Web3A yardımı ile ağa ait tüm merkezilik ölçütleri Web3A web uygulaması üzerinden hesaplanabilmekte ve ağ görselleştirilebilmektedir. Bu araç, her alandan araştırmacıların ağ analizini hızlı ve basit şekilde gerçekleştirmelerini sağlamak için geliştirilmiştir. Bu çalışma, geliştirilen bu aracın çalışma şeklini örnekler üzerinden ortaya koymayı amaçlamaktadır.

* **Sorumlu Yazar:** Dr., Università degli studi di Torino, İtalya ✉ suat.atan@unito.it, ORCID: 0000-0003-3170-0969

ARTICLE INFO

Submitted: 20. 09. 2021
Accepted: 19. 12. 2021
Published Online:
31. 05. 2022

Keywords:

Network Analysis
Social Network Analysis
Web Applications

To cite this article

Atan, S. (2022).
Web3A: Web Tabanlı
Bir Ağ Analizi Aracı.
Bilgi Sosyal Bilimler
Dergisi, 24 (1), 1-20.
doi.org/10.54838/bil-
gisosyal.998205

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

Suat Atan * 

Abstract: Network diagramming is ways that have the power to show some relationships that are not normally noticed with standard data visualization techniques. Even these diagrams can help make sense of them, as one way to extract more meaning from those relationships is "network analysis". Thanks to network analysis, the strongest actors in the network, overly connected groups (cliques) or isolated actors can be revealed from the relationships between the actors (human, company, institution, etc.). Although there are tools such as UCINET and Gephi for network analysis, all these tools require installation as a desktop application. While UCINET is paid, Gephi uses old versions of Java Development Environment. Therefore, their installation is impractical. Although these current applications are very powerful, these tools require attention and expertise not only in installation but also in use. This makes it difficult for non-expert end-users who want to do some simple analysis. For this purpose, a web-based network analysis tool named Web3A has been developed within the scope of this article. With the help of Web3A, all centrality criteria of the network can be calculated over the Web3A web application, and the network can be visualized. This tool has been developed to enable researchers from all fields to perform network analysis quickly and simply. This study aims to demonstrate the working style of this developed tool through examples.

* **Corresponding Author:** PhD., Universita degli studi di Torino, Italy ✉ suat.atan@unito.it,
ORCID: 0000-0003-3170-0969

Giriş

Milgram tarafından gerçekleştirilen ve küçük dünya deneyi olarak da bilinen bir deneyde, Amerika’da rastgele seçilen iki kişinin birbirini tanıma olasılığı ölçülmeye çalışılıyordu (1967). Bu yaklaşım insanlar arası bağlantıları bir ağ olarak tasarlamaya ve herhangi iki insan arasındaki ortalama yol uzunluğunu bulmaya dayanır. Bu doğrudan tanınan veya tanıdığı başka biri tarafından dolaylı olarak tanınan insanların arasına olabilecek bu ağda rastgele seçilen iki kişinin birbirini tanıma olasılığının görece yüksek olması olgusudur. Bu olgu ise insanların birbirlerine sandıklarından daha kolay ulaşabileceklerini ortaya koyar. Anılan deney çığır açıcı olarak görülmüş ve yazında ağ analizi daha fazla yer edinmeye başlamıştır. Buradaki “küçük dünya” tanımının bile zihinlerimizde büyük ve kalabalık olarak tasavvur ettiğimiz dünyadaki ilişkilerin gücünü ve dünyayı adeta küçük bir yerdeki ağlar gibi betimlediğini kabul etmek gerekir. Koronavirüs salgınının dünyadaki yayılma hızı da bir bakıma dünyanın iletişim bakımından bir nevi gittikçe daha küçük ve daha kolay etkileşim kurulabilen bir yer olması fikrini destekler. Artık en uzak noktalardaki kişiler bile daha fazla karşılaşmakta ve etkileşim kurmaktadır.

Birbiri ile bağlantı kuran, karşılaşan veya başka türlü iletişime geçen herhangi en az iki varlık¹ ve bunlar arasındaki ilişkiler bir diyagram olarak gösterildiğinde ortaya bir ağ (network) çıkmış olur (Bukowski vd., 2019, s. 66; Stangor, 2004, s. 148). Bu ağ ise düğümlerin kendi başına sergiledikleri davranışların basit bir toplamı değil karmaşık bir yapıya sahip olan bir örgüdür. Böyle bir gösterimde varlıklar da bağlar da soyut veya somut olabilir. Örneğin aynı iş yerindeki insanlar ve bu insanların birbirleri arasındaki arkadaşlık ilişkileri bir “ağ” olarak tanımlanabilir ve görselleştirilebilir. Bu durumda “varlık” tanımı bu iş yerinde çalışana, “ilişki” tanımı ise 'arkadaşlık' bağına

¹ Bu çalışmada varlık ifadesi kullanılmıştır. Ancak ilgili yazında varlık yerine düğüm (node), ya da 'vertice' gibi ifadeler de kullanılmaktadır. Aynı şekilde bu çalışmada 'ilişki' olarak ifade edilen kavram yazında 'bağ' ya da 'kenar' (edge) olarak da ifade edilmektedir. Aynı şekilde “ağ” kavramı yerine “sosyal ağ” kavramı da kullanılmaktadır.

