

TÜBİTAK PROJELERİNDEKİ GÜÇLÜ ARAŞTIRMA İŞBİRLİĞİNİN SOSYAL AĞ ANALİZİ İLE DİNAMİKLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ*

EVALUATION OF THE DYNAMICS OF STRONG RESEARCH COLLABORATION IN TUBITAK PROJECTS BY SOCIAL NETWORK ANALYSIS

Dr. Sevim UNUTULMAZ GÜRLEK¹

ÖZ

İşbirliği ağları, araştırmacıların bilimsel işbirliğini gösteren düğümlerden ve çok sayıda bağlantıdan oluşmaktadır. Bu ağları sosyal ağ analizi yöntemi ile incelemek mümkündür. Bu makalenin amacı, Türkiye'deki üniversiteler tarafından yürütülen TÜBİTAK 1001 projeleri kapsamında ortak işbirliğine dayalı oluşturulan üniversiteler arası işbirliği ağlarının görselleştirilmesi ve önemli pozisyonda yer alan üniversitelerin tespit edilmesidir. Bu bağlamda TÜBİTAK 1001 proje işbirliklerinin mevcut durumuna ışık tutmak amaçlanmıştır. Çalışmanın örnekleme 2012-2020 yılları arasında yürütülen 2323 adet TÜBİTAK 1001 projesinden oluşmaktadır. Ağın genel yapısı ise toplam 193 üniversite (düğüm) ve 2805 ortak işbirliğini (bağlantı) kapsamaktadır. Her düğüm TÜBİTAK 1001 proje işbirliği ağındaki bir üniversiteyi temsil ederken toplam araştırmacı sayısı 8.205 kişiden oluşmaktadır. Bilimsel işbirliği UCINET 6.732 ve NetDraw 2.168 yazılımı kullanılarak sosyal ağ analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu kapsamda öncelikle TÜBİTAK 1001 projeleri ve işbirlikleri hakkında genel bilgilere yer verilmiştir. Ardından en çok işbirliği yapılan üniversiteler ve en güçlü üniversite işbirlikleri tespit edilmiştir. Daha sonrasında ise TÜBİTAK 1001 proje işbirliğini incelemek için merkezilik analizi gibi çeşitli sosyal ağ analizi (SNA) yöntemleri kullanılmıştır. İşbirliklerin sosyal ağlardaki durumunu yansıtan merkezilik hesaplamaları, ağ analizinde en önemli ölçütlerden biridir. Uygulanan analizler sonucunda üniversitelerin ağıdaki performans ve rollerini değerlendirmeye yönelik faydalı bilgiler elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kurumlar Arası İşbirliği, Sosyal Ağ Analizi, Merkezilik, TÜBİTAK 1001 Projeleri.

JEL Sınıflandırma Kodları: C01, C10, C15, C19.


ABSTRACT

Collaboration networks consist of nodes and a large number of links that show the scientific collaboration of researchers. It is possible to examine these networks with the social network analysis method. The aim of the study is to visualize the cooperation networks among universities based on joint cooperation within the scope of TUBITAK 1001 projects carried out by universities in Turkey and to identify universities that have an important position. In this context, it is aimed to shed light on the current status of TUBITAK 1001 project collaborations. The sample of the study consists of 2,323 TUBITAK 1001 projects carried out in the 2012-2020 period. The general structure of the network includes a total of 193 universities (nodes) and 2,805 joint collaborations (links). While each node represents a university in the TUBITAK 1001 project cooperation network, the total number of researchers is 8,205. Scientific collaboration is analyzed by social network analysis method using UCINET 6.732 and NetDraw 2.168 software. In this context, various social network analysis (SNA) methods such as centrality analysis are used to examine TUBITAK 1001 project collaboration. As a result of the analyzes applied, useful information is obtained for evaluating the performance and role of universities in the network.

Keywords: Cross-Institutional Collaboration, Social Network Analysis, Centrality, TÜBİTAK 1001 Project.

JEL Classification Codes: C01, C10, C15, C19.

* Bu çalışma Murat Ali DULUPÇU danışmanlığında Sevim UNUTULMAZ GÜRLEK tarafından hazırlanan ve 11.03.2022 tarihinde savunulan "Yakınlık Perspektifinde Üniversite Ortaklaşa Proje Faaliyetlerinin Ağ Yaklaşımı ile Değerlendirilmesi: TÜBİTAK 1001 Projeleri Örneği" başlıklı doktora tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

¹  Bağımsız araştırmacı, sevimunutulmaz@hotmail.com

EXTENDED SUMMARY

Purpose and Scope:

The aim of this article is to visualize the cooperation networks between universities based on joint cooperation within the scope of TUBITAK 1001 scientific projects carried out by universities in Turkey and to identify universities that have an important position. In this context, it is aimed to shed light on the status of TUBITAK 1001 project collaborations.

Design/methodology/approach:

In this study, the social network analysis method was used to examine a collaborative community. In the study, the joint cooperation network of 2323 TUBITAK 1001 projects carried out between 2012-2020 was examined. The nodes of the research collaboration network represent universities, while the link between the two nodes represents the joint project relationship between these scientists. The overall structure of the network includes a total of 193 universities (nodes) and 2805 joint collaborations (links). The total number of researchers is 8,205. Scientific collaboration was analyzed by social network analysis method using UCINET 6.732 and NetDraw 2.168 software. The centrality measure provides useful information to evaluate universities based on their performance and role in the network. Degree, closeness, betweenness, and eigenvector centrality, one of the frequently used centrality measures, were used to determine the most effective nodes. Degree centrality is equal to the number of nodes connected to a central node. If a researcher has the highest degree of centrality, he is considered the central researcher in the collaborative network. In collaborative networks, if an actor is between two points, that actor is in an important position. Betweenness centrality is the number of shortest paths through a given node. It is possible to say that universities with high betweenness centrality in the study have and control more resources for research. The closeness centrality of a particular node is equal to the inverse of the total distance from that node to all other nodes. Therefore, the closer a node is to all other nodes, the higher the proximity centrality. Researchers with the highest closeness centrality can reach other researchers via the shortest link and are at the center of the research collaboration network compared to other researchers. An eigenvector central node is directly related to nodes that are intrinsically central. For this reason, it is defined as "the center of objects". Later, based on the joint project collaborations of universities, a research cooperation network of scientists was established. In this context, each institution becomes a single knowledge community that can receive and share knowledge with others through research interactions.

Findings:

Looking at the findings, there has been a steady increase in the number of projects over time, which confirms that the development continues. The universities with the highest number of projects are Ege (5.01%), Istanbul Technical (4.92%), Ankara (3.96%), Hacettepe (3.44%), Middle East Technical (2.87%) and Akdeniz (2.87%) Universities, respectively. However, a large number of inter-institutional collaborations have also been observed. It was seen that the majority of the projects were from the faculty of engineering (25.10%), the faculty of science and literature (17.48%) and the faculty of medicine (9.6%). It was observed that most of the projects carried out were projects with two researchers (29.22%), three researchers (27.66%) and four researchers (19%). The low percentage of single-research projects (1.77%) indicates a high collaborative attitude in this area. Looking at the universities with the most cooperation, it can be said that Istanbul University is the most collaborative university in this field with a total of 1062 collaborations. Looking at the strongest collaborations, it was seen that Ege University was the institution with the most frequent cooperation (connection) with 591 collaborations, followed by Istanbul University with 559 collaborations. Looking at the centrality results, according to the degree centrality ranking, Istanbul University, Non-University Institutions, Ankara University, Ege University and Istanbul Technical University are the institutions with the highest joint cooperation with other universities. Institutions with the highest centrality of betweenness are Istanbul Technical University, Middle East Technical University, Non-University Institutions, Ankara University and Istanbul University. This means that Istanbul Technical University is the most likely to be the shortest link of a random university pair. When the closeness centrality is examined, it has been determined that Non-University Institutions, Ankara University, Middle East Technical University, Istanbul Technical University and Istanbul University have the highest centrality of closeness. Finally, when we look at the eigenvector centrality, it is seen that Ege University, Istanbul University, Istanbul Technical University, Dokuz Eylül University and Ankara University have the most joint cooperation. Considering the general structure of TUBITAK 1001 project cooperation network, Ege University, Istanbul University, Istanbul Technical University, Hacettepe University and Ankara University are institutions that have a high level of cooperation with each other in TUBITAK 1001 project research. The density of the network is 0.3185. In other words, 31.85% of all potential relationships in the network have been realized.

Conclusion and Discussion:

The aim of this article is to describe the cooperation models between researchers in universities in Turkey based on the data related to TUBITAK 1001 projects and to identify the universities that have an important position. How the centrality calculations calculated with SNA should be interpreted in terms of project collaborations is an important point. In general, active universities have high scores for both degree centrality and betweenness centrality. Universities with higher affinity centrality exert greater influence in the network and play a more central role. They also have greater accessibility for other universities. From a methodological point of view, the use of social network visualization techniques with the proposed algorithm proves to be ideal for graphing collaboration network configurations.

1. GİRİŞ

Bilimde işbirliği uzun zamandır süre gelmektedir. Bilim adamları arasındaki işbirliği, artan işbölümünün bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Bilimsel işbirliği, bilim insanlarının bir veya daha fazla disipline, kuruluşa, bölgeye ve ülkeye bağlı olmasıyla ayırt edilebilir. Bu nedenle kurulan işbirlikleri kurumlar arası, bölge içi, çok disiplinli veya ülkeler arası gerçekleştirilebilir. İşbirliği yapan araştırmacılar için faydanın ortalamanın üzerinde olduğuna dair kanıtlar mevcuttur (Katz ve Martin, 1997). Örneğin, işbirliği ile üretilen yayınların atıfları büyük ölçüde ortalamanın üzerindedir. Bununla birlikte bilim adamlarının üretkenliğinin işbirliği sıklığına bağlı olduğu görülmüştür. İşbirliğinin bir başka önemli etkisi ise maliyetleri önemli ölçüde azaltmasıdır. Geçtiğimiz yıllar boyunca daha ucuz ulaşım ve iletişimin yanı sıra bilgi ve iletişim teknolojisindeki niteliksel gelişmeler, bilimde işbirliğini büyük ölçüde kolaylaştırmıştır (Frenken ve Van Oort, 2004, s. 43).

Üniversiteler arasında kurulan bilimsel işbirliği çeşitli şekillerde incelenebilir. Örneğin bilim adamları tarafından uygulanan anket (Igliç vd., 2017), yayınların ortak yazarlığı (Ferligoj vd., 2015) veya üniversite web sitelerindeki köprüleri analiz ederek (Barnett vd., 2014) ölçmek mümkündür. Ortak yazarlık bilimsel işbirliğini ölçmek için basit ve nesnel bir yol olduğundan bilimsel işbirliklerini incelemek için yaygın olarak kullanılan bir ölçüdür. Burada genel olarak kullanılan yöntemlerden biri ise sosyal ağ analizidir (Matveeva ve Ferligoj, 2020, s. 2384).

