

Stokastik Aktör Bazlı Model Yardımıyla Sosyal Ağ Dinamiklerinin Belirlenmesi

Keziban Seçkin Codal^{1*}, Erman Coşkun^{2,3}

¹ Ankara Yıldırım Beyazıt University, ² Sakarya University, ³ MBS College of Business and Entrepreneurship, Kingdom of Saudi Arabia,

* Corresponding author, seckin.kezban@gmail.com

Abstract

Sosyal ağlar, insan ilişkilerinin söz konusu olduğu her alanda karşımıza çıkmaktadır. Aile içi ilişkilerin düzenlenmesinde akrabalık ağları, sınıf içi ilişkilerin düzenlenmesinde arkadaşlık ağları, alıcı-satıcı etkileşiminde, tedarik zincirinin üyeleri arasında, yapısal rekabetin yaşandığı pazarlarda, firmalar düzeyinde işletmeler arasında bir anlaşma veya ittifak söz konusu olduğunda karşılaşılan iş ağları gibi birçok sosyal ağ yapısı bulunmaktadır. Sosyal ağlar doğaları gereği dinamik yapılardır ve farklı türde değişimlere sahne olurlar. Bireyler arasında kurulan bağlar zaman içerisinde güçlenerek gelişebilir veya bağlar zamanla çözülerek ilişki ansızın kesilebilir ve bitebilir. Aktör bazında yaşanan bu değişimler, aktörün ağdaki yapısal pozisyonunun ve diyardik özelliklerinin bir sonucu olarak düşünüldüğünde, farklı istatistiksel gösterimlerle ifade edilebilir. Çalışmada, ağda yaşanan değişimlerin matematiksel olarak gözlemlenmesi için stokastik aktör bazlı model kullanılmış ve bir arkadaşlık ağına ilişkin dinamikler tartışılarak, ağın yapısı irdelenmiştir.

Keywords: Sosyal ağ; Sosyal ağ analizi; Stokastik aktör bazlı model.

Citation: Codal, K. S., Coşkun, E. (2018, October) *Stokastik Aktör Bazlı Model Yardımıyla Sosyal Ağ Dinamiklerinin Belirlenmesi*. Paper presented at the Fifth International Management Information Systems Conference.

Editor: H. Kemal İltar, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Turkey

Received: August 19, 2018, **Accepted:** October 18, 2018, **Published:** November 10, 2018

Copyright: © 2018 IMISC Codal, Coşkun. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

Stokastik Aktör Bazlı Model Yardımıyla Sosyal Ağ Dinamiklerinin Belirlenmesi

Özet

Sosyal ağlar, insan ilişkilerinin söz konusu olduğu her alanda karşımıza çıkmaktadır. Aile içi ilişkilerin düzenlenmesinde akrabalık ağları, sınıf içi ilişkilerin düzenlenmesinde arkadaşlık ağları, alıcı-satıcı etkileşiminde, tedarik zincirinin üyeleri arasında, yapısal rekabetin yaşandığı pazarlarda, firmalar düzeyinde işletmeler arasında bir anlaşma veya ittifak söz konusu olduğunda karşılaşılan iş ağları gibi birçok sosyal ağ yapısı bulunmaktadır. Sosyal ağlar doğaları gereği dinamik yapılardır ve farklı türde değişimlere sahne olurlar. Bireyler arasında kurulan bağlar zaman içerisinde güçlenerek gelişebilir veya bağlar zamanla çözülerek ilişki ansızın kesilebilir ve bitebilir. Aktör bazında yaşanan bu değişimler, aktörün ağdaki yapısal pozisyonunun ve diyardik özelliklerinin bir sonucu olarak düşünüldüğünde, farklı istatistiksel gösterimlerle ifade edilebilir. Çalışmada, ağda yaşanan değişimlerin matematiksel olarak gözlemlenmesi için stokastik aktör bazlı model kullanılmış ve bir arkadaşlık ağına ilişkin dinamikler tartışılarak, ağın yapısı irdelenmiştir.

Anahtar Kelimeler

Sosyal ağ; Sosyal ağ analizi; Stokastik aktör bazlı model.