Suat Atan

tekbül eder. Bir ağı tanımlamanın ve diyagram olarak görsel hale getirmenin pratik faydası nedir? Özellikle ilişkilerin sayısının varlıklar arasında dengeli ya da dengesiz olarak dağıldığı durumları bilmenin önemli olduğu hallerde ağ analizi değerli bazı çıkarımların elde edilmesine olanak verecektir. Böylece bünyesindeki varlıkların oluşturduğu basit bütünden farklı olan bir nevi bir organizma olan yapı daha net bir biçimde tanımlanacaktır. Bu çıkarımları ağ analizi olmaksızın elde etmek kolay olmayacaktır.

Ağ analizinin kullanıldığı alanlar sosyal bilimler ve fen bilimler alanında farklı yönlerde ilerlemektedir. Sosyal bilimler alanında varlıklar genellikle bireyler, şirketler veya sosyal medya hesaplarıdır. Bunların arasındaki iletişim, etkileşim veya herhangi bir transfer ise ilişkileri teşkil eder. Fen bilimlerinde alanında varlıklar organizmalar, virüsler, bilgisayarlar olmakta ilişkiler ise bunlar arasındaki somut olarak izlenebilir akışlar olmaktadır. Sosyal bilimler alanında ağ analizi ile ilgili en erken örneklerden biri Moreno tarafından bir grup insan arasındaki ilişkileri modellemek amacıyla gerçekleştirilen bir çalışmadır (1934). İnsanların arasındaki herhangi bir ilişkinin modellenmesi ile ilgili olarak atılan bu adım bambaşka bir disiplin olarak matematikteki çizge (graph) teorisi ile de ilişkilidir. Bu teori anılan tüm ilişkileri matematiksel bir yapıda varlık- bağlantı yapısında ele almaktadır (Williamson, 2010). Bu iki farklı disiplinin kesişimi ilginç birtakım çıkarımların çıkarılmasına yardımcı olmuştur. Örneğin, Wittek ve arkadaşları, Almanya’da okullardaki arkadaşlık ilişkileri ile etnisite arasındaki ilişkileri 2500 öğrenci üzerinde ağ analizi yardımı ile incelemişler ve aynı etnik gurup içerisinde olmanın arkadaşlıklarla ile yakından ilişkili olduğunu ortaya çıkarmışlardır (2020). Sosyal bir varlık olarak insanların inceleyen ağ analizi, insanın moleküler düzeydeki etkileşimleri ile de ilgilidir. Ağ analizi moleküler biyolojide sıkça kullanılmaktadır. Bu amaçla birtakım yazılımlar da geliştirilmiştir: Cytoscape, Ingenuity, Pathway Studio gibi araçlar bulunmaktadır (Thomas ve Bonchev, 2010). Ağ analizi için geliştirilmiş bu araçların yanında UCINET ve Gephi gibi genel kullanıma matuf araçlar da bulunmaktadır birçok farklı araç olmakla birlikte

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

bu araçların tamamına yakını masaüstü tabanlıdır. Burada masaüstü tabanlı olmak bir yazılımın her bilgisayarda ayrı ayrı kurulmasını gerektirir. Microsoft Office veya AutoCAD gibi tamamen masaüstü olan araçların bile tamamı artık masaüstü yanında web tabanlı ara yüz de sunmaktadır. Bu durum web tabanlı uygulamaların kullanıcılar açısından sadece ilgili uygulamaya ait siteye girilerek herhangi bir kurulum yapma ihtiyacını ortadan kaldıran kullanışlı bir özelliktir. Başka bir deyimle eskiden masaüstü olarak kullanılan hemen hemen her yazılım için web versiyonu geliştirilmektedir. Ancak ağ analizi için böyle bir araç henüz mevcut değildir.

Web3A adlı böyle bir aracın geliştirilme, anılan bu boşluğu doldurma girişimi olmasının yanında, ağ analizi ile ilgili mevcut araçlara bir alternatif oluşturmaktır. Bu araç, alternatif, masaüstü tabanlı bir uygulama olarak geliştirilmek yerine web tabanlı olarak tasarlanmıştır. Bu durum diğer uygulamalarda olmayan bir kolaylık sağlayarak kullanıcıları yazılımı bilgisayarlarına kurma ve güncellemeler için ayrı kurulum yapma külfetinden kurtarmaktadır. Bu sayede kullanıcılar örneğin bazı iş yerlerinde yeni yazılım yüklenmesine izin verilmeyen durumlarda analizlerini Web3A üzerinden gerçekleştirebilirler. Sadece web tabanlı bir araç geliştirme amacı değil, uygulamanın Gephi ve UCINET araçlarını kullanamayan kullanıcıların da hizmetine sunulması Web3A aracının amaçlarından birisidir. Web3A aracı ara yüzünden de anlaşılacağı üzere çok yalın ve ergonomik olarak tasarlanmıştır.

Öyle ki, kullanıcıların her veri değişikliğinde aynı prosedürleri takip etmesi yerine uygulamada reaktif bir mimari benimsenmiştir. Mevcut ağ yazılımları reaktif olmayıp, ağa yeni eklenen veya çıkarılan düğümleri görselleştirmek veya yeniden ilgili ölçütleri hesaplamak için kullanıcıdan bir düğmeyi tıklama veya komut girme şeklinde bir olay (event) ya da işlem beklerler. Bu her veri değişikliğinde tekrarlanır. Web3A aracı ise ağ verisi değiştiği anda tüm hesaplamaları ve görselleştirmeleri anında güncelleştirmektedir. Bu durum ağın yapısı ve gelişimini eş zamanlı olarak izlemek için faydalı bir yol olmaktadır. Bu sayede verilerle deneme yanılma yaparak bir ağın davranışla-

Suat Atan

rı dinamik olarak da izlenebilir. Uygulamanın kurulum gerektirmemesi ve eş zamanlı olarak ağdaki değişiklikleri algılaması ağ bilimi ile ilgili derslerde öğrenciler ve eğiticilerin eş zamanlı olarak çalışabilmelerine yardımcı olacaktır. Bu sayede ağ bilimi ile ilgili açıklamalar teorik olmaktan çıkarılarak canlı ve daha dikkat çekici bir formda öğretilir. Ağ bilimi ile ilgisi olmayan kişilere yapılacak sunumlarda yapılan herhangi analiz yeniden üretilebilir (reproduction).