Sosyal ağ analizi bugün çok disiplinli bir arayış olarak kabul edilmektedir. Kurum içi ağlarda merkezi insanları, departmanları veya ekipleri birbirine bağlayan insanlar önemlidir. Çünkü farklı alt kültürlerle iletişim kurma fırsatları, onlara değişim hakkında bilgi dağıtma ve çalışanların hissettiği olası belirsizlikleri azaltma gibi pek çok fırsat sunmaktadır. Merkeziyet uzun zamandır sosyal ağlarda etkinin ve gücün bir göstergesi olarak kabul edilmektedir (Özman, 2017, s. 225- 226). Farklı merkeziyet metrikleri ölçümlerinin ağdaki etkileri farklı sonuçlar doğurabilmektedir. Bu bağlamda sosyal ağ analizinde en çok kullanılan ve literatürde kabul görmüş dört adet merkezilik ölçümü bulunmaktadır. Bunlar; “Derece Merkeziliği”, “Arasındalık Merkeziliği”, “Yakınlık Merkeziliği” ve “Özvektör Merkeziliği” şeklindedir (Abraham vd., 2009, s. 28- 30).

Derece ve arasındalık merkezilikleri, bir ağdaki aktörlerin performansını değerlendirmek için kullanılan en yaygın ölçülerdir. Derece merkeziliği, bir düğüme doğrudan bağlı kenarların sayısının toplamı ile hesaplanır ve bu sonuç düğümün işbirliğinin kapsamını yansıtır (Özman, 2017, s. 242). Diğer düğümlerle kurulan bağlantı üzerindeki bir düğümün, ağın farklı düğümleri arasında bağlantı kurmada ve bilgi iletmede önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Bu nedenle arasındalık merkeziliği bu düğümün diğer düğümler arasındaki en kısa yolda bulunma olasılığı olarak tanımlanır (Xue vd., 2020, s. 13). Bu durum işbirlikçi ağda arasındalık merkeziliği yüksek olan kurumların bilgi akışında ve kontrolünde iyi bir aracılık rolü oynadıkları anlamına gelmektedir (Ye vd., 2012, s. 57).

Yakınlık merkeziliği, bir ağdaki düğümün diğer düğümlere olan mesafesini ölçmek için kullanılır. Yakınlık merkeziliği yüksek olan düğümler, bilgiyi daha iyi elde ederken diğer düğümler üzerinde daha doğrudan bir etkiye sahip olma eğilimindedir. İşbirlikçi ağda, bir araştırmacı ile diğeri arasındaki mesafe ne kadar yakınsa, bilgi alışverişi yapmak ve işbirlikçi araştırma ilişkisi kurmak o kadar kolay olur (Xue vd., 2020, s. 13). Özvektör merkezi bir düğüm özünde merkezi olan düğümlerle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle “nesnelerin merkezi” şeklindedir. Özvektör merkeziliği aktörlerin bağlantılarının bir işlevidir. Bir aktör ne kadar fazla bağlantı kurarsa, o kadar merkezedir (Grassi vd. 2007, s. 238).

Bu çalışmada, 2012-2020 yılları arasında 193 üniversitenin yürüttüğü 2323 adet TÜBİTAK 1001 projesi kapsamında sosyal ağ analizi uygulanmıştır. Çalışma TÜBİTAK 1001 projelerinde yer alan araştırmacıların işbirliğine kurumsal bir perspektif ile yaklaşarak yeni bir bakış açısı sağlamaktadır. Bu bağlamda makalenin amacı, Türkiye’deki üniversiteler tarafından yürütülen TÜBİTAK 1001 bilimsel projeleri kapsamında ortak işbirliğine dayalı oluşturulan üniversiteler arası işbirliği ağlarını görselleştirmek ve önemli pozisyonda yer alan üniversitelerin tespit edilmesidir. Çalışma yürütülen TÜBİTAK 1001 proje işbirliklerinin mevcut durumuna ışık tutması bakımından önemlidir.

Makalenin geri kalanı ise şu şekilde düzenlenmiştir: Bir sonraki bölümde bilimsel işbirliğinin sosyal ağ analizi ile ölçümüne yönelik çalışmaların incelemesi yer almaktadır. 3. bölüm metodoloji, çalışmanın amacı ve önemi, analiz yöntemi, veri seti ve değişkenleri açıklamaktadır. 4. Bölüm ise araştırma bulgularını sunmaktadır. Son bölüm çalışmayı özetlemekte ve geleceğe yönelik çıkarımlar sunmaktadır.

2. BİLİMSEL İŞBİRLİĞİNİN SOSYAL AĞ ANALİZİ İLE ÖLÇÜMÜNE YÖNELİK LİTERATÜR BULGULARINA GENEL BAKIŞ

Üniversitelerin kendi içlerinde ortak araştırmaların belirlenmesi ve teşvik edilmesi stratejik planlamanın önemli bir parçası haline gelmiştir. Araştırma işbirliğinin sosyal ağ analizi yöntemleri ile incelenmesi ise yaygın olarak kabul görmektedir. Ortak alıntı ve ortak yazarlık analizleri, bilim, bilimde iletişim ve bilim politikası çalışmalarına nicel bir bakış açısı kazandırarak sosyometrik alanında büyüyen bir alt alandır (Schlattmann, 2017, s. 26). Bu alanda yapılan pek çok araştırma mevcuttur. Örneğin Persson vd. (1997), 1993 yılında 22 İskandinav üniversitesi (Danimarka, Finlandiya, İzlanda, Norveç, İsveç) tarafından üretilen yaklaşık 20.000 makalenin kapsamlı analizinden elde edilen verileri sunmuşlardır. Sonuçlar bilimsel işbirliğinin tüm üniversiteler için kilit bir rol oynadığını ve işbirliği yaptıklarını göstermektedir. İskandinavlar arası üniversite ağı, tüm kurumsal işbirliklerinin yaklaşık yüzde onunu oluşturmaktadır. Bununla birlikte, işbirliği sayısı alanlar arasında farklılıklar göstermektedir. Örneğin fizik ve tıp gibi alanlarda yüksek derecede işbirliği görülmüştür.

Hara vd. (2003), çalışmasında bir grup bilim insanı arasındaki işbirliğini incelemekte ve deneyimlerinin sosyal olarak nasıl şekillendiğini ele almaktadır. Sosyo-metrik anketler ve görüşmeler sonucu elde edilen verilere UCINET IV'e sosyal ağ analizi uygulanarak merkezilik, karşılıklık, bağlantısallık ölçümleri hesaplanmıştır. Bulgular faktörler ve işbirliği türleri arasında bir etkileşim olduğunu göstermektedir.

Abbasi ve Altmann (2011), çalışmasında akademisyen işbirliği ağının, araştırma performansı ile olan ilişkisini anlamak için sosyal ağ teorisine dayalı teorik bir model geliştirmiştir. Analizde sosyal ağ analizi (SNA) ölçümleri kullanılmıştır. Analiz sonucunda bilim adamlarının araştırma performansının iki SNA ölçüsüyle (ağırlıklı derece merkeziliği ve verimlilik) pozitif olarak ilişkili olduğu görülmüştür. Özellikle, güçlü bağlara sahip bilim adamları (tekrarlanan ortak yazarlıklar, yüksek ağırlıklı derece merkeziliği), düşük bağlara sahip olanlardan (birçok farklı bilim insanı ile tek ortak yazarlık) daha iyi bir araştırma performansı gösterdiği tespit edilmiştir.

Niu ve Qiu (2014), çalışmasında Çin uluslararası araştırma işbirliğinin (IRC) büyümesini ve dağılımını; miktar, yazarlar, ülkeler, disiplin alanları açısından tanımlamaktadır. Bu bağlamda Thomson Reuters'in Web of Science'da 1 Ocak 2002'den 31 Aralık 2011'e kadar indekslenen 211.946 makale incelenmiştir. Çalışmada bibliyometrik ve sosyal ağ analizi yöntemleri uygulanarak ülkelerin ve alanların işbirliği ağı ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Meng ve Guo (2015), çalışmasında bilgi görselleştirme teknolojisi uygulamalarının daha iyi anlaşılmasına sağlamak amacıyla araştırmacı ortak yazarlık ağını görselleştirmiştir. Bu bağlamda ağ bazı değişken niceliklerle (kümeleme katsayısı, ortalama derece, çap, ortalama mesafe ve bileşenler) karakterize edilmiştir. Görselleştirme, sosyal ağ analizi ve istatistiksel analizler için Ucinet ve Netdraw yazılımları kullanılmıştır.

Wu ve Duan (2015) çalışmasında psikiyatri araştırmalarında yazarlar, kurumlar ve ülkeler düzeyinde bilimsel işbirliğinin etkinliklerini ölçmüştür. Araştırmanın örneklemini psikiyatri ile ilgili Web of science'dan çekilen 36557 (SCI-Expanded) makale oluşturmaktadır. Çalışmada sosyal ağ analizi (SNA) yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar, psikiyatri araştırmalarında çoklu işbirliği türlerinin teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Wu ve Jin (2016), çalışmasında Çin psikiyatrisi alanındaki işbirliklerin durumuna ışık tutmuştur. Çin Ulusal Bilgi Altyapısı (CNKI) ve WanFang Veri tabanındaki 10 temel psikiyatri dergisinden 16.224 yayın (2003-2012) örnekleme dahil edilmiştir. İşbirliği ağını incelemek için merkezilik analizi gibi çeşitli sosyal ağ analizi (SNA) yöntemleri kullanılmıştır.

Sajjad ve Esmail (2017), yaptıkları çalışmasında tıp bilimleri üniversitelerinin bilimsel işbirliğini farklı açılardan incelemiştir. Bu araştırmada sosyometrik yöntemler ve sosyal ağ analiz teknikleri kullanılarak Tıp Bilimleri Üniversiteleri ortak yazarlık ağı haritalanmıştır. Veriler Web Of Science veri tabanından elde edilmiştir. Bilimsel ağların haritalanması ve analizi için Bibexcel, VOS, Pajek ve UCINET yazılımları kullanılmıştır. Sonuçlara bakıldığında Tıp bilimleri araştırmacıları, Tahran Tıp Bilimleri Üniversitesi araştırmacıları ile bilimsel işbirliği yapma konusunda çok güçlü bir eğilime sahiptir. Bu nedenle bilimsel işbirliği ağı, Tahran Tıp Bilimleri Üniversitesi çevresinde tekel bir ağ haline gelmiştir. Bu işbirliği biçimi işbirliği fırsatlarının yaratılmasını engellemektedir.

Chen vd. (2018), makalesinde bilimsel araştırma işbirliği davranışının analiz yöntemlerini tartışmıştır. Araştırmacı merkeziliği ve işbirliğine bağlı alt grup analizi yoluyla bilimsel araştırma işbirliği davranışının temel özelliklerini sosyal ağ analizi yöntemi ile analiz etmiştir.