1 Giriş

Sosyal ağlar, sosyal aktörler arasındaki sınırlı ikili ilişki setlerini içeren sosyal yapılardır (Wasserman ve Faust, 1994:20). Akrabalık ağı, iş ağı, akademik ağ, suç ağı gibi sosyal ağ yapıları bireyler, gruplar, organizasyonlar gibi aktörlerden oluşan birimler arasındaki ilişki setlerini yansıtmaktadır. Streeter ve Gillespie (1993) tanımına göre ise sosyal ağlar, birbirine bağlı sosyal birimlerin sınırlı bir kümesi olarak tanımlanabilir. Bu tanımda, sosyal ağların üç önemli özelliği vurgulanmaktadır. Bu özelliklerden ilki, ağlar sınırlı yapılardır ve ağın üyelerini belirlemek için bazı kriterler gereklidir. Bağlantılılık; sosyal ağın bir parçası olma, her bir üye için ağın diğer üyelerinden en az biri ile gerçek ya da potansiyel bir bağ kurmayı gerektirir. Tanımda ele alınan üçüncü özellik ise sosyal birimdir. Sosyal birimler, bireyler, global ekonomi içerisindeki ülkeler, enstitüler ya da organizasyonlar olabilir (Streeter ve Gillespie, 1993:203).

Sosyal ağ analizi, sosyal fenomenler arasındaki karmaşık yapının anlaşılması amacıyla sosyal yapının ilişkisel ve yapısal özelliklerinin incelenmesine olanak tanıyan bir yöntem olarak kullanılmaktadır (Seçkin Codal, 2016: 28). Sosyal ağ analizi, farklı disiplinlerin kesişiminden beslenen teorik ve pratik bir alt yapıya sahiptir. Akrabalık yapısının

Dinamik ağlar, zamanla aktörler arasında meydana gelen bağ değişimlerini temsil ederler (Snijders ve Steglich, 2013:4). Bir aktörün ağdaki mevcut pozisyonu üzerinde yaptığı değişimin matematiksel olarak ifade edilmesine olanak tanıyan stokastik aktör bazlı modelin dört temel varsayımı bulunmaktadır. Aşağıda verilen varsayımlarla birlikte, son iki adımda, modelin bileşenleri de tanımlanmaktadır.

2. 1 Modelin Varsayımları

1. Zaman parametresi altında incelenen ağda, t zamanı, değişen uzunlukta rasgele büyüklüklerde seçilmiş zaman dilimlerini temsil eder ve süreklidir. Tek bir zaman aralığında, sadece bir bağ değişkeni değişebilir (Snijders, 2002:3). Başka bir deyişle iki ya da daha çok kesikli zamandan yalnızca bir değişim gözlemlenebilir. Bu gözlem, ağ panel dalga ile ifade edilir (Snijders ve Steglich, 2013:5). Bu varsayım ilk olarak 1977 yılında Holland ve Leinhardt tarafından önerilmiş ve daha sonra Wasserman, (1980) tarafından da kullanılmıştır. Bu varsayımla, ağ dinamikleri mümkün olan en küçük adımlara ayrıştırılarak temsil edilmektedir (Snijders, 2011:6).
2. Değişen ağ yapısı, Markov sürecinin bir sonucudur (Snijders ve diğerleri, 2010:6). Markov süreci varsayımı, sosyal ağ dinamikleri için oldukça yaygın bir kullanıma sahiptir.
3. Her bir aktör kendinden çıkan bağı kontrol edebilir. Ancak bu, aktörlerin kendilerinden çıkan bağları keyfi olarak değiştirebilecekleri anlamına gelmez. İlişkilerde yaşanan değişiklikler, bağı kim göndermiş ise o ilgili aktör tarafından yapılır ve bu değişim ilgili aktörün ve diğerlerinin özelliklerine, ilgili aktörün ağdaki pozisyonuna ve ağın geri kalanı hakkındaki algısına bağlıdır. Bu yaklaşım aktör bazlı modelleme teriminin kullanımının nedenidir (Snijders ve diğerleri, 2010:6).
4. Belirlenen bir zamanda, belli bir olasılıkla bir aktör yani ego seçilir ve egonun kendinden çıkan bağı değiştirme şansı vardır. Birden fazla bağda hiçbir zamanda değişim yaşanmaz. İlk kez 1977’de Holland ve Leinhardt tarafından önerilen bu ilke ile değişim süreci, olası en küçük bileşenlerine ayrılır ve değişimin modellenmesine olanak sağlanır. Bağlarda yaşanan değişimlerde koordine yaşanmaz. Aksine, sıralı olarak yaşanan değişim tüm ağ konfigürasyonunda yaşanan değişimi gösterir (Snijders ve diğerleri, 2010:7).
5. Aktör bazlı değişim süreci, stokastik olarak iki alt sürece ayrılabilir. Süreçlerden ilkinde bağ değişim sıklığı modellenir. Her zaman diliminde yalnızca bir aktör, kendinden giden bağ değişkenini değiştirme fırsatı yakalar (Steglich ve diğerleri, 2006:22). Aktörlerin bir değişiklik yapmak için elde ettikleri fırsatların sıklığı “oran fonksiyonu” ile modellenir (Steglich ve diğerleri, 2010:348). Değişim oranı aktörün ağdaki pozisyonuna ve aktör kovaryantına bağlıdır (Snijders ve diğerleri, 2010:7).
6. İkinci olarak, değişim belirleme süreci, bir aktör değişim yapma fırsatı yakaladığında, ilgili aktöre ait bağ değişimi modellenir. Her bir aktörün ağdaki kendi