1. Ağ Analizinde Veri

Sosyal bilimler alanında birçok farkı çıkarım yapabilmek için yapılması gereken ağ analizi temelde basit bir veri yapısına dayanır: Ağ analizinde temel veri iki kolonlu bir listedir. Analiz ile ilgili programa yüklenen tek girdi en yalın halinde iki kolonlu ve ilişki sayısınca satıra sahip olan bu tablodur. Bu verinin ilk kolonu genellikle "kaynak" (source), ikinci kolonu ise "hedef" (target) olarak tanımlanır. Burada kaynak ilişkinin çıkış noktası, hedef ise ilişkinin varış noktasıdır. Örneğin bir para transferi, e-posta iletisi ya da bir sosyal medya platformundaki arkadaşlık isteği bu biçimdedir ancak "yönlü" olmaktadır. Ancak arkadaşlık, ortaklık veya mezuniyet gibi "yönsüz" ilişkiler de söz konusudur. Her halükarda bu kaynak ve hedef kolonundan oluşan yalın girdi biçimi aynıdır. Eğer kaynak ve hedef arasındaki ilişkinin kuvveti (weight) varsa bu durumda üçüncü bir kolon da eklenir. Bu şekildeki bir liste ise "kenar listesi" (edge list) olarak tanımlanır (Tablo 1). Kenar listesi ifadesi daha doğru bir tanımla "ilişki listesidir". Bir ilişki listesi iki kolonlu bir biçim yerine her varlığın bir matriste hem satır hem de sütunlarda yer alacak şekilde olması ile tüm olası ilişkilerin hücre olarak görüldüğü, var olan ilişkilerin 1 olmayanların 0 olduğu bir formda da gösterilebilir (Tablo 2). Her iki gösterimde de k_1 şeklindeki herhangi bir varlık ile k_2 şeklinde gösterilen başka bir varlık ve bunun gibi tüm ilişkiler belirtilmiş olur.

Bu form ise ilişki matrisi (adjacency matrix) olarak tanımlanmaktadır. İliş-

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

kileri matris veya liste formunda göstermek mantıksal açıdan farksızdır. Ancak bir ağda ilişki sayısının varlık sayısına oranla çok az olması halinde, matris gösterimin çoğu sıfırlardan oluşacak ve optimize olmayan veri depolama biçimlerinde gereksiz yer kaplayacaktır. Ayrıca bu yapıdaki verileri işlerken de fazladan kaynak tüketimi söz konusudur. Örneğin 1000 kişilik bir ağda tek bir ilişki dahi olsa ilişki matrisi 1000 x 1000 büyüklüğünde olacak ve bir hücre hariç tamamı sıfırlardan oluşacaktır.

Tablo 1: Ağ ilişkilerinin kenar listesi formunda gösterimi

$$K = \begin{array}{c|c} \begin{array}{c} \textit{Kaynak} \\ k_1 \\ \vdots \\ k_i \\ \vdots \\ k_3 \end{array} & \begin{array}{c} \textit{Hedef} \\ k_2 \\ \vdots \\ w_j \\ \vdots \\ k_1 \end{array} \\ \hline \end{array}$$

Tablo 2: Ağın ilişki matrisi olarak gösterimi

$$I = \begin{array}{c|cccc} & k_1 & \cdots & k_2 & \cdots & k_3 \\ \hline k_1 & w_{1,1} & \cdots & w_{1,j} & \cdots & w_{1,k} \\ \vdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ k_2 & w_{i,1} & \cdots & w_{i,j} & \cdots & w_{i,k} \\ \vdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ k_3 & w_{n,1} & \cdots & w_{n,j} & \cdots & w_{n,k} \\ \hline \end{array}$$

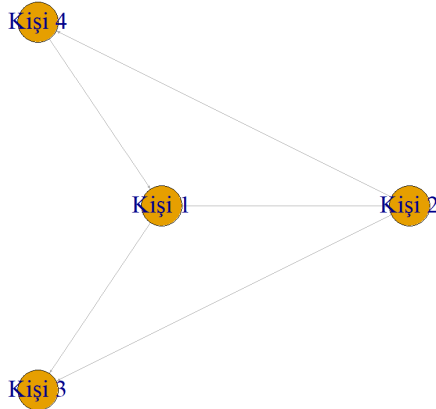
Öte yandan tüm ilişki matrislerinde sol üst köşeden sağ alt köşeye inen köşegenler her zaman sıfır olmak zorundadır. Nitekim istisnai haller dışında düğümlerin kendilerinden kendilerine yönelmesi söz konusu değildir. Bu nedenle bir ağı bir veri tabanı veya elektronik tabloda ifade etmenin en efektif yolu onu ilişki listesi biçiminden göstermektedir. İki kolondan oluşan bu girdi listesinde eğer ilişkileri ifade eden ek değerler varsa bunlar da ayrı

Suat Atan

bir kolon olarak aynı girdi içerisinde sunulabilir.