Matveeva ve Ferligo (2020), Proje 5-100'e katılan üniversiteler ve Proje 5-100'e katılmayan üniversiteler (kontrol grubu) şeklindeki iki grup Rus üniversitesinin bilimsel işbirliği modellerini analiz etmiştir. Analizler 2010-2016 döneminde seçilen Rus üniversiteleriyle ilgili bibliyografik verilere dayanmaktadır. Katılımcı üniversitelerin projeye katıldıktan sonra hem kendi aralarında hem de yabancı üniversiteler ve Rusya Bilimler Akademisi'nin araştırma kurumları ile işbirliklerini artırdıkları görülmüştür. Bunun yanı sıra katılımcı olmayan üniversitelerin işbirliği kalıplarında ise değişiklik görülmemiştir. Proje 5-100' e katılan üniversitelerinin küresel akademik ağdaki merkeziliği, ulusal ağdaki görünürlükleri ve bağlantılarıyla birlikte artmıştır.

Sala vd. (2021), sosyal ağ analizi vasıtasıyla 1970 ve 1989 yılları arasında 29 psikoloji dergisinde yayımlanan toplam 2891 makalenin bilimsel işbirliğini analiz etmiştir. Analizlerde UCINET programı ve Netdraw yazılımı kullanılmıştır. Sonuçlar, yıllar içinde artan sayıda makale ve yazarın yanı sıra bilimsel işbirliğinin de arttığını göstermiştir.

Isfandyari-Moghaddam vd. (2021), çalışmasında dünyada en fazla bilimsel yayına sahip ilk 60 ülkenin ortak yazarlık ağlarının analizini ve en çok atıf alan ortak yazarlık modellerinin keşfini amaçlamıştır. 2011-2015 yılları arasındaki 60 ülkenin tüm alanlardaki bilimsel yayınları ve en çok atıf alan makaleleri analiz edilmiştir. Ortak yazarlık ağlarını analiz etmek için merkezilik indeksleri ve kümeleme katsayısı kullanılıp, UCINET, Pajek, VOSviewer ve BibExcel yazılımları, ülkelerin ortak yazarlık ağlarını haritalamak ve bu indeksleri hesaplamak için kullanılmıştır. Sonuçlara bakıldığında Çin ile ABD, ABD ile İngiltere, ABD ile Almanya ve ABD ile Kanada arasında en güçlü işbirliği bağlantıları tespit edilmiştir.

Lee ve Haupt (2021), çalışmasında COVID-19 tehdidi ve ABD-Çin gerilimleri arttıkça bir pandeminin ortasında jeopolitik ve küresel bilim arasındaki yoğunlaşan kesişmeye odaklanmıştır. Bu sosyometrik çalışmada, ABD ve Çin'in bilim ve mühendislik alanında COVID-19 makaleleri üzerindeki uluslararası işbirliği modelleri, bilimsel milliyetçilik ve küreselcilik mercekleriyle incelenmiştir. Bilimsel milliyetçilik, mevcut siyasi söylem ve korumacı politikaların uluslararası işbirliğinde azalmaya yol açacağını varsayarken bulgular tamamen bunun tersini göstermiştir. Dünyadaki uluslararası işbirliklerinin oranı genel olarak artmıştır. Ayrıca bulgular jeopolitik gerilimlere rağmen, iki ülke arasında uluslararası ortaklaşa yazılmış en fazla sayıda S&E COVID-19 makalesinin ABD ve Çin'i içerdiği gerçeğini de ortaya koymuştur.

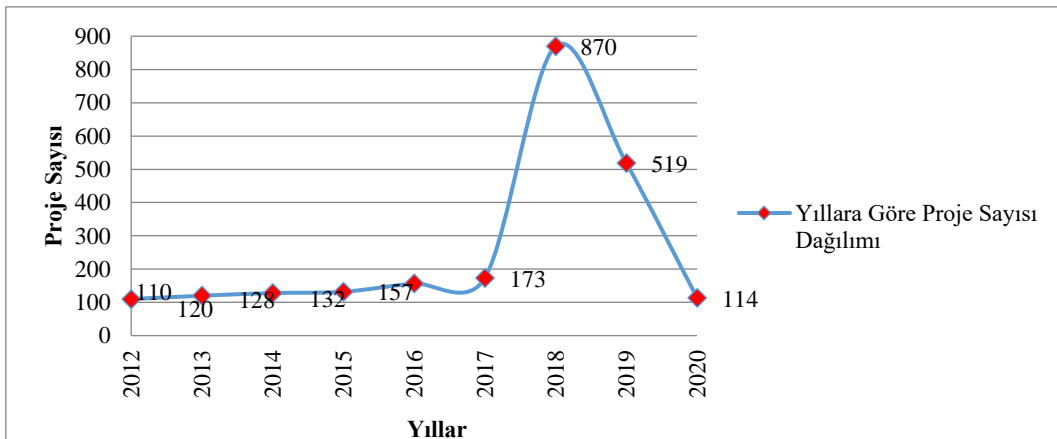
3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Çalışmada veri seti 2012-2020 yılları arasında 193 üniversitenin yürüttüğü 2323 adet TÜBİTAK 1001 projesinden oluşmaktadır. Ağdaki düğümler belirli üniversitelerdeki araştırmacıları temsil etmektedir. Üniversiteler arası işbirliği ağı toplam 193 üniversite (düğüm) ve 2805 ortak işbirliğini (bağlantı) kapsamaktadır. Her düğüm TÜBİTAK 1001 proje işbirliği ağındaki bir üniversiteyi temsil ederken toplam araştırmacı sayısı 8.205'dir.

Yürütülen TÜBİTAK 1001 projelerinin yıllara, üniversitelere ve fakülterele göre dağılımına bakıldığında, şekil 1'de 2012 ve 2020 yılları arasındaki yıllık TÜBİTAK 1001 proje sıklığına bağlı olarak projelerin gelişimi ve evrimi yer almaktadır. Aşağıdaki şekilde projelerin zaman içindeki değişimi yıl yıl işaretlenmiştir.

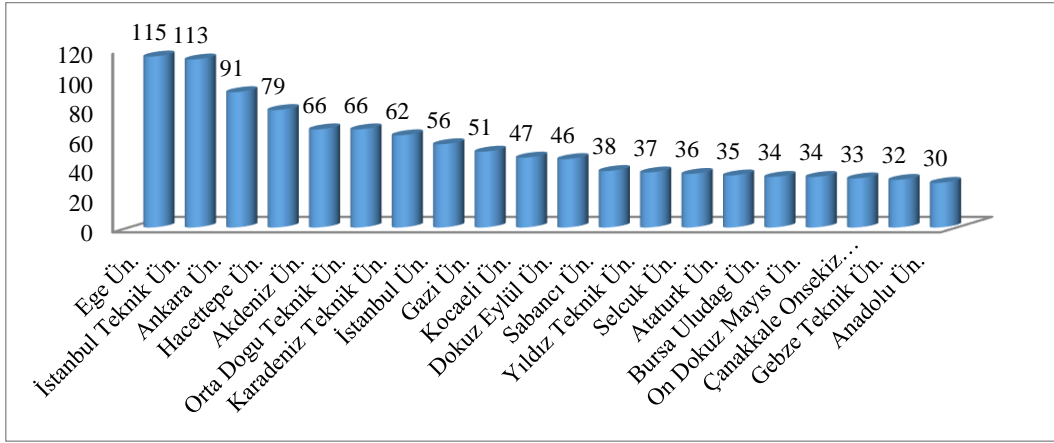
Şekil 1. Yıllara Göre Proje Sayısı Dağılımı



2018 yılında 870 proje yürütülerek proje sayısında büyük bir artış yaşanmıştır. Şekle bakıldığında 2012 ile 2017 yılları arasında küçük dalgalanmalarla ılımlı bir artışın gerçekleştiği ancak 2018 yılında güçlü bir yükselişin olduğu görülmektedir. Örneğin 2017 yılında 173 olan proje sayısı 2018'de 800'ün üzerine çıkmış ve 2020'de keskin bir düşüş yaşayarak yaklaşık 114'e düşmüştür. Bu büyük sıçramadan sonraki verilerde dalgalanmalar görülsede, genel olarak zaman içinde proje sayısında istikrarlı bir artış gerçekleşmiş olup, bu durum gelişimin devam ettiğini doğrular niteliktedir.

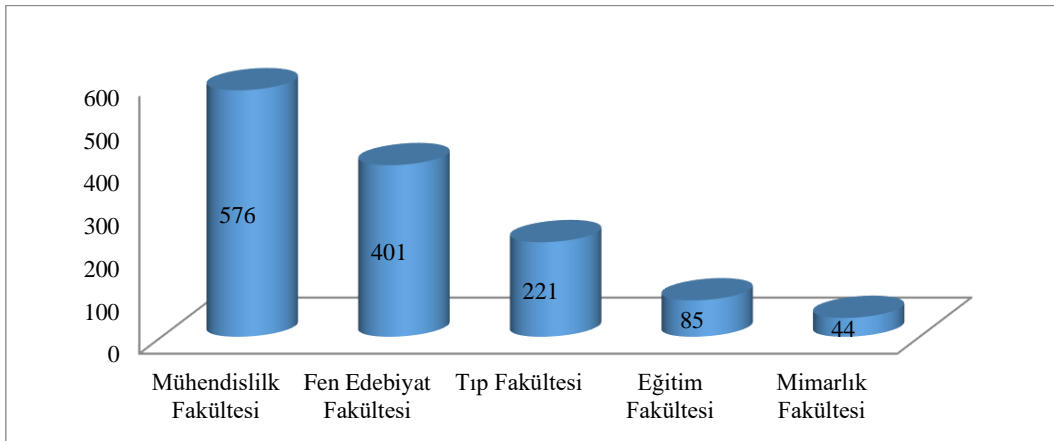
Şekil 2'de TÜBİTAK 1001 projelerinin yürütüldüğü üniversitelerin dağılımları yer almaktadır. En çok projenin yürütüldüğü üniversiteler sırasıyla Ege (% 5,01), İstanbul Teknik (% 4,92), Ankara (% 3,96), Hacettepe (% 3,44), ODTÜ (% 2,87) ve Akdeniz (% 2,87) Üniversiteleridir. Bununla birlikte çok sayıda kurumlar arası işbirlikleri de gözlenmektedir.

Şekil 2. TÜBİTAK 1001 Projelerinde En Üretken Üniversiteler



Aşağıdaki şekil 3'de TÜBİTAK 1001 projelerinin fakülte bazlı dağılımı yer almaktadır. Şekil 3'deki dağılımlara bakıldığında projelerin büyük çoğunluğunun mühendislik fakültesi (%25,10), fen edebiyat fakültesi (%17,48) ve tıp fakültesinden (%9,6) olduğu görülmektedir.

Şekil 3. Proje Sayılarının Fakülte Bazlı Dağılımı



3.2. Metot

İşbirliği birden çok aktör ve bunlar arasındaki ilişkilerden oluşan ortak bir sosyal etkileşimdir. Bu etkileşim ağ grafiğinin düğümleri ve kenarları ile temsil edilebilir. Bu çalışmada işbirlikçi bir topluluğu incelemek için sosyal ağ analizi (SNA) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada araştırmacıların yürüttüğü TÜBİTAK 1001 projelerine dayanarak, bilim adamlarının araştırma işbirliği ağı oluşturulmuştur. Araştırma işbirliği ağının düğümleri

üniversiteleri temsil ederken iki düğüm arasındaki bağlantı, bu bilim adamları arasındaki ortak proje ilişkisini temsil etmektedir.