pozisyonu için en uygun kararı vereceği düşünüldüğünde, bağda yaşanan değişim kısa dönem tercihine, kısıtlara ve hata terimine bağlıdır (Burk ve diğerleri, 2007:398). Değişimin türü amaç fonksiyonu ile temsil edilir ve değişen bağlantının olasılığı, ego ve alterin ağıdaki pozisyonuna ve bunun yanı sıra kovaryantlara bağlıdır (Snijders ve diğerleri, 2010:7).

i aktörünün n muhtemel sonuçtan, maksimum faydayı sağlayacağı pozisyonu seçeceği varsayılır (Snijders, 2001:7). Muhtemel sonuçlar kümesini temsil eden bağ değişimini ifade eden efektlere ilişkin detaylı bilgiye ise bir alt başlıkta yer verilecektir.

2.2 Ağ Değişim Efektleri

Amaç fonksiyonunda, i aktörünün kişisel ağında gerçekleşen değişimi göstermek için kullanılan istatistiksel terimler efekt olarak adlandırılır (Snijders, 2011:13). Efektlerin tanımlamaları ve istatistiksel gösterimleri beş temel başlık altında tartışılacaktır:

1. Yoğunluk Efekt: Dış dereceye bağlı en temel efekt olan yoğunluk efektinin istatistiksel gösterimi $\sum_j x_{ij}$ şeklindedir. Dış derece efekti, aktör adayının arkadaş sayısı ile ilişkilidir (Veenstra ve diğerleri, 2013:403). Ortalama derecenin eğilimi ve seviyesi ile uyumludur (Snijder, 2010:7). Ayrıca diğer istatistiksel gösterimler ortalama derece ile ilişkili olduğundan bu parametrenin diğerleri ile güçlü bir bağımlılığı vardır (Lubbers ve diğerleri, 2010:13). Literatürde bu parametre, lojistik ölçek ile ilişkili yoğunluk ölçüsü olduğundan, parametrenin negatif değerler aldığı görülmektedir.
2. Karşılıklı İlişki Efekt: Bir diğer temel efekt olan karşılıklı ilişki; i aktörünün j aktörünü ve j aktörünün de i aktörünü seçmesi gibi karşılıklı bir ilişkinin ürünüdür (Veenstra ve diğerleri, 2013:404). i aktörünün karşılıklı bağlantılarının sayısını gösteren efektin istatistiksel gösterimi $\sum_j x_{ij} x_{ji}$ şeklindedir (Steglich ve diğerleri, 2010:352). Bu efekt, bütün arkadaşlık ağları için, karşılıklı normlardan beslenen arkadaşlık eğiliminin çift yönlü olduğunu gösteren pozitif bir kanıttır (Veenstra ve diğerleri, 2013:404).
3. Üçlü Yapı Efektleri: Ağın bölgesel yapısını sunan bu efektler, geçişlilik, üçlü döngü ve yapısal eşitlik ya da denge olmak üzere üç şekilde ele alınabilir.
 - a. Geçişlilik Efekt: Arkadaşımın arkadaşı benim de arkadaşımdır şeklinde tanımlanan dolaylı ilişki, ağ yakınlığına dayalı bir eğilimdir (Lubbers ve diğerleri, 2010:13). Bu eğilimden hareketle bu efekt kişisel ağıdaki üçlü