Verilerin herhangi bir şekilde temininden sonra ağ analizi için temel iki işlem söz konusu olur: İlki bu verilerin görselleştirilmesidir (Şekil 1). Bu görselleştirme ağın topolojisi hakkında fikir sağlar. İkincisi ise bu ağda merkezilik, yakınlık, uzaklık ortalaması gibi ağın tamamı hakkında ya da düğüm düzeyinde özel formülleri olan değerleri hesaplamaktır. Bu değerler ağ hakkında önemli kanaatlerin teminine yararlar. Örneğin bir ağdaki “ortalama uzaklık” değeri o ağdaki düğümlerin (bu örnekte kişiler) birbirlerine kaç düğüm (kaç kişi) üzerinden ulaşabildiklerini ortaya koyar. Yine “derece merkeziliği” ölçüsü, o ağdaki her bir düğümün birebir bağlantı sayısını ifade eder. Bunların tamamı Tablo 1 veya Tablo 2’deki şekilde ifade edilen veri setinden özel formüller yardımı ile hesaplanır. Bu işlevler için ise aşağıda tanımlanacak ağ analizi araçlarının kullanılması gerekmektedir. Küçük ağlar için elle hesaplamalar ve görselleştirmeler mümkün ise de büyük kolay değildir.

Şekil 1: Tablo 1 ve Tablo 2’de ifade edilen formda basit ağın görselleştirilmesi (Web3A ile görselleştirildi)



2. Mevcut Araçlar

Çalışması için bilgisayarda kurulum gerektirme ağ analizi ile ilgili tüm ya-

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

zılımların ortak özelliğidir. Ağ analizi için yazında en çok bilinen programlar ve Gephi, UCINET, gibi uygulamalardır. Bu uygulamaların tamamı masaüstü (desktop) tabanlıdır. Başka bir deyimle bu uygulamaların kullanılabilmesi için kullanıcının uygulamaya ait kurulum (setup) dosyasını temin ederek bilgisayarına kurulum yapmasını gerektirir. Yaygın kullanılan ofis araçları gibi programları aksine ağ analizi araçlarının kurulumu zaman zaman sorunlar yaratmaktadır. Örneğin Gephi Java tabanlıdır ve Gephi'nin bazı sürümleri ile bazı Java sürümleri uyuşmadığı hallerde kurulum ya hiç gerçekleşmemekte ya da gerçekleşse bile bazı özellikler çalışmamaktadır. Bu durum özellikle daha önce bu konuda yoğun deneyimi olmayan kullanıcılar için ciddi bir zorluk teşkil etmektedir. Web tabanlı olarak çalışan ancak bir yazılımdan ziyade yazılım geliştirme kütüphanesi olan D3, vis.js, cytospace.js gibi JavaScript kütüphaneleri ise çok başarılı olmakla birlikte, bu araçlar yazılım geliştirme tecrübesi olmayan son kullanıcıların direkt olarak kullanabilecekleri araçlar değildir. Tüm bu araçlar ve her biri ile ilgili kolay kullanıma dair temel sorunlar bir takım sorunlar söz konusudur. Bu sorunlar birçok araştırmacıyı ağ analizi yapmaktan uzaklaştırabilir. Çok karmaşık olmayan analizler dışında birçok ağ, mevcut ağ analizi araçlarının gerektiği yapılandırmadan daha az bilgi işleme gücü gerektirmektedir. Günümüzde tarayıcı² tabanlı araçların neredeyse masaüstü uygulamaların işlem gücüne eriştiği bilinmektedir. Örneğin, artık yapay zekâ alındaki derin öğrenme araçlarından biri olan Tensorflow³ adlı aracın yüksek bilgisayar işlem gücü gerektiren algoritmalarının dahi tarayıcı tarafında gerçekleştirilebilmesi için Tensorflow.js adlı kütüphane geliştirilmiştir. Bu imkânların söz konusu olduğu bir durumda ağ analizi için de web tabanlı bir aracın ge-

² Tarayıcı tabanlı olma, Chrome, Internet Explorer, Edge ve Firefox gibi tarayıcıların herhangi biri ile girilecek bir internet sayfasında iken işlemlerin ilgili sayfanın sahibi olan kişi/kurum sunucusunda değil, sayfayı açan istemci bilgisayarında işlem yapılmasını ifade eder.

³ Bu araç ücretsizdir ve Google tarafından geliştirilmiştir

<https://www.tensorflow.org/>

Suat Atan

liştirilerek kullanıcılara sunulması önünde bir engel yoktur.

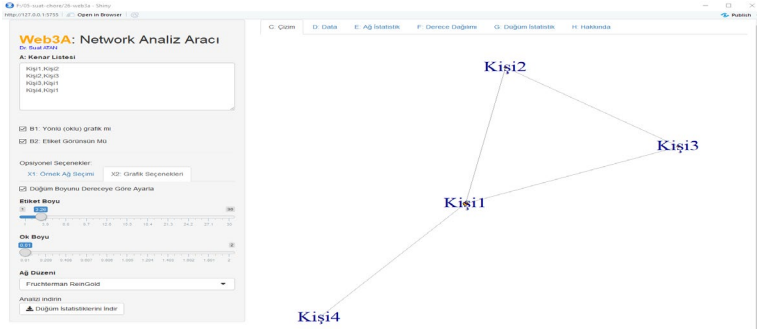
R dili hâlihazırda “igraph” adlı kütüphanesi ile ağ analizinin yapılmasına olanak verirken, “shiny” adlı kütüphanesi yardımıyla herhangi bir uygulamanın internet tabanlı olarak sunulmasına olanak vermektedir (Atan ve Emekci, 2018). Tüm bu araçlar web tabanlı basit ve hızlı bir ağ aracının geliştirilebilmesi için yeterli enstrümanlardır. Ancak R dili gibi dillerin çok ileri araçlar olmaları yanında kullanıcılarından uzmanlık gerektirmesi, son kullanıcıların kullanabileceği diğer araçlarınsa kurulum, zayıf görselleştirme ve ücretlilik nedenleri ile olumsuz kullanıcı deneyimine neden olduğu bilinmektedir.