Bu bağlamda öncelikle ağ yapısı içerisindeki belirli bir düğümün konumu ve durumu üzerinde durulmuştur. Sosyal ağ analizinde belirli bir aktörün önemini ve etkisini tanımlamak için "merkezilik" kavramı kullanılmaktadır. Merkezilik analizi, bilimsel işbirliğinin ağ analizinin odak noktalarından biri haline gelmiştir ve bireylerin işbirliği ağlarında ne tür bir statüye sahip oldukları, bilim adamlarının araştırma işbirliği ağında keşfetmeye başladıkları en eski konulardan biridir. Derece merkeziliği, arasındalık merkeziliği, yakınlık merkeziliği ve özvektör merkeziliği dahil olmak üzere, aktörlerin önemini farklı açılardan değerlendirmek için birçok merkezilik ölçütü tasarlanmıştır.

Derece merkeziliği, sosyal ağdaki merkezi aktörlerin belirlenmesinde kullanılan bir ölçüm yöntemidir. Ağ içindeki aktörlerin sahip olduğu bağlantı sayısı, söz konusu aktörün derece merkeziliği değerini oluşturmaktadır (Prell, 2012, s. 66-68). Bu sonuç düğümün işbirliğinin kapsamını yansıtır.

Derece merkeziliği değeri;

$$CD = \frac{\sum_{j=1}^{|V|} C_D(V^*) - C_D(V_j)}{\max \sum_{j=1}^{|V|} C_D(V^*) - C_D(V_j)} \quad (1)$$

formülü ile hesaplanmaktadır. $C_D(V^*)$ ağ içerisindeki en yüksek derece merkeziliğine sahip düğümü göstermektedir. $C_D(V_j)$ her bir v_j düğümünün merkezilik değerini temsil etmektedir (Demirgil, 2018, s. 39). Yüksek derece merkeziliğine sahip insanlar daha fazla bağa sahip olması nedeniyle bilginin daha hızlı yayıldığına bir göstergesidir (Özman, 2017, s. 226).

Arasındalık merkeziliği, bir düğümün ağdaki iki düğümü bağlayan bir jeodezide kaç kez bulunduğunu ölçmektedir. Arasındalık merkeziyetine sahip olan düğümler, düşük arasındalık merkeziyetine sahip olan düğümlere göre daha fazla ara pozisyona sahiptirler. Bu nedenle ağdaki bilgi akışları üzerinde daha fazla kontrol sahibi olurlar. Arasındalık merkeziliği değeri aşağıdaki şekilde ölçülmektedir:

$$bc_i = \sum_{j < k} (g_i(j, k) / g(j, k)) \quad (2)$$

Burada $g(j, k)$ j ve k arasındaki geodesic bağlantı sayısını, $g_i(j, k)$ ise i aktörüne bağlı olarak jk arasındaki geodesic bağlantı sayısını göstermektedir (Özman, 2017, s. 67). İşbirlikçi ağda arasındalık merkeziliği yüksek olan kurumlar bilgi akışında ve kontrolünde iyi bir aracılık rolü üstlenmektedir.

Yakınlık merkeziliği ise, bir ağdaki düğümün diğer düğümlere olan mesafesini ölçmek için kullanılır. Yakınlık merkeziliği yüksek olan düğümler, bilgiyi daha iyi elde ederken diğer düğümler üzerinde daha doğrudan bir etkiye sahip olma eğilimindedir. İşbirlikçi ağda, bir araştırmacı ile diğeri arasındaki mesafe ne kadar yakınsa, bilgi alışverişi yapmak ve işbirlikçi araştırma ilişkisi kurmak o kadar kolay olur. Yakınlık merkeziliği aşağıdaki şekilde ölçülmektedir (Özman, 2017, s. 66):

$$cc_i = \frac{1}{\sum_j d(i, j)} \quad (3)$$

Yukarıdaki denklemde i ve j düğümleri arasındaki jeodezik mesafe, i düğümü ve j düğümü arasındaki minimum ara bağ sayısını ölçmektedir. İşbirlikçi ağda, bir araştırmacı ile diğeri arasındaki mesafe ne kadar yakınsa, bilgi alışverişi yapmak ve işbirlikçi araştırma ilişkisi kurmak o kadar kolay olur.

Bonacich (1972) özvektör merkeziliğini, bitişik merkezilerin toplamıyla pozitif orantılı olduğunu ve ilişkili öz bileşeni diğer düğümlerden daha yüksek olan bir düğümün daha fazla öz merkezi olacağı şeklinde tanımlamaktadır. Bu "etkinin bir ölçüsüdür". Özvektör merkezi bir düğüm özünde merkezi olan düğümlerle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle "nesnelerin merkezi" şeklindedir (Hanneman ve Riddle, 2005) (Grassi vd., 2007, s. 238). Aşağıdaki şekilde ifade edilmektedir:

$$c_i = \lambda^{-1} \sum_j a_{ij} c_j \quad (4)$$

Burada c_i , i düğümünün merkeziyetini vermektedir. Formül bir düğümün merkeziyetinin, bağlı olduğu düğümlerin merkeziyetlerinin toplamıyla orantılı olduğunu ortaya koymaktadır (Borgatti, 1995, s. 112).

Çalışmada her bir üniversite bir düğüm olarak ele alındığında bu dört merkezilik ölçümünü kurumlar arası analize uygulamak mümkündür. Bu bağlamda üniversitelerin ortak proje işbirliklerine dayanarak, bilim adamlarının araştırma işbirliği ağı oluşturulmuştur. Şeklin her bir düğümü bir üniversiteyi temsil ederken, düğümler arasındaki bağlantılar ise araştırmacılar arasındaki işbirliği ilişkilerini temsil etmektedir. Bilimsel işbirliği UCINET 6.732 ve NetDraw 2.168 yazılımı kullanılarak sosyal ağ analizi yoluyla analiz edilmiştir. Bu kapsamda TÜBİTAK 1001 proje işbirliğini incelemek için merkezilik analizi gibi çeşitli sosyal ağ analizi (SNA) yöntemleri kullanılmıştır.

Özetle, SNA işbirliği özelliklerinin nicel bir ölçüsünü sunan kullanışlı bir tekniktir. Özellikle bağlantı ağırlıklarının dahil edilmesi, akademik bir ağ içindeki aktörler arasındaki işbirliğinin çok daha derinden anlaşılmasına olanak sağlamaktadır.

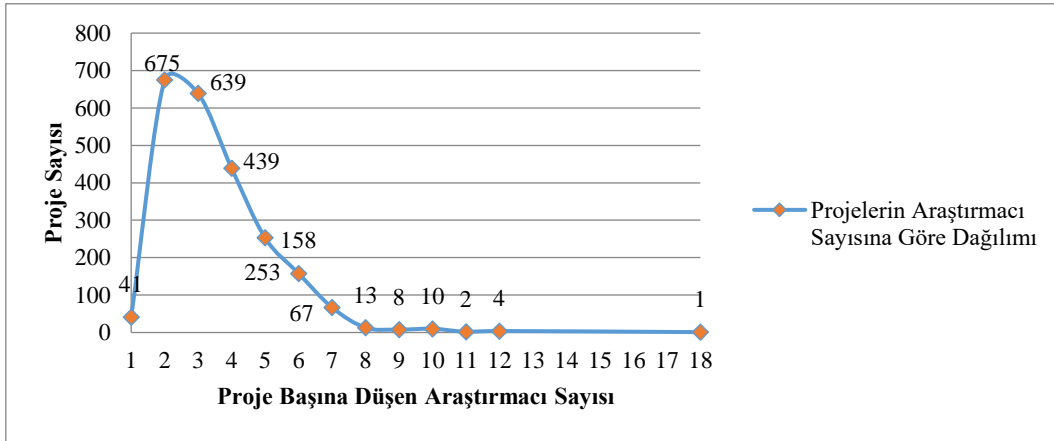
4. ARAŞTIRMANIN BULGULARI

Bu bölümde TÜBİTAK 1001 kapsamında yürütülen projelere ilişkin araştırma bulguları sunulmaktadır. Öncelikle TÜBİTAK 1001 proje işbirlikleri hakkında genel bilgilere yer verilmektedir. Bu bağlamda projelerin araştırmacı sayısına göre dağılımı yer almaktadır. Ardından en çok işbirliği yapan üniversiteler ve bu üniversitelerin güçlü bağlantıları sıralanmıştır. Daha sonrasında ise en güçlü işbirliklerini belirlemek için, her bir üniversite çifti arasındaki işbirliği sıklığı değerlendirilmiştir. Ardından ise TÜBİTAK 1001 proje işbirliği ağlarının mevcut durumu merkezilik ölçümleri ile hesaplanmıştır.

4.1. TÜBİTAK 1001 Proje İşbirlikleri Hakkında Genel Bilgiler

Bu bölümde yürütülen TÜBİTAK 1001 projeleri işbirlikleri hakkında bilgiler yer almaktadır. Öncelikle yürütülen projelerdeki araştırmacıların dağılımı açıklanmaktadır. Aşağıdaki şekil 4 araştırmacı sayısına karşılık proje sıklığını göstermektedir. TÜBİTAK 1001 projeleri kapsamında yürütülen projelerin çoğunun iki araştırmacı (%29,22), üç araştırmacı (%27,66) ve dört araştırmacı projeler (%19) olduğu görülmektedir. Tek araştırmacı projelerin düşük yüzdesi (%1,77) bu alanda yüksek işbirliğine dayalı bir tutum sergilendiğini göstermektedir.

Şekil 4. Projelerin Araştırmacı Sayısına Göre Dağılımı



Ardından aşağıdaki tablo 1'de TÜBİTAK 1001 projeleri kapsamında en çok işbirliği yapan üniversiteler ve bu üniversitelerin güçlü bağlantıları sıralanmıştır. Bu bağlamda aşağıdaki tablo kurumlar arası en fazla işbirliğine sahip üniversiteleri göstermektedir. Bu üniversiteler kurumlar arası işbirliklerinin toplamı ve işbirlikçi üniversiteler ile bağlantı sayısının azalan sırasına göre listelenmiştir.