geçişliliğin ölçüsüdür. $\sum_{j,h} x_{ij} x_{ih} x_{hj}$ ile gösterilen geçişlilik formu, (i,h,j) arasındaki yapının üçlü bağlantı sayısını gösterir (Steglich ve diğerleri, 2010:352). Üç aktör arasındaki $i \rightarrow h$, $h \rightarrow j$, $i \rightarrow j$ olan yapının ölçüsüdür (Veenstra ve diğerleri, 2013:404). Üçlü geçişlilik efekti pozitif bir efekttir.

- b. Üçlü Döngü Efekti: Bölgesel hiyerarşinin ölçüsü olan üçlü döngü $i \rightarrow j \rightarrow h \rightarrow i$ bu yapının gösterimine olanak tanır (Snijders, 2010:8). $\sum_{j,h} x_{ij} x_{jh} x_{hi}$ istatistiksel gösterimi ile sunulan yapı, negatif işaretli olarak gözlemlenir (Steglich ve diğerleri, 2010:353).
- c. Denge/Yapısal Eşitlik: Yapısal benzerliğin ölçüsüdür (Snijders, 2001:10). Geçişsiz ilişkilerde, arkadaşının üçüncü partiler tarafından değerlendirilmesi bir ayrılığa sebep olabileceği gerçeğinden hareketle, yaşanacak duygusal gerilim nedeniyle yapının stabil olamayacağı varsayılır. Aktör, dengeyi yeniden inşa etmek için ilişkisini ya da bakış açısını değiştirme eğilimindedir. Bu yüzden denge, i aktörü kiminle bağlı ise, j aktörünün de aynı bireyi seçmesi ile, başka bir deyişle giden bağlantıların arasında benzerlik kurulması ile sağlanır (Veenstra ve diğerleri, 2013:404-405). Bu etkin istatistiksel gösterimi:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \sum_{h=1, h \neq i,j}^n (b_0 - |x_{ih} - x_{jh}|)$$

şeklinde ve efekt pozitif olma eğilimlidir. Denge efekti, yoğunluk efekti ile güçlü bir ilişki içerisinde değildir (Snijders, 2001:10). Bu ifade b_0 parametresi standardizasyon için kullanılır (Steglich ve diğerleri, 2010:355).

4. Derece Dağılımları: Aktörün ağdaki pozisyonunun birincil karakteristiğiyle ilişkili olan iç derece ve dış derece ile ilgilidir. Popülerlik efekti ve aktivite/etkinlik efekti olmak üzere iki şekilde tanımlanabilir.
 - a. Popülerlik Efekti: Popülerlik efekti, çekiciliği yüksek olan bireyin çekiciliğinin artması ya da bağlanma tercihi olarak yorumlanabilir. Barabasi ve Albert (1999) tarafından önerilen tercihli bağlanma mekanizması ya da Matthew efekti olarak da bilinen popülerlik efekti, yüksek iç dereceye sahip olan aktörlerin bağ formları ile ilişkilidir (Veenstra ve diğerleri, 2013:405). i aktörünün ilişkili olduğu diğer aktörlerin iç derecelerinin toplamını gösteren popülerlik etkinin istatistiksel gösterimi; $\sum_j x_{ij} \sum_h x_{hj}$ şeklindedir ve pozitif olma eğilimlidir (Snijders, 2001:9).