Tablo 2: Ağ Araçlarının Bilinen Sorunları

Araç Adı	Tipi	Temel Sorunu
Gephi	Masaüstü	Kurulum sorunları, Java yapılandırma sorunları.
UCINET	Masaüstü	Ücretli olması, görselleştirmelerin ve düşük çözünürlükte olması.
D3.js	JavaScript Kütüphanesi	Yazılım geliştiricisi olmayanlara hitap etmez.
vis.js	JavaScript Kütüphanesi	Yazılım geliştiricisi olmayanlara hitap etmez.
R / igraph kütüphanesi ile birlikte	Yazılım Dili	Görsel bir araç değildir, öğrenme süresi görece uzundur.
Python / networkx kütüphanesi ile birlikte	Yazılım Dili	Görsel bir araç değildir, öğrenme süresi görece uzundur.

Şekil 2: Web3A ağ görselleştirme aracı ara yüzü. Sol panel yapılandırma, sağ panel ise analiz sonuçlarını gösterir.

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool



3. Web3A

Bu makale kapsamında hazırlanan Web3A adlı ağ analiz aracı yukarıda anılan ve kullanıcı deneyimi perspektifinden bakıldığında iki uç noktada bulunan konumları yakınlaştırmaya çalışmak amacı ile geliştirilmiştir. Bu araç R tabanlı olması nedeniyle, R dili ile ilgili temel tüm özellikleri devralmaktadır, öte yandan web tabanlı ve basit ve kullanışlı bir ara yüze sahip olmakla Gephi ve UCINET'in sahip olduğu görselleştirme ve analiz imkânlarının en temel özelliklerini sağlamaktadır. Bu temel özellikler, görselleştirme ve basit istatistiksel hesaplamadır. R dilinin yazılım geliştirme mantığı üzerine kurulu olması, R ile gerçekleştirilen analizlerin tekrar edilebilirlik⁴ özelliğini azalttığından R ile ilgili en yaygın kullanılan ve ücretsiz araçlardan biri olan RStudio bütünleşmiş geliştirme ortamı (IDE) sahipleri, R dili ile bütünleşmiş çalışan web uygulamalarının geliştirilebilmesi için Shiny adlı kütüphaneyi geliştirmişlerdir. Normalde, web uygulamaları geliştirmek için HTML, JavaScript ve CSS dilleri bir arada ve birbiri ile organize şekilde çalışır. Ancak Shiny Kütüphanesi tamamen R ile çalıştığından, R'da geliştirilen bir projenin interaktif hale getirilerek tüm kullanıcılar

⁴ Tekrar edilebilirlik (reproducibility) özelliği, hazırlanan bir analizin bizzat araştırmacı tarafından bir süre sonra ya da başka bir araştırmacı tarafından farklı bir bilgisayarda tekrarlanması durumunda makul bir çabaya ve aynı sonuçların hesaplanabilmesine gönderme yapan bir terimdir. Örneğin Microsoft Excel bu alanda çok güçlüdür. Hazırlanan bir analiz başkası tarafından da incelendiğinde ya da verileri değiştirildiğinde sonuçlar çok düşük çabayı yeniden üretilmektedir.

Suat Atan

tarafından kodlama yapılmaksızın kullanılması olasıdır. Örneğin, yüz adet şirkete ait borsa performansı grafiklerini tek grafikte göstermek karmaşaya, bu grafikleri ayrı ayrı göstermek ise çok uzun bir raporlamaya neden olacaktır. Ancak basit bir ara yüzle grafiğin kenarına konacak bir açılır kutu (combo box ya da select box) aracı ile seçilen şirkete göre grafiğin güncellenmesi şeklindeki bir interaktif uygulama çok daha verimli olabilir. Bu şekilde bir arayüz hazırlamak için web geliştirme araçları kullanılması gerekir ve bunu hazırlamak ayrı bir çalışmayı gerektirir. Ancak Shiny adlı araç R da kodlanan herhangi bir modelin çok az bir çaba ile bir web uygulamasına dönüştürülmesine olanak vermektedir. İşte bu nedenle Shiny altyapısı R dilinin imkânlarının daha fazla sayıda kullanıcıya ulaştırılması için önemli bir imkân haline gelmektedir.