Tablo 1. En Çok İşbirliği Yapılan 20 Üniversite: Üniversite Adı, İşbirliği Toplamı ve İşbirlikçi Sayısı

Üniversite	İşbirliği Toplamı	İşbirlikçi Sayısı	Üniversite	İşbirliği Toplamı	İşbirlikçi Sayısı
1 İstanbul Ün.	1062	64	21 Ondokuz Mayıs Ün.	233	36
2 Ege Ün.	1036	53	22 Fırat Ün.	225	30
3 İstanbul Teknik Ün.	829	71	23 Namık Kemal Ün.	212	26
4 Ankara Ün.	739	75	24 Selçuk Ün.	204	45
5 Hacettepe Ün.	655	63	25 Çukurova Ün.	189	41
6 Orta Doğu Teknik Ün.	519	72	26 Marmara Ün.	183	42
7 Üniversite Dışı Kurumlar	517	78	27 Eskişehir Osmangazi Ün.	174	34
8 Dokuz Eylül Ün.	489	55	28 Bolu Abant İzzet Baysal Ün.	172	29
9 Akdeniz Ün.	463	47	29 Çanakkale Onsekiz Mart Ün.	166	39
10 Gazi Ün.	367	48	30 Sakarya Ün.	159	31
11 Süleyman Demirel Ün.	334	45	31 Muğla Sıtkı Koçman Ün.	147	30
12 Erciyes Ün.	323	43	32 Mersin Ün.	144	24
13 Karadeniz Teknik Ün.	314	59	33 Manisa Celal Bayar Ün.	137	20
14 Bursa Uludağ Ün.	296	40	34 Recep Tayyip Erdoğan Ün.	135	24
15 İnönü Ün.	292	29	35 Zonguldak Bülent Ecevit Ün.	134	30
16 Aydın Adnan Menderes Ün.	279	31	36 Atatürk Ün.	133	34
17 Anadolu Ün.	267	37	37 Gebze Teknik Ün.	131	32
18 Kocaeli Ün.	267	38	38 Harran Ün.	128	17
19 Yıldız Teknik Ün.	249	42	39 Kahramanmaraş Sütçü İmam Ün.	125	33
20 İstanbul Ün.	1062	64	40 Acıbadem Ün.	123	19

Tablo 1'e bakıldığında İstanbul Üniversitesinin toplam 1062 işbirliği ile bu alanda en işbirlikçi üniversite olduğu görülmektedir. İkinci sırada Ege 1036 işbirliğine sahip olup onu sırasıyla 829, 739 ve 655 işbirliği ile İstanbul Teknik, Ankara ve Hacettepe Üniversitesi takip etmektedir. İşbirliği yapılan üniversiteler açısından ise sıralama farklıdır. Üniversite dışında çalışanlar (diğer kurumlar) ve Ankara ve ODTÜ en fazla işbirlikçiye sahip kurumlardır.

Tablo 2'de ise en güçlü 20 üniversite arası işbirliği gösterilmiştir. En güçlü işbirliklerini (bağlantıları) belirlemek için, her bir üniversite çifti arasındaki işbirliği sıklığı değerlendirilmiştir.

Tablo 2. En Güçlü 20 Üniversite İşbirlikleri: Üniversite, İşbirlikçi Üniversite ve İşbirliklerinin Toplamı

Üniversite	İşbirlikçi Üniversite	İşbirliği Toplamı	Üniversite	İşbirlikçi Üniversite	İşbirliği Toplamı
1 Ege Ün.	Ege Ün.	591	11 Dokuz Eylül Ün.	Dokuz Eylül Ün.	177
2 İstanbul Ün.	İstanbul Ün.	559	12 Erciyes Ün.	Erciyes Ün.	158
3 İstanbul Teknik Ün.	İstanbul Teknik Ün.	446	13 Aydın Adnan Menderes Ün.	Aydın Adnan Menderes Ün.	155
4 Hacettepe Ün.	Hacettepe Ün.	335	14 İnönü Ün.	İnönü Ün.	146
5 Ankara Ün.	Ankara Ün.	261	15 Namık Kemal Ün.	Namık Kemal Ün.	127
6 Akdeniz Ün.	Akdeniz Ün.	243	16 Ondokuz Mayıs Ün.	Ondokuz Mayıs Ün.	124
7 Karadeniz Teknik Ün.	Karadeniz Teknik Ün.	206	17 Kocaeli Ün.	Kocaeli Ün.	121
8 Selçuk Ün.	Selçuk Ün.	204	18 Süleyman Demirel Ün.	Süleyman Demirel Ün.	116
9 ODTÜ	ODTÜ	189	19 Gazi Ün.	Gazi Ün.	114
10 Bursa Uludağ Ün.	Bursa Uludağ Ün.	179	20 Fırat Ün.	Fırat Ün.	113

Ege üniversitesi kendi içerisinde 591 işbirliği ile en sık işbirliğine (bağlantıya) sahip kurumdur ve bunu 559 işbirliği ile İstanbul üniversitesi takip etmektedir. Ardından İstanbul Teknik (446), Hacettepe (335), Ankara (261), Akdeniz (243), Karadeniz Teknik (206), Selçuk (204), ODTÜ (189) ve Bursa Uludağ (179) Üniversitesi gelmektedir.

4.2. İşbirliği Ağlarının Analizi: Merkezilik Hesaplamaları

İşbirliklerin sosyal ağlardaki durumunu yansıtan merkezilik hesaplamaları, ağ analizinde en önemli ölçütlerden biridir. Dört ortak merkezilik ölçüsü vardır. Bunlar derece merkeziliği, arasındalık merkeziliği, yakınlık merkeziliği ve özvektör merkeziliğidir. İşbirlikçi ağlarda bir aktör ile diğerleri arasında doğrudan bir bağlantı varsa o aktör daha büyük haklara sahip merkezi konumdadır. Merkezilik ölçüsü, üniversitelerin ağdaki performanslarına ve rollerine göre değerlendirmek için faydalı bilgiler sağlamaktadır. Aşağıda sırasıyla bu merkezilik ölçümlerinin sonuçları yer almaktadır.

4.2.1. Derece Merkeziliği ve Arasındalık Merkeziliği

Öncelikle ağdaki tüm düğümler için derece merkeziliği ve arasındalık merkeziliği hesaplanmıştır. Bu iki merkezilik ölçümü, araştırma işbirliği ağındaki her bir üniversitenin önemini göstermektedir. Tablo 3'te araştırma kurumları bu merkezilik göstergelerine göre sıralanmıştır. Derece merkeziliği, akademik işbirliğinin genişliğini yansıtır. Arasındalık merkeziliği ise tüm üniversitelerin bilgi yayılımındaki temel konumunu gösterir. Yüksek derece merkeziliğe sahip bilim adamları veya kurumlar, ortak işbirliği ağlarının geliştirilmesinde hayati bir rol oynayabilir.

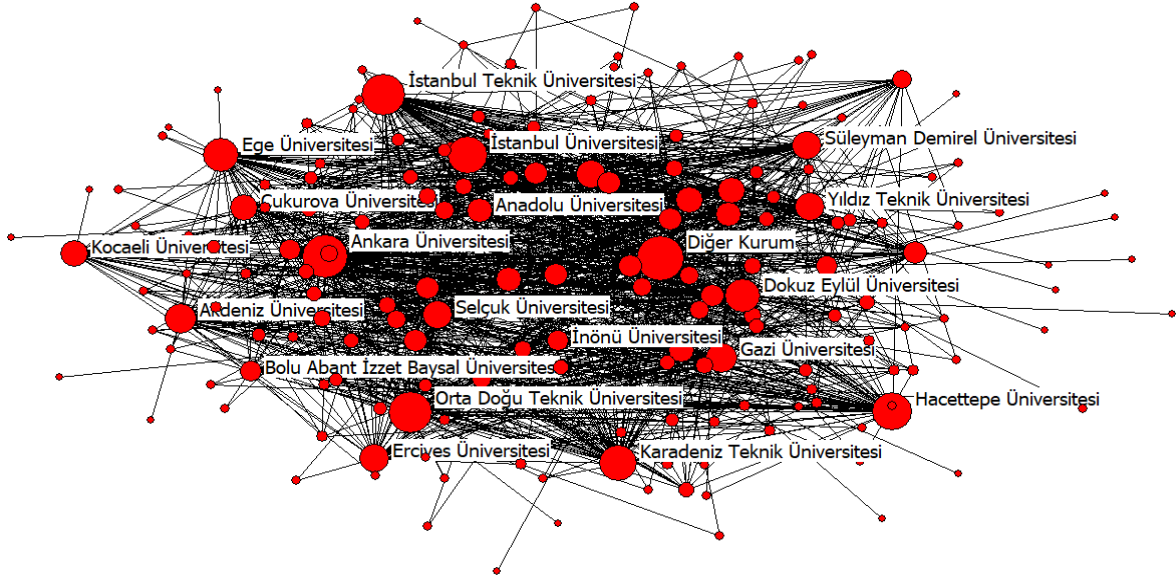
Tablo 3. Derece Merkeziliği ve Arasındalık Merkeziliği En Yüksek Olan İlk 20 Kurum

Üniversite	Derece Merkeziliği	Üniversite	Arasındalık Merkeziliği (normalleştirilmiş)
1 İstanbul Ün.	557.000	1 İstanbul Teknik Ün.	10.609
2 Üniversite Dışı Kurumlar	527.000	2 Orta Doğu Teknik Ün.	9.230
3 Ankara Ün.	496.000	3 Üniversite Dışı Kurumlar	7.671
4 Ege Ün.	454.000	4 Ankara Ün.	7.502
5 İstanbul Teknik Ün.	401.000	5 İstanbul Ün.	6.778
6 Dokuz Eylül Ün.	348.000	6 Hacettepe Ün.	4.827
7 Orta Doğu Teknik Ün.	348.000	7 Ege Ün.	4.408
8 Hacettepe Ün.	338.000	8 Marmara Ün.	3.761
9 Karadeniz Teknik Ün.	288.000	9 Akdeniz Ün.	3.458
10 Gazi Ün.	271.000	10 Karadeniz Teknik Ün.	3.374
11 Akdeniz Ün.	238.000	11 Yıldız Teknik Ün.	3.335
12 Selçuk Ün.	225.000	12 Boğaziçi Ün.	3.048
13 Süleyman Demirel Ün.	218.000	13 Atatürk Ün.	2.997
14 Çukurova Ün.	189.000	14 Süleyman Demirel Ün.	2.864
15 Anadolu Ün.	183.000	15 Bursa Uludağ Ün.	2.745
16 Erciyes Ün.	183.000	16 Fırat Ün.	2.602
17 Yıldız Teknik Ün.	181.000	17 Dokuz Eylül Ün.	2.593
18 Bolu Abant İzzet Baysal Ün.	150.000	18 Çanakkale Onsekiz Mart Ün.	2.540
19 İnönü Ün.	146.000	19 Selçuk Ün.	2.434
20 Kocaeli Ün.	146.000	20 Erciyes Ün.	2.142

Yukarıdaki tabloda TÜBİTAK 1001 proje kapsamında kurumlar arası araştırma işbirliklerinde en aktif üniversiteler sıralanmıştır. Derece merkeziliğine göre İstanbul Üniversitesi, Üniversite Dışı Kurumlar, Ankara Üniversitesi, Ege Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi diğer üniversiteler ile en yüksek ortak işbirliğine sahiptir. Bu nedenle bu üniversiteler ağı diğer üyeleriyle iletişim kurmak için en fazla

sayıda fırsata sahiptir ve ağıın büyümesi ve dinamikleri ile işbirlikçi ekipler oluşturma konusunda en büyük yeteneğe sahiptirler. Genel olarak bakıldığında aktif olan üniversitelerin hem derece merkeziliği hem de arasındalık merkeziliği yüksek puanlara sahiptir. Aşağıdaki şekilde derece merkeziliği yüksek çıkan ilk 20 üniversitenin ağ haritası yer almaktadır.