- b. Aktivite/Etkinlik Efekt: Yüksek dış dereceye sahip olan aktörlerin bağ formları ile ilişkilidir. Literatürde yer alan çalışmalardan yola çıkarak bireylerin, arkadaş sayısı çok olan adaylar ile arkadaşlık kurmaktan kaçındıkları gözlemlenmiştir (Veenstra ve diğerleri, 2013:405) ve bu nedenle efekt negatif olma eğilimlidir. i aktörünün ilişkili olduğu diğer aktörlerin dış derecelerinin toplamını gösteren etkinlik efektinin istatistiksel gösterimi $\sum_j x_{ij} \sum_h x_{jh}$ şeklindedir (Snijders, 2001:9).
5. Kovaryant/Değişken Temelli Efektler: Yukarıda verilen efektlere ek olarak, aktörün özelliğine bağlı istatistiklerde bulunmaktadır. Her bir i aktörüne ait onun özelliğini temsil eden v_i değeri alan V kovaryantı ya da aktör ikililerine bağlı w_i değeri alan W diyadik kovaryantı olmak üzere iki tür kovaryant tanımlanabilir (Snijders, 2001:9). i aktörünün kovaryantları cinsiyet, etnik köken gibi sabit değişkenler olabileceği gibi, davranış ya da tutum gibi değişebilen değişkenlerde olabilir (Veenstra ve diğerleri, 2013:405). (i,j) aktör ikilisini temsil etmek üzere, bu ikiliye ait diyadik kovaryantlar, maliyet, karşılaşma fırsatı gibi değişkenler ile gösterilebilir (Snijders, 2011:15). Aktör niteliğine dayalı gönderici efekti ve alıcı efekti olmak üzere iki temel efekt tanımlanabilir (Veenstra ve diğerleri, 2013:405).
- a. Gönderici Efekt: Dış derece ve v_i yani 'i'inci aktörünün özelliği, arasındaki korelasyonu temsil eden bu efekt $\sum_j x_{ij} v_j$ şeklinde formüle edilir (Snijders, 2010:10).
- b. Alıcı Efekt: İç derece ile v_j yani 'j'inci aktörünün özelliği, arasındaki korelasyonu gösteren efekttir ve istatistiksel gösterimi $\sum_j x_{ij} v_j$ şeklindedir (Snijders, 2010:10).
- c. Benzerlik Efekt: Bunların dışında benzerlik efekti, müşteri tutumundaki benzerliği ya da aynı türden olma eğilimini yansıttığı için önemlidir (Snijders, 2011:15). Aktörün ağıın üyeleri arasından aynı tutum değerine sahip üyeler ile bağ kurmayı tercih ettiği durumlarda, bu efekt kategorik ya da binary veri için modellenebilir ve test edilebilir (Veenstra ve diğerleri, 2013:405). İstatistiksel gösterimi ise:
- $$\sum_j x_{ij} \left(1 - \frac{|v_i - v_j|}{\text{Range}(v)} \right) \text{ şeklindedir (Snijders, 2010:11).}$$
- d. Alıcı-Gönderici Etkileşim Efekt: Alıcı ve gönderici kovaryant değerlerinin kombinasyonunu gösteren efekt $\sum_{i,j} x_{ij} v_i v_j$ şeklinde gösterilir. Alıcı ve

gönderici arasında oluşabilecek potansiyel bağların, oluşturulma olasılığının ya da sürdürülebilirliğinin etkisini yansıtır (Snijders, 2010:11).

- e. İkili Kovaryant Efekt: i aktörünün ilişkide olduğu tüm aktörlerin, mekansal akrabalığın derecesi, kurumsal ilişkililiğin ölçüsü gibi w_{ij} değerinin toplamını sunan efektin istatistiksel gösterimi $\sum_{i,j} x_{ij}w_{ij}$ şeklindedir (Snijders, 2001:11).

3 Veri Seti

Çalışmada, Massachusetts Institute of Technology Human Dynamics Laboratuvarı tarafından geliştirilen araçlar yardımı ile toplanan bir veri seti kullanılacaktır. Bahse konu veri seti 2008 yılında Anmol Madan, Iolanthe Chronis, and Alex Pentland tarafından toplanmıştır (Madan ve diğerleri, 2012). Veri seti, yurtda yaşayan lisans öğrencileri arasındaki cep telefonu trafiğinden ve anketlerden derlenerek, ağ dinamiklerinin gözlemlenmesi amacıyla oluşturulmuştur. 2008 Ekim ve 2009 Mayıs arasındaki periyodu kapsayan süreçte, yurtda kalan, 30 birinci sınıf öğrencisi, 20 ikinci sınıf öğrencisi, 10 üçüncü sınıf, 10 son sınıf ve 10 da yüksek lisans öğrencisi olmak üzere toplam 80 öğrenciden oluşan ağ, 3 dalga halinde gözlemlenmiştir.

Çalışmada, sosyal ağ dinamikleri stokastik aktör bazlı model yardımıyla incelenmiştir. İnceleme yapılacak hususlara ilişkin hipotezler Tablo 1’de düzenlenmiştir.