Tablo 3: Bu makale kapsamında geliştirilen Web3A adlı ağ analiz aracının temel özellikleri

Özellik Adı	Açıklama
Örnek Ağ Seçimi (X1)	Uygulama açıldığında ülkeler arası farazi bir ağ gelmektedir. Ancak kullanıcıların farklı ağları tanımaları için bu alanda örnek ağ seçim kısmında Donald Trump'un siyasi çevresi ve Game of Thrones karakterleri gibi açık veri kaynaklarındaki ağ verisinden örnek ağlar da görselleştirilmektedir.
Düğüm istatistiklerini indirme özelliği	Yüklenen herhangi bir ağ verisinden hesaplanan merkezilik ölçütleri gibi verilerin (G sekmesindeki tablo) tamamı Microsoft Excel formatında indirilebilir.
Etiketleri gösterme/gizleme (B1)	Varsayılan ayar olarak ağdaki düğümlerin etiketleri gösterilir. Ancak büyük ağlarda etiketler üst üste bindiğinden bunları saklamanın icap ettiği durumlarda bu seçenekle etiketler saklanabilir.

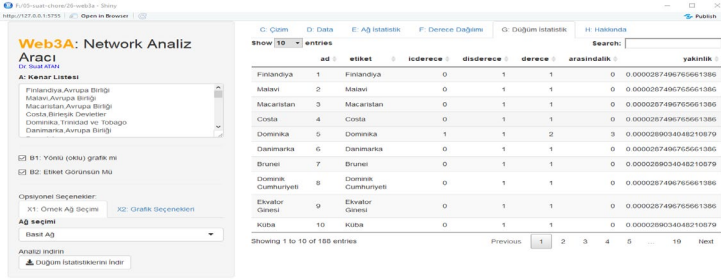
Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

Düğüm Boyunu De-receye Göre Ayarlama (X2)	Bu seçenek varsayılan olarak seçili gelmektedir. Bu seçenek aktif durumda iken bir düğümün ne kadar fazla bağlantısı varsa o düğümün çapı o kadar büyür. Ancak bu seçenek seçili değilse her düğümün çapı standart bir miktarda olur. Bu boyu da "Düğüm Boyu" seçeneğinden (bu seçenek pasifte iken görünür) ayarlanır
Ok Boyu (X2)	Yönlü ağlardaki oklar ağlar büyüdüğünde görünemeyecek kadar küçük olabilir, bu durumda ok boyunun bu skaladan ayarlanması mümkündür.
Ağ Düzeni	Karmaşık ağlarda ağın görüntülenirken düğümlerin uzamsal dağılımı için çeşitli algoritmalar bulunmaktadır (Davidson Harel, Fruchterman Reingold gibi). Bir ağ karmaşık görüntülediği buradaki düzen seçeneği değiştirilerek ağın daha düzenli görünmesi temin edilebilir.

Web3A adlı bu araç da R ve Shiny altyapısı üzerinden ağ analizinin herkes tarafından minimum çaba ile gerçekleştirilebilmesi için hazırlanmıştır. Bu araç, dinamik ağ görselleştirme, farklı ağ dağılım algoritmaları bütünlüşmesi seçeneği, analizi ihraç etme (export) gibi birçok özelliğe sahiptir (Tablo 4). Girilen bir kenar listesini (Tablo 1) hemen görselleştirebilmektedir.

Aracın üzere sol panelinde kenar listesinin girildiği bir metin alanı (A) ve altındaki işaret kutusundan (B) (check box) girildiği girdi alanı bulunmaktadır (Şekil 2). Burada “görselleştir” ya da “analiz et” şeklinde düğme bulunmamaktadır çünkü sol paneldeki değişiklik uygulamanın reaktif olarak tasarlanmasından ötürü anında sağ paneldeki sonuçlara yansır. Sağ panelde bulunan Çizim sekmesi (C), sol panelde A be B alanlarından gelen bilgilere göre şekillenir. B1 alanındaki işaretin kaldırılması ile ağ yönlü iken yönsüz duruma dönüşür (Şekil 3). Data sekmesi (D) ise sol panelde girilen ağ verisinin kolonlar halinde görselleştirilmesi ve gerektiğinde düğümler içerisinde arama yapılabilmesine olanak tanır (Şekil 3).

Şekil 3: Düğüm Bazında İstatistikler



Ağ istatistiği sekmesinde (E) ise tüm ağ ile ilgili istatistikler yer almaktadır. Bu istatistiklerden ağ yoğunluğu, mevcut ilişki sayısının, ağın tüm düğümlerinin bir biri ile en az bir bağlantısının olduğu farazi bir ağda oluşacak ilişki sayısına oranı olmaktadır. Bu değer mukayese edilecek birden fazla ağ mevcut olması halinde, düğüm sayılarına bakılmaksızın ağın bağlantı yoğunluğu hakkında fikir vermektedir. Derece dağılımı (F) sekmesi, Düğüm istatistiği (G) sekmesindeki derece dağılımına ait histogramdır. Düğüm istatistiği sekmesi ise ağdaki her bir düğümün sahip olduğu merkezilik ölçütlerinin hesaplanarak ekrana yansıtıldığı tablodur. Örneğin derece merkeziliği bir düğümün sahip olduğu bağ sayısıdır. F sekmesindeki derece dağılımı ise bu derece merkezilik değerinin istatistiksel dağılımını gösterir. Bu grafik özellikle ağın doğasını anlamaya yardımcı olmaktadır. Genellikle ağlarda az sayıda belirli düğümlerde çok fazla ilişki, geri kalan düğümlerde ise çok az ilişki söz konusu olduğundan bilgisayarlar tarafından geliştirilmiş olan gerçek ağlarda bu dağılım istatistiksel olarak sağdan uzun kuyruk biçimde olma eğilimindedir.