Şekil 5. Derece Merkeziliği Yüksek Çıkan Üniversitelerin Yapı Haritası



İstanbul Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Üniversite Dışı Kurumlar, Ankara Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Ege Üniversitesi, Marmara Üniversitesi, Akdeniz Üniversitesi ve Karadeniz Teknik Üniversitesi en yüksek arasındalık merkeziliğine sahip kurumlardır. Bu durum İstanbul Teknik Üniversitesinin, rastgele bir üniversite çiftinin en kısa bağlantısı olma olasılığının en yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Arasındalık merkeziliği yüksek olan üniversiteler ağdaki bilgi akışının kontrolünde oldukça etkilidirler. Aşağıdaki şekilde arasındalık merkeziliği yüksek çıkan ilk 20 üniversitenin ağ haritası yer almaktadır.

Şekil 6. Arasındalık Merkeziliği Yüksek Çıkan Üniversitelerin Yapı Haritası



Başka bir deyişle İstanbul Teknik Üniversitesi, TÜBİTAK 1001 proje araştırma işbirliği ağında, farklı üniversiteleri birbirine bağlama konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Bu ağda en yüksek merkeziliğe sahip olan üniversiteler olmadığında işbirlikçi ağ kesintiye uğrayacaktır. Arasındalık merkeziliği yüksek olan üniversitelerde çalışan araştırmacılar, ağın bütünlüğünü korumada araçsal bir rol oynar ve böylece işbirlikçi ilişkileri etkileme gücüne sahiptirler. Ayrıca İstanbul Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi her iki sıralamada da önde yer almaktadır. Bu durum o üniversitelerde çalışan araştırmacıların diğer kurumlardan araştırmacılarla geniş çapta işbirliği kurduğu anlamını taşır.

4.2.2. Yakınlık Merkeziliği ve Özvektör Merkeziliği

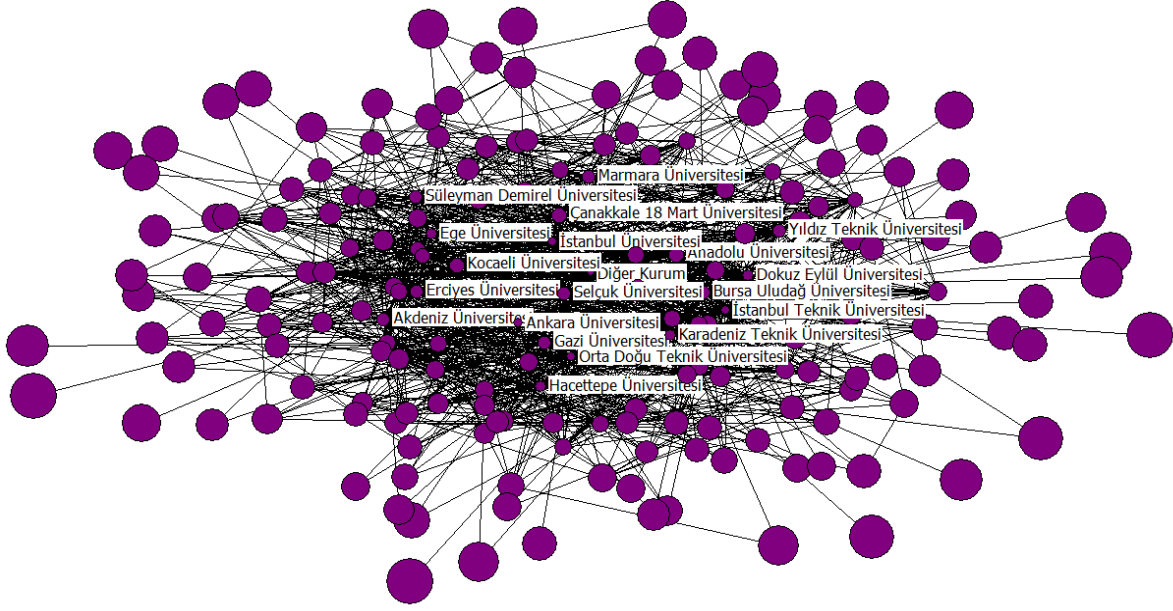
Bir düğümün yakınlık merkezilik indeksi, düğüm ile ağdaki diğer düğümler arasındaki en kısa yolların ortalama uzunluğunu temsil eder. İşbirlikçi bir ağda iki araştırmacı birbirine ne kadar yakınsa bilgi o kadar kolay iletilir ve iki kişinin işbirliği yapma olasılığı o kadar artar. Yakınlık merkeziliği yüksek olan üniversiteler ağda daha fazla etki bırakır ve daha merkezi rol oynar. Ayrıca diğer üniversiteler için daha fazla erişilebilirliğe sahiptirler. Tablo 4’ de araştırma kurumları yakınlık ve özvektör merkezilik göstergelerine göre sıralanmıştır.

Tablo 4. Yakınlık Merkeziliği ve Özvektör Merkeziliği En Yüksek Olan İlk 20 Kurum

Üniversite	Yakınlık Merkeziliği	Üniversite	Özvektör Merkeziliği
1 Üniversite Dışı Kurumlar	0.6	1 Ege Ün.	0.856
2 Ankara Ün.	0.584	2 İstanbul Ün.	0.403
3 Orta Doğu Teknik Ün.	0.58	3 İstanbul Teknik Ün.	0.168
4 İstanbul Teknik Ün.	0.575	4 Dokuz Eylül Ün.	0.136
5 İstanbul Ün.	0.563	5 Ankara Ün.	0.09
6 Karadeniz Teknik Ün.	0.555	6 Üniversite Dışı Kurumlar	0.087
7 Hacettepe Ün.	0.553	7 Manisa Celal Bayar Ün.	0.071
8 Dokuz Eylül Ün.	0.552	8 Acıbadem Ün.	0.066
9 Ege Ün.	0.536	9 Aydın Adnan Menderes Ün.	0.056
10 Akdeniz Ün.	0.532	10 Akdeniz Ün.	0.053
11 Selçuk Ün.	0.532	11 İzmir Katip Çelebi Ün.	0.047
12 Yıldız Teknik Ün.	0.53	12 Harran Ün.	0.045
13 Erciyes Ün.	0.529	13 İstanbul Ün.-Cerrahpaşa	0.041
14 Süleyman Demirel Ün.	0.522	14 Anadolu Ün.	0.039
15 Gazi Ün.	0.52	15 Hacettepe Ün.	0.039
16 Bursa Uludağ Ün.	0.519	16 Süleyman Demirel Ün.	0.038
17 Marmara Ün.	0.519	17 Orta Doğu Teknik Ün.	0.033
18 Çanakkale Onsekiz Mart Ün.	0.518	18 Karadeniz Teknik Ün.	0.032
19 Kocaeli Ün.	0.516	19 Zonguldak Bülent Ecevit Ün.	0.032
20 Anadolu Ün.	0.515	20 Bursa Uludağ Ün.	0.031

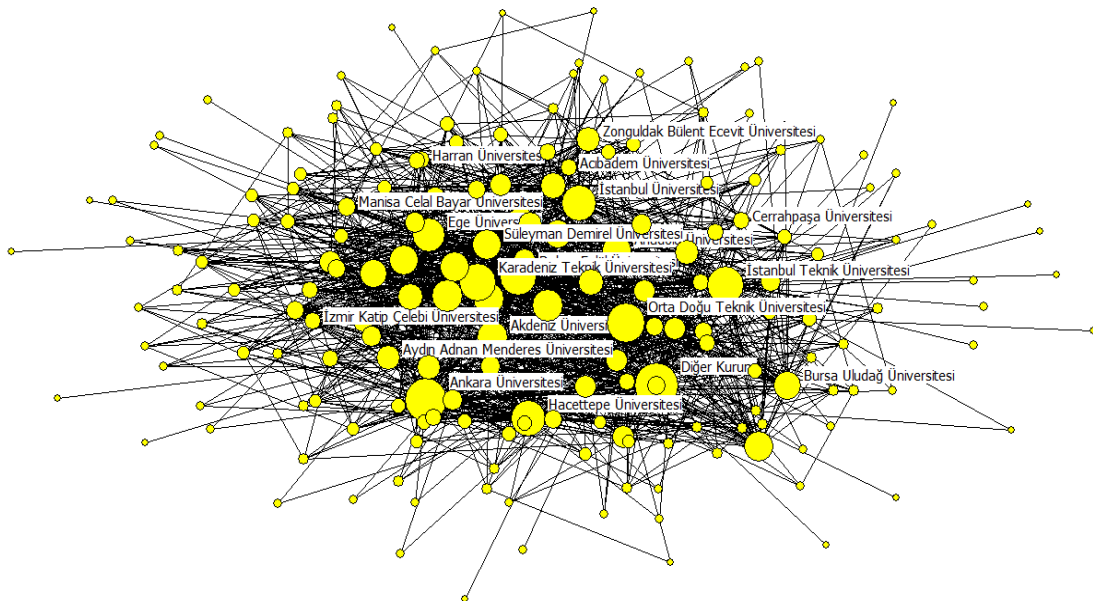
Tablo 4’e bakıldığında Üniversite Dışı Kurumlar, Ankara Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ege Üniversitesi ve Akdeniz Üniversitesinin en yüksek yakınlık merkeziliğine sahip kurumlar olduğu tespit edilmiştir. Bu düğümler ağdaki diğer üniversitelere kısa bir mesafede yer almaktadır. Yakınlık merkeziliği en yüksek olan üniversiteler çok sayıda araştırmaya katkıda bulunurken aynı zamanda tüm ağ içinde merkezi bir konumda yer almaktadır. En yüksek yakınlık merkeziliğine sahip olan üniversiteler, aralarında daha az aracı olması nedeniyle bilgiye diğerlerinden daha hızlı bir şekilde erişebilmektedir. Aşağıdaki şekilde yakınlık merkeziliği yüksek çıkan ilk 20 üniversitenin ağ haritası yer almaktadır.

Şekil 7. Yakınlık Merkeziliği Yüksek Çıkan Üniversitelerin Yapı Haritası



Diğer bir merkezilik endeksi, bir düğümün ağdaki daha güçlü ve etkili düğümlerle iletişim açısından önemini değerlendiren özvektör derecesidir. Tablo 4’de özvektör merkeziliğine bakıldığında Ege Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ankara Üniversitesi, Üniversite Dışı Kurumlar, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Acıbadem Üniversitesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi ve Akdeniz Üniversitesinin en fazla ortak işbirliğine sahip olduğu ve bunun yanı sıra işbirliği ağındaki güçlü düğümlerle (üniversiteler) sıklıkla işbirliği yaptığını söylemek mümkündür. Özvektör merkeziliği, genel bilimsel ağın küresel yapısı içindeki en merkezi üniversiteleri belirlememize yardımcı olur. Aşağıdaki şekilde özvektör merkeziliği yüksek çıkan ilk 20 üniversitenin ağ haritası yer almaktadır. Düğümlerin boyutu özvektör merkeziliğinin seviyesini göstermektedir. Özvektör merkeziliği ne kadar yüksek olursa düğüm de o kadar büyüktür.