Tablo 1: Hipotezler

Tanımlamalar	Model Parametresi	İşaret
Arkadaşlık ağının yoğunluğu düşüktür	Dış derece	-
İlgili ağ içerisinde arkadaş adayları karşılıklı olma eğilimindedir	Karşılıklılık	+
Arkadaşlık ağı geçişlilik gösterme eğilimindedir	Geçişlilik	+
Arkadaşlık ağı hiyerarşi gösterme eğilimindedir	Üçlü döngü	-
Arkadaşlık ağı sınıf yılına göre aynı türdendir (homophily)	Sınıf yılı benzerliği	+

4 Analizler

Bu kısımda ilk olarak, oran fonksiyonları açıklanacak ve daha sonra ağ amaç fonksiyonlarına odaklanılarak, ağdaki değişimi açıklamada anlamlı olan parametreler incelenecektir.

Tablo 2’de tahmin edilen oran fonksiyonunun parametreleri, arkadaşlık ağı için $\hat{\rho}_1=7.529$ ve $\hat{\rho}_2=4.774$ şeklindedir. Bu göstgelerden $\hat{\rho}_1$ aktörlerin ilk iki gözlem arasında yaptığı ilişki değişimlerinin tahmini ortalamasını göstermekte iken, $\hat{\rho}_2$ son iki gözlem arasındaki değişimlerin tahminini göstermektedir. Zamanla ilişkiler daha stabil hale gelmekte dolayısıyla tahmini ortalamalar düşmektedir.

Ağ dinamiklerinin belirlenmesi için ele alınan modele ilişkin parametreler tek tek ele alınacak olup, parametrenin ilgili ağ için anlamlı olup olmadığı, $H_0: \beta_k = 0$ şeklindeki hipotez ile, $\frac{\text{tahmin}}{\text{standart hata}}$ oranına bağlı olarak elde edilen t test istatistiği ile test edilecektir.

Bağ formları için genel eğilimi ifade eden dış derece/yoğunluk efekti ağ amaç fonksiyonunun en temel formudur. Bu eğilim, Tablo 2’de; arkadaşlık ağının yoğunluğu düşüktür ve bu parametrenin gözlemlenmesine olanak tanıyan dış derece efekti negatif işaretlidir şeklinde ifade edilmiştir. Dış derece efekti ($t=-2.3871/0.0697=-34.248$) arkadaşlık ağı için 0.05 anlamlılık düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Arkadaş adayları, karşılıklı olma eğilimindedir ve tabloda ifade edildiği üzere karşılıklılık efektinin pozitif işaretli olması beklenir. Arkadaşlık ağı için, karşılıklılık efekti ($t=1.9756/0.1422=13.893$) istatistiksel olarak güçlü bir anlamlılığa sahiptir.

Üçlü yapı efektlerine baktığımızda, geçişlilik efekti ($t=0.4861/0.033=14.553$) arkadaşlık ağı için istatistiksel olarak anlamlıdır. Hatırlanacağı üzere, sosyal ağdaki hiyerarşinin ifade edilmesinde kullanılan üçlü döngü efektinin negatif işaretli olması beklenmektedir. Arkadaşlık ağına ait eğilimlerin incelendiği tablodan görüleceği üzere bu efekt t istatistik değerine göre anlamlıdır. Dolayısıyla, arkadaşlık ağı, informal bir hiyerarşik eğilim göstermektedir.

Tablo 2: Arkadaşlık Ağında Ağ Değişimi

Ağ Dinamikleri	Tahmin	Hata	t	Sig.
Arkadaşlık Oran Fonksiyonu	7.5291	0.6396		
Arkadaşlık Oran Fonksiyonu	4.7749	0.4420		
Dış derece (Yoğunluk)	-2.3871	0.0697	-34.2482	*
Karşılıklılık	1.9756	0.1422	13.8931	*
Geçişlilik	0.4861	0.0334	14.5538	*
Üçlü Döngü	-0.6310	0.0678	-9.3067	*
Sınıf Yılı Benzerliği	0.6244	0.1846	3.3824	*

Arkadaş seçme eğilimleri benzer olan aktörlerin birbirlerini arkadaş olarak seçme eğilimleri yüksektir. Bu durumu ölçmek için benzerlik efekti kullanılmakta olup, çalışmada akran gruplar arasında iki aktörün arkadaşlık seçim desenlerinin benzerliği gözlemlenmiştir. Arkadaşlık ağı için, sınıf yılına göre aynı türden olma ($t=0.6244/0.1846=3.382$) anlamlı bir parametre olup, pozitif işaretli bir efekttir. Sınıf yılına göre, arkadaş seçme desenleri benzerdir yani aktörler muhtemelen benzer bireyleri arkadaş olarak seçerler.