Ancak bilgisayarlar tarafından tesadüfi olarak oluşturulan ağlarda derece merkeziliği için normal dağılım söz konusu olabilir. F sekmesindeki düğüm istatistiklerinde derece dağılımı kolon başlığının tıklanması suretiyle derece dağılımı sırası elde edilebilir.

4. Web3A ile Gerçekleştirilebilecek Örnek Analizler

Bu araç ile birçok alanda analizler gerçekleştirilebilir. Bu analizlerin nasıl

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

yapılabileceğine örnek olarak, uygulamanın açıldığı zaman hazır olarak gelen ülke lider ihracat verileri. Bu veriler hangi ülkenin (kolon 1), en çok hangi ülkeye ihracat yaptığını gösteren (kolon 2) bir veri olup 2016 yılına ait Dünya Ticaret Örgütü verileridir. Bu verileri uygulamada kenar listesinde (A) ilk açılışta hazır gelir. Bu veriler uygulamanın G sekmesinde bu veriler ve Web3A ile hesaplanan ağ ölçütleri görülmektedir (Tablo 5). Derece merkeziliği sıralamasına göre yapılan bu sıralamada verisi hazır gelen 188 ülke arasında 82 ülkenin en çok ihracat yaptığı ülkeler Avrupa Birliği, 30 ülkenin Amerika Birleşik Devletleri, 25 ülke ile Çin olmaktadır. Sadece iki kolonlu bir veriden ülkelerin aralarındaki ilişkiler ağ analizini gerçekleştiren Web3A adlı aracımızla ortaya çıkarılmış olmaktadır. Bu analizin Web3A uygulamasının C sekmesindeki görselleştirilmiş hali incelendiği takdirde en yüksek derece merkeziliği değeri olan Avrupa Birliği, Birleşik Devletler ve Çin'in düğümlerine ait dairelerin çapları daha büyük görülmektedir. Bu çaplar program tarafından derece merkeziliği değerine oranlanarak çizilmektedir. Burada X2 sekmesinde düğüm boyunu derece merkezilik değerine göre oranlama seçeneği açık olduğundan en büyük derece merkeziliği değeri olan ülkeler göze çarpmaktadır. Bu seçenek kapalı iken tüm düğümlerin boyu eşit olmaktadır.

Şekil 4: Web3A ile İhracat Ağı Görselleştirilme



Web3A ile ülkeler arası ihracat ağının görselleştirilmesi suretiyle fark edilecek önemli bir diğer çıkarım ise Ruanda, Kongo ve Burundi ülkelerinin kendi arasında kurduğu ağıdır. Buna göre bu ülkeler geri kalan ülkelerin bir şekilde birbirine bağlı olan ihracat ağı dışında olup bu ağdaki ülkelere olan ihracatları büyük değildir. Ruanda ve Burundi Kongo'nun sınırında olan ve Kongo'ya göre çok küçük olan 2 ülkedir.

Tablo 5: Web3A ile Gerçekleştirilmiş İhracat Analizi

ID	Ülke	İç Derece	Dış Derece	Derece	Arasındalık	Yakınlık
72	Avrupa Birliği	81	1	82	104	2,85968E-05
154	Birleşik Devletler	30	1	31	77	2,85968E-05
74	Çin	25	1	26	80	2,87497E-05
91	İsviçre	6	1	7	12	2,87497E-05
99	Hindistan	5	1	6	12	2,87497E-05
23	Brezilya	4	1	5	12	2,89034E-05
78	Suudi Arabistan	4	1	5	12	2,89034E-05
149	Güney Afrika	4	1	5	12	2,87497E-05
37	Japonya	3	1	4	6	2,87497E-05

Göze çarpan bir diğer önemli konu ise, ağın dışında bulunan ve Avrupa Birliği, Birleşik Devletler ve Çin'in lider ihracat ülkesi olmayan Arjantin, Küba ve Uruguay gibi Orta ve Güney Amerika ülkeleri bu üç büyüklerin ağına Brezilya üzerinden dâhil olmaktadır. Çoğu küçük ada ülkesi ve Afrika ülkeleri de benzer durumdadır.

Web3A'nın E sekmesinde bulunan ağ istatistikleri ağın uzaklık ortala-

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

masının 1.84 olduğunu göstermektedir. Bu durum ise şu şekilde yorumlanır: Küresel ihracat ağında, herhangi iki ülke arasında ihracat yapmak isteyen biri ya bire bir ya da 1.84 ~ 2 ülke üzerinden istediği ülkeye ürünlerini ihraç edebilir.

Örnek olarak sunulan bu analiz gibi herhangi bir analizi gerçekleştirebilmek için tek yapılması gereken ilgili verileri ifade edilen şekilde iki kolon olarak yapılandırdıktan sonra Web3A adlı analiz aracındaki metin alanına yapıştırmaktır.