Şekil 8. Özvektör Merkeziliği Yüksek Çıkan Üniversitelerin Yapı Haritası



4.3. Merkezilik Değerleri Yüksek Çıkan Üniversitelerin Sınıflandırılması

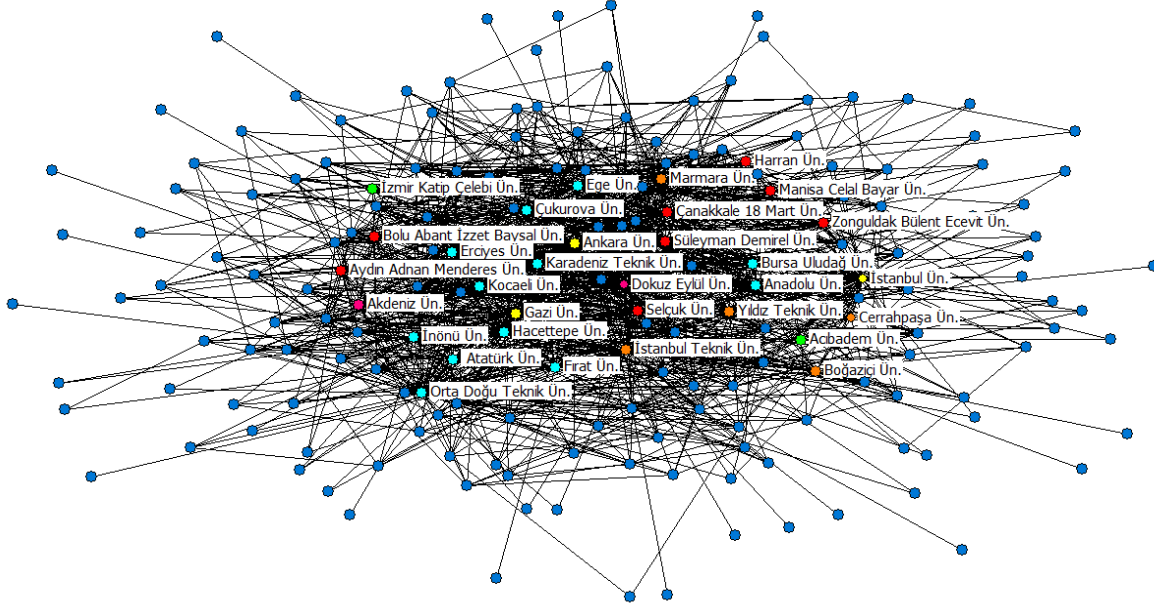
Türk yükseköğretiminde belirgin yapısal değişiklikleri ifade etmekte olan dönemler eğitimciler ve eğitim tarihi üzerine çalışan aydınlar tarafından farklı şekillerde ele alınsada, genellikle 1923-1946 dönemi; 1946-1981 dönemi ve 1981 sonrası dönem şeklinde sınıflandırılmaktadır. 1992 yılı Türkiye’de 24 üniversitenin bir günde kurulduğu yıl olması açısından önemlidir. 1’i vakıf, 23’ü devlet üniversitesi olan bu yükseköğretim kurumları farklı bölgelerde ve çoğunluğu orta büyüklükteki şehirlerde kurulmuştur. Kurulan bu üniversitelerle birlikte 1992 yılı sonunda Türkiye’de kurulmuş olan üniversite sayısı 53’e yükselmiştir. 1992 yılından sonra 2006 yılı da üniversiteleşme açısından önem taşıyan bir yıl olarak önem kazanmaktadır. Zira 2006 yılı 1992 yılı gibi yeni üniversitelerin bir anda kurulduğu bir yıldır. 01.03.2006 gün ve 5467 Sayılı Yasa ile Türkiye’nin farklı bölgelerinde 15 üniversite kurulmuştur. Aşağıdaki tabloda merkezilik değerleri yüksek çıkan üniversiteler kuruluş tarihlerine göre sıralanmıştır.

Tablo 5. Merkezilik Değerleri Yüksek Çıkan Üniversitelerin Kuruluş Yılları

Üniversite	Kuruluş Tarihi	Üniversite	Kuruluş Tarihi
1 İstanbul Teknik Ün.	1773	17 Fırat Ün.	1975
2 Cerrahpaşa Üniversitesi	1773	18 İnönü Ün.	1975
3 Boğaziçi Ün.	1863	19 Kocaeli Ün.	1976
4 Marmara Ün.	1883	20 Erciyes Ün.	1978
5 Yıldız Teknik Ün.	1911	21 Akdeniz Ün.	1982
6 Gazi Ün.	1926	22 Dokuz Eylül Ün.	1982
7 İstanbul Üniversitesi	1933	23 Aydın Adnan Menderes Ün.	1992
8 Ankara Ün.	1946	24 Bolu Abant İzzet Baysal Ün.	1992
9 Ege Ün.	1955	25 Çanakkale Onsekiz Mart Ün.	1992
10 Karadeniz Teknik Ün.	1955	26 Harran Ün.	1992
11 Orta Doğu Teknik Ün.	1956	27 Manisa Celal Bayar Un	1992
12 Atatürk Ün.	1957	28 Selçuk Ün.	1992
13 Anadolu Ün.	1958	29 Süleyman Demirel Ün.	1992
14 Hacettepe Ün.	1967	30 Zonguldak Bülent Ecevit Ün.	1992
15 Çukurova Ün.	1973	31 Acıbadem Un	2007
16 Bursa Uludağ Ün.	1975	32 İzmir Katip Çelebi Ün.	2010

Türkiye’deki üniversitelerin gelişim süreci sayısal veriler göz önüne alınarak incelendiğinde görülmektedir ki üniversite sayısında artış daha ziyade 1950 yılından sonra gerçekleşmiştir. Aşağıdaki şekilde merkezilik değerleri yüksek üniversitelerin kuruluş yıllarına göre ağ haritası yer almaktadır. Şekilde 1923 öncesi kurulan üniversiteler turuncu, 1923-1950 döneminde kurulan üniversiteler sarı, 1950-1980 döneminde kurulan üniversiteler mavi, 1980-1990 döneminde kurulan üniversiteler mor, 1990-2006 yılları arasında kurulan üniversiteler kırmızı ve 2006 sonrasında kurulan üniversiteler ise yeşil ile gösterilmektedir.

Şekil 9. Merkezilik Değerleri Yüksek Çıkan Üniversitelerin Kuruluş Yıllarına Göre Ağ Haritası

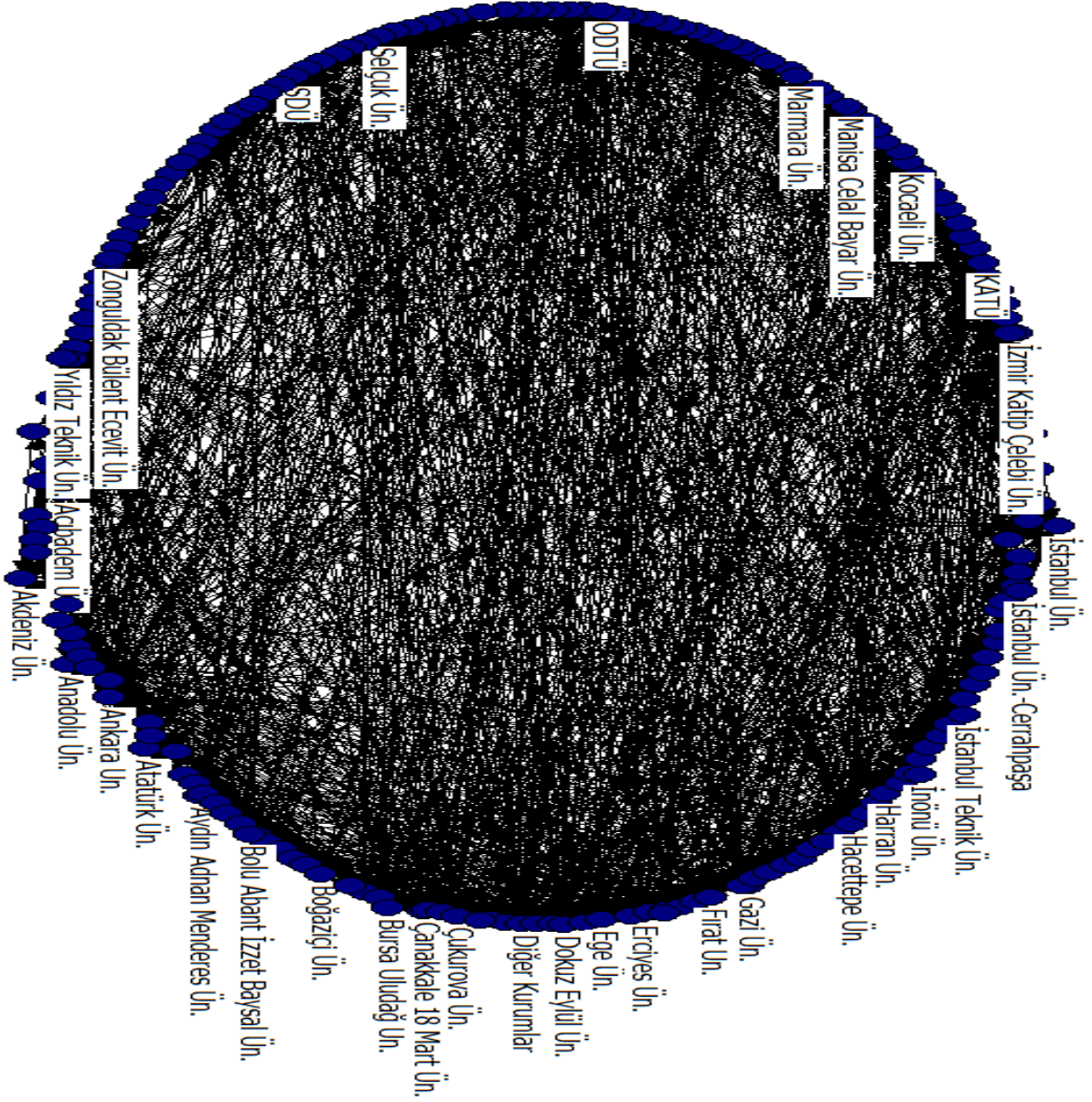


TÜBİTAK 1001 proje işbirliği ağına yürütücülerin cinsiyet dağılımlarına bakıldığında %66,6'sının erkek (1488), %33,4'ünün ise kadın (746) olduğu tespit edilmiştir.

4.4. TÜBİTAK 1001 Proje İşbirliği Ağına Genel Yapı Haritası

Şekil 10'da bilimsel işbirliği ağı haritası yer almaktadır. Görselde her düğüm bir üniversiteyi temsil eder ve iki düğüm arasındaki bağlantılar iki üniversite arasındaki ortak işbirliğini belirtir. Şekil Netdraw'ın çok boyutlu ölçekleme ve sıralama aracı kullanılarak oluşturulmuştur. Bu araç, güçlü bir şekilde bağlantı varsa ya da daha fazla işbirliği kurulmuşsa düğümleri birbirine daha yakın konumlandırırken, zayıf bağlantılıysa veya daha az işbirliği yapılmışsa düğümleri birbirinden daha uzağa konumlandırır ağ haritaları oluşturur (Everett ve Borgatti, 2013). Bağların gücünü daha da görselleştirmek için daha fazla işbirliği yapan üniversiteleri birbirine bağlayan çizgiler daha kalın çizilirken, daha az işbirliği yapan üniversiteleri temsil eden bağlantılar daha ince çizgilerle ağırlıklandırılmıştır. Bağlantıların kalınlığı, bağlandığı üniversiteler arasındaki işbirliklerinin gücünü temsil etmektedir.