5 Sonuç

Sosyal ağ analizi, sosyal varlıklar arasındaki ilişkileri ve ilişkiler arasındaki etkileşim desenlerini inceleyen yaklaşımlar bütünüdür. Literatürde sosyal ağ analizi alanında yapılan pek çok çalışma yer almaktadır. Sosyal medya platformları üzerindeki ağların incelenmesi ile siyasi propaganda ölçütlerinin belirlenmesi (Finn ve Mustafaraj, 2015), uluslararası dünya ticaretindeki önemli aktörlerin saptanması (Wang, 2010), madde kullanımında arkadaş ağının etkisinin incelenmesi (Steglich ve diğerleri, 2010) gibi araştırmalar, farklı alanlarda dikkat çeken çalışmalardan birkaçıdır.

Çalışmada, stokastik aktör bazlı model yardımıyla arkadaşlık ağına ilişkin ağ dinamikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Yurtta yaşayan üniversite öğrencilerinin yer aldığı arkadaşlık ağı doğası gereği karşılıklı olma eğilimindedir. Ağdaki aktörler arasında arkadaşlık desenleri arasında benzerlik gözlemlenmekte olup, ağ aynı zamanda informal bir hiyerarşik eğilim göstermektedir. Ayrıca ağ, beklendiği üzere sınıf yılına göre homophily bir yapıya sahiptir. Gözlenen tüm bu eğilimler, ağdaki sistematik yapının matematiksel olarak ifade edilebileceğini kanıtlamaktadır.

Stokastik aktör bazlı model, ağ değişim efektlerinin yanı sıra ağda yaşanan davranış desenlerinin de modellenmesine olanak tanımaktadır. Modelde, ağ değişimi; bireyin konumuna bağlı olarak yaşanan bağ değişimini ifade ederken bu değişim, seçim süreci ile eşleştirilmektedir. Arkadaşının tutum veya davranışına bağlı olarak bireyin tutum veya

davranışında meydana gelen davranış değişimi ise etki süreci ile eşleştirilmektedir. Modelde, ağ değişimlerinin farklı yönelimlerinin sunulması için bağlar arasındaki karşılıklılık, geçişlilik ve aynı türden olma gibi eğilimler ağ efektleri yardımıyla, davranış değişimleri ise lineer ve kuadratik gibi desenler yardımıyla sunulmaktadır.

Literatürde yer alan bu ve buna benzer modeller yardımıyla ağ ve davranış dinamiklerinin gözlemlenmesi mümkündür. Bu bağlamda, terörist ağı, madde kullanım ağı, offshore ağı gibi spesifik ağ yapılarının incelenmesinde stokastik aktör bazlı model kullanılabilir. Çalışma bu açıdan yol gösterici bir nitelik taşımaktadır.