Tablo 6: Ağ Analizi ile Gerçekleştirilebilecek diğer Çalışmalar

Alan	Analiz Türü	Açıklaması
Kriminal	Suç Ağı	Teröristler arası bağlantılardan iz sürme ve bağlantısı gözükken varlıklar arasındaki ilişkileri tespit (Xu ve Chen, 2005).
Yönetim ve Organizasyon	E-posta yoğunluğu	Sadece gönderici ve alıcıya ait eposta adresleri bilinerek hangi kişiye en fazla e-posta yollandığı, hangi kişinin en çok e-posta yolladığı ve ağ dışındaki kişiler ortaya çıkarılabilir (McCulloh vd., 2007).
Finans	Kredi Akışı	Birbirine kredi sağlayan bir dizi şirket arasında finansal akış ağ analizi yardımı ile görselleştirilebilir. Ağ dışındaki potansiyel şirketler ortaya çıkarılabilir (Conyon ve Muldoon, 2007).
Veri Madenciliği	Semantik Ağlar	Aynı metinde geçen terimler ağ diyagramına dönüştürülerek örneğin “ekonomi” ve “kriz” gibi terimleri bir arada kullanan haber ve haber kaynakları ortaya çıkarılabilir (Navigli ve Ponzetto, 2010).
Bibliyometri	Atıf Ağları	Yazarların arasındaki atıf ilişkileri incelemek yazının genel durumu ortaya çıkarılabilir (Baskici vd., 2018).
Moleküler Biyoloji	Moleküller arası bağlantılar	Ağ analiz araçları, proteinler için yeni işlevlerin tahmin edilmesini, kolaylaştırabilir (Ma’ayan, 2008).

Suat Atan

Değerlendirme

Bu çalışma sonucunda R dili ile geliştirilmiş ancak kodlama gerektirmeyen bir ağ analiz aracı ortaya çıkarılmıştır. Bu analiz aracı kullanıcı tarafından girilen bilgileri anında işlemekte ve görselleştirmektedir. Ayrıca hesaplanan verilerden düğümlerle ilgili olan istatistiksel verilerin indirilebilmesine de olanak vermektedir. Ağdaki düğümlerin uzamsal dağılımı için yaygın kullanılan algoritmalara göre görselleştirmek de geliştirilen bu araç sayesinde mümkündür. Bu araç ağ analizinde kullanılan masaüstü tüm araçların sağladığı temel özellikleri sağlamakta üstelik bunu web tabanlı olarak gerçekleştirmektedir. Çeşitli düzeyde ve alanlardaki kullanıcılar verilerini bu araçla analiz ederek çalışmalarında kullanabilirler. Bu aracın ileride interaktif görselleştirme, düğüm renklendirme ve benzeri ek özellikleri de sağlaması planlanmaktadır. Bu araç sayesinde ağ ilişkisi olarak modellenilebilecek birçok farklı konu incelenebilecektir.

Kaynakça

- Atan, S., ve Emekci, H. (2018). **İktisat ve İşletme Uygulamaları İçin R ile Veri Analizi**, (1. bs). Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- Baskici, C., Atan, S., Ercil, Y. (2018). Authors at the boundary: Interaction of local and general scientific literature. **Malaysian Journal of Library & Information Science**, 23(3), 15–33.
- Bukowski, W. M., Laursen, B., Rubin, K. H. (2019). **Handbook of Peer Interactions, Relationships, and Groups**, Second Edition. New York, Guilford Publications.
- Canyon, M. J. ve Muldoon, M. R. (2007). **Ownership and Control: A Small-World Analysis**. Emerald Group Publishing Limited.
- Ma'ayan, A. (2008). Network integration and graph analysis in mammalian molecular systems biology. **IET systems biology**, 2(5), 206–221.
- McCulloh, I., Garcia, G., Tardieu, K., MacGibbon, J., Dye, H., Moores, K., Graham, J. M., & Horn, D. B., (2007). **IkeNet: Social network**

Web3A: A Web Based Network Analysis Tool

analysis of e-mail traffic in the Eisenhower Leadership Development Program. (Technical Report, No. 1205), U.S. Army Research Institute for the Behavioral and Social Sciences.

Milgram, S. (1967). The small world problem. **Psychology Today**, 1, 61–67.

Moreno, J. L. (1934). **Who shall survive?** Beacon House.

Navigli, R. ve Ponzetto, S. P. (2010). BabelNet: Building a Very Large Multilingual Semantic Network. **Proceedings of the 48th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics**, 216–225. Erişim adresi: <https://www.aclweb.org/anthology/P10-1023>

Stangor, C. (2004). **Social Groups in Action and Interaction.** New York, Psychology Press.

Thomas, S. ve Bonchev, D. (2010). A survey of current software for network analysis in molecular biology. **Human Genomics**, 4(5), 353–360.

Williamson, S. G. (2010). **Lists, Decisions and Graphs.** New York, S. Gill Williamson Press.

Wittek, M., Kroneberg, C., Lämmermann, K. (2020). Who is fighting with whom? How ethnic origin shapes friendship, dislike, and physical violence relations in German secondary schools. **Social Networks**, 60, 34–47.

Xu, J. ve Chen, H. (2005). Criminal network analysis and visualization. **Communications of the ACM**, 48(6), 100–107.

||Beyan ve Açıklamalar/Disclosure Statements ||

1. Bu çalışmanın yazarı, **Bilgi Dergisi**'nce beyan edilen araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduğunu beyan etmektedir (The author confirms that his work complies with the principles of research and publication ethics announced by **Bilgi**).
2. Yazar tarafından herhangi bir çıkar çatışması beyan edilmemiştir ve araştırmadan herhangi bir üçüncü şahıs/kurumun etkilenebileceğine dair bildirim bulunmamaktadır (No potential conflict of interest and the research's effects on any person/institution was reported by the author).
3. Makalenin tamamının Suat **ATAN** tarafından kaleme alınmış olduğu bildirilmiş ve programın <https://github.com/suatatan/web3a> adresinden elde edilebileceği beyanı yapılmıştır. İlave bir teşekkür konusu belirtilmemiştir (It was reported that the article was written by Suat **ATAN**, as <https://github.com/suatatan/web3a> provides program codes. No additional acknowledgement has been made).