Şekil 10. TÜBİTAK 1001 Proje İşbirliği Ağının Yapı Haritası



Ağın genel yapısı toplam 193 üniversite (düğüm) ve 2805 ortak işbirliği (bağlantı) içermektedir. Şekil 10'da gösterildiği üzere Ege Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Diğer Kurum, Dokuz Eylül Üniversitesi, Akdeniz Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi TÜBİTAK 1001 proje araştırmalarında birbirleriyle yüksek düzeyde işbirliğine sahip kurumlardır.

Ağdaki bağlantı sayısının olası bağlantılara oranı yoğunluk ölçüsünü gösterir ve her zaman sıfır ile bir arasında bir değerdir. Yoğunluk değerleri seyrek ağlarda sıfıra, sıkı bağlı ağlarda bire yaklaşma eğilimindedir. Ağ yoğunluğu 0,3185' dir. İşbirliği ağında ağ yoğunluğu düşüktür. Bu da araştırmacılar arasındaki işbirliğinin ve kurumlar arasındaki ilişkinin yeterince sıkı olmadığı anlamına gelmektedir.

5. SONUÇ

Bu makalenin amacı, TÜBİTAK 1001 projelerine ilişkin verilere dayanarak Türkiye'deki üniversitelerdeki araştırmacılar arasındaki işbirliği modellerini tanımlamak ve önemli pozisyonda yer alan üniversitelerin tespit edilmesidir. Bulgulara bakıldığında genel olarak zaman içinde proje sayısında istikrarlı bir artış gerçekleşmiş olup, bu durum gelişimin devam ettiğini doğrular niteliktedir. En çok projenin yürütüldüğü üniversiteler sırasıyla Ege (%5,01), İstanbul Teknik (%4,92), Ankara (%3,96), Hacettepe (%3,44), ODTÜ (%2,87) ve Akdeniz (%2,87) Üniversiteleridir. Bununla birlikte çok sayıda kurumlar arası işbirlikleri de gözlenmiştir. Projelerin büyük çoğunluğunun mühendislik fakültesi (%25,10), fen edebiyat fakültesi (%17,48) ve tıp fakültesinden (%9,6) olduğu görülmüştür. Yürütülen projelerin çoğunun iki araştırmacılı (%29,22), üç araştırmacılı (%27,66) ve dört araştırmacılı projeler (%19) olduğu tespit edilmiştir. Tek araştırmacılı projelerin düşük yüzdesi (%1,77) bu alanda yüksek işbirliğine dayalı bir tutum sergilendiğini göstermektedir.

En çok işbirliği yapılan üniversitelere bakıldığında İstanbul Üniversitesinin toplam 1062 işbirliği ile bu alanda en işbirlikçi üniversite olduğu söylenebilir. En güçlü işbirliklerine bakıldığında ise Ege üniversitesinin kendi içerisinde 591 işbirliği ile en sık işbirliğine (bağlantıya) sahip kurum olduğu görülmüştür ve bunu 559 işbirliği ile İstanbul üniversitesi takip etmiştir.

İşbirliklerin sosyal ağlardaki durumunu yansıtan merkezilik hesaplamaları ise, ağ analizinde en önemli ölçütlerden biridir. Merkezilik ölçüsü, üniversitelerin ağdaki performanslarına ve rollerine göre değerlendirmek için faydalı bilgiler sağlamaktadır. Çalışmada dört adet merkezilik ölçümü hesaplanmıştır. Bunlar derece merkeziliği, arasındalık merkeziliği, yakınlık merkeziliği ve özvektör merkeziliğidir.

Derece merkeziliği, merkezi bir düğüme bağlanan düğümlerin sayısına eşittir. Bir araştırmacı en yüksek derecede merkeziliğe sahipse, işbirliği ağındaki merkezi araştırmacı olarak kabul edilir. Derece merkeziliği sonuçlarına bakıldığında İstanbul Üniversitesi, Üniversite Dışı Kurumlar, Ankara Üniversitesi, Ege Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi diğer üniversiteler ile en yüksek ortak işbirliğine sahip kurumlar olduğu görülmüştür.

İşbirlikçi ağlarda bir aktör iki nokta arasındaysa, o aktör önemli konumdadır. Arasındalık merkeziliği, belirli bir düğümden geçen en kısa yolların sayısıdır. En yüksek arasındalık merkeziliğine sahip kurumlar ise İstanbul Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Üniversite Dışı Kurumlar, Ankara Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Ege Üniversitesi, Marmara Üniversitesi, Akdeniz Üniversitesi ve Karadeniz Teknik Üniversitesi'dir. Bu durum İstanbul Teknik Üniversitesinin, rastgele bir üniversite çiftinin en kısa bağlantısı olma olasılığının en yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Çalışmada arasındalık merkeziliği yüksek olan üniversitelerin araştırma için daha fazla kaynağa sahip olduğunu ve kontrol ettiğini söylemek mümkündür.

Belirli bir düğümün yakınlık merkeziliği ise bu düğümden diğer tüm düğümlere olan toplam uzaklığın tersine eşittir. Bu nedenle bir düğüm diğer tüm düğümlere ne kadar yakınsa yakınlık merkeziliği o kadar yüksek olur. Yakınlık merkeziliğine bakıldığında Üniversite Dışı Kurumlar, Ankara Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ege Üniversitesi ve Akdeniz Üniversitesinin en yüksek yakınlık merkeziliğine sahip kurumlar olduğu tespit edilmiştir. En yüksek yakınlık merkeziliğine sahip olan araştırmacılar diğer araştırmacılara en kısa bağlantı yolu ile ulaşabilir ve diğer araştırmacılara kıyasla araştırma işbirliği ağının merkezinde yer alır.

Son olarak özvektör merkeziliğine bakıldığında ise Ege Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Ankara Üniversitesi, Üniversite Dışı Kurumlar, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Acıbadem Üniversitesi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi ve Akdeniz Üniversitesinin en fazla ortak işbirliğine sahip olduğu ve işbirliği ağındaki güçlü düğümlerle (üniversiteler) sıklıkla işbirliği yaptığını söylemek mümkündür.

TÜBİTAK 1001 Proje İşbirliği Ağının genel yapısına bakıldığında Ege Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Diğer Kurum, Dokuz Eylül Üniversitesi, Akdeniz Üniversitesi ve Gazi Üniversitesi TÜBİTAK 1001 proje araştırmalarında birbirleriyle yüksek düzeyde işbirliğine sahip kurumlardır. TÜBİTAK 1001 proje işbirliği ağında

yürütücülerin cinsiyet dağılımlarının ise % 66,6 erkek (1488), % 33,4'ünün ise kadın (746) olduğu tespit edilmiştir. Ağın yoğunluğu 0,3185'dir. Yani ağdaki tüm potansiyel ilişkilerin % 31,85' i gerçekleşmiştir.

Sonuç olarak, bilimsel işbirlikleri ağlarının özelliklerini keşfetmeyi ve tanımlamayı amaçlayan bu araştırma sonuçlarının planlamacılara, politika yapıcılara ve araştırmacılara işbirliği ağlarına ve bilimsel işbirliklerine katılımı etkileşimlerini artırmada yardımcı olabileceği umulmaktadır. Metodolojik açıdan, önerilen algoritma ile sosyal ağ görselleştirme tekniklerinin kullanılması, işbirliği ağ konfigürasyonlarının grafiğini çıkarmak için ideal olduğunu kanıtlamaktadır.

Bu çalışmanın verileri TÜBİTAK 1001 projeleri ile sınırlıdır. Gelecekteki çalışmaların diğer TÜBİTAK proje türlerinde yapılması ve sonuçlarının mevcut çalışma sonuçlarıyla karşılaştırılması önerilmektedir. Ayrıca çalışmanın verileri 2012-2020 dönemi ile ilgilidir. Gelecekteki araştırmalar için farklı iki dönemin seçilmesi ve karşılaştırması önerilmektedir. Bu bağlamda merkezilik rolünün zaman içinde değişip değişmediğini ve nasıl değiştiğini araştırmak da önemli sonuçlar elde edilmesini sağlayabilir.

YAZARIN BEYANI

Katkı Oranı Beyanı: Yazar, çalışmanın tümüne tek başına katkı sağlamıştır.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

KAYNAKÇA

- Abbasi, A. ve Altmann, J. (2011). On the correlation between research performance and social network analysis measures applied to research collaboration networks. *011 44th Hawaii International Conference on System Sciences* (s. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/HICSS.2011.325>
- Abraham, A., Hassanien, A. E. ve Snášel, V. (Eds.). (2009). *Computational social network analysis: Trends, tools and research advances*. Springer Science & Business Media.
- Barnett, G. A., Park, H. W., Jiang, K., Tang, C. ve Aguillo, I. F. (2014). A multi-level network analysis of web-citations among the world's universities. *Scientometrics*, 99(1), 5–26. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1070-0>
- Bonacich, P. (1972). Factoring and weighting approaches to status scores and clique identification. *Journal of mathematical sociology*, 2(1), 113-120. <https://doi.org/10.1080/0022250X.1972.9989806>
- Borgatti, S. P. (1995). Centrality and AIDS. *Connections*, 18(1), 112-114. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2004.11.008>
- Chen, Y. Y., LI, X. Y. ve BU, L. L. (2018). Research on scientific collaboration behavior based on centrality and cohesive subgroup analysis. *DEStech Transactions on Computer Science and Engineering*, (icmsa). <https://doi.org/10.12783/dtcse/icmsa2018/23267>
- Demirgil, H. (2018). Süleyman Demirel Üniversitesi yayınlarında bilimsel yoğunlaşma alanları ve bibliyometrik ağ analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi*, 13(2), 36-53. <https://doi.org/10.29233/sdufeffd.375482>
- Everett, M. G. ve Borgatti, S. P. (2013). The dual-projection approach for two-mode networks. *Social networks*, 35(2), 204-210. <https://doi.org/10.1016/j.socnet.2012.05.004>
- Ferligoj, A., Kronegger, L., Mali, F., Snijders, T. A. ve Doreian, P. (2015). Scientific collaboration dynamics in a national scientific system. *Scientometrics*, 104(3), 985-1012. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1585-7>
- Frenken, K., Van Oort, F. ve Verburg, T. (2007). Related variety, unrelated variety and regional economic growth. *Regional Studies*, 41, 685–697. <https://doi.org/10.1080/00343400601120296>
- Grassi, R., Stefani, S. ve Torriero, A. (2007). Some new results on the eigenvector centrality. *Mathematical Sociology*, 31(3), 237-248. <https://doi.org/10.1080/00222500701373251>

- Hanneman, R. A. ve Riddle, M. (2005). *Introduction to