Referanslar

- Barabasi, A.L. ve R. Albert. (1999). Emergence of Scaling in Random Networks. *Science*. Cilt 286. Sayfa: 509–512.
- Burk, W. J., C.E.G. Steglich ve T.A.B. Snijders. (2007). Beyond Dyadic Interdependence: Actor-Oriented Models for Co-Evolving Social Networks and Individual Behaviors. *International Journal of Behavioral Development*. Cilt: 31. Sayı: 4, Sayfa: 397-404.
- Finn, S.T.P. Metaxas ve E. Mustafaraj. (2015). Spread and Skepticism: Metrics of Propagation on Twitter. *Association for the Advancement of Artificial Intelligence*.
- Freeman, L. C. (1978). Centrality in Social Networks Conceptual Clarification. *Social Networks*. Cilt 1. Sayfa: 215-239.
- Holland, P.W. ve S. Leinhardt. (1977). A Dynamic Model for Social Networks. *Journal of Mathematical Sociology*. Cilt: 5. Sayfa: 5–20.
- Lubbers, M. J., T. A.B. Snijders, M. P. C. Van Der Werf. (2010). Dynamics of Peer Relationships Across the First Two Years of Junior High as a Function of Gender and Changes in Classroom Composition. *Journal of Research on Adolescence*. Cilt: 21. Sayı: 2, Sayfa: 488-504.
- Madan, A., M. Cebrian, S. Moturu, K. Farrahi ve A. Pentland. (2012). Sensing the 'Health State' of a Community. *Pervasive Computing*. Cilt: 11, Sayı: 4, Sayfa: 36-45.
- Moreno, J.L. (1941). Foundations of Sociometry: An Introduction. *American Sociological Association: Sociometry*. Cilt: 4. Sayı: 1, Sayfa: 15-35.
- Scott, J. (1988). Trend Report Social Network Analysis. *Journal of Sociology*. Cilt: 22. Sayfa: 109-127.
- Seckin Codal, K. (2016). Sosyal Ağlarda Odağın Ağ ve Davranış Dinamikleri Üzerindeki Etkisinin Matematiksel Bir Model Yardımıyla Ölçülmesi (Doktora Tezi).
- Snijders, T. A. B. ve M. A. J. Van Duijn. (1997). *Simulation for Statistical Inference in Dynamic Network Models*. Berlin: Simulating Social Phenomena, Springer.

- Snijders, T. A. B. (2001). The Statistical Evaluation of Social Network Dynamics. *Sociological Methodology*. Cilt: 31. Sayı: 1, Sayfa: 361-395.
- Snijders, T. A. B. (2002). Accounting for Degree Distributions in Empirical Analysis of Network Dynamics. *Dynamic Social Network Modeling and Analysis: Workshop Summary and Papers*
- Snijders, T. A. B. (2010). Actor-Based Models for Network Dynamics. http://www.stats.ox.ac.uk/~snijders/PoliticalAnalysis_NetDyn.pdf [01.03.2014].
- Snijders, T. A. B., G. G. Van de Bunt ve C. E. G. Steglich (2010). Introduction to Stochastic Actor-Based Models for Network Dynamics. *Social Networks*. Cilt:32. Sayfa: 44-60.
- Snijders, T. A. B. (2011). *The SAGE Handbook of Social Network Analysis/Chapter7: Network Dynamics*. London: In J. Scott & P. J. Carrington (Eds.).
- Snijders, T. A. B. (2011). Statistical Models for Social Networks. *Annual Review of Sociology*. Cilt: 37. Sayfa: 131–153.
- Snijders, T. A. B. ve C. E. G. Steglich. (2013). Representing Micro-Macro Linkages by Actor-based Dynamic Network Models. *Sociological Methodology and Research*.
- Steglich, C., T. A. B. Snijders ve M. Pearson. (2006). *Dynamic Networks and Behavior: Separating Selection From Influence*. Napier University, Edinburgh: Sociological Methodology, Interuniversity Center for Social Science Theory and Methodology.
- Steglich, C., T. A. B. Snijders ve M. Pearson. (2010). Dynamic Networks and Behavior: Separating Selection From Influence. *Sociological Methodology*. Cilt: 40, Sayı: 1, Sayfa: 329-393.
- Streeter, C.L. ve D. F. Gillespie. (1993). Social Network Analysis. *Journal of Social Service Research*. Cilt: 16. Sayı: 1-2, Sayfa: 201-222.
- Veenstra, R., J. K. Dijkstra, C. Steglich ve M. H. W. Van Zalk. (2013). Network- Behavior Dynamics. *Journal of Research on Adolescence*. Cilt:23. Sayı: 3, Sayfa: 399-412.
- Wang, C. (2010). A Social Network Analysis of International Trade of Copper Ore. *Future Information Technology and Management Engineering Conference (2010)*.
- Wasserman, S.(1980). Analyzing Social Networks as Stochastic Processes. *Journal of the American Statistical Association*. Cilt: 75. Sayı: 370, Sayfa: 280-294.
- Wasserman, S. ve K. Faust. (1994), *Social Network Analysis: Methods and Applications*. UK: Cambridge University Press.
- Watts, D. C. ve S. H. Strogatz. (1998). Collective Dynamics of Small World Networks. *Nature*. Cilt: 393. Sayfa: 440-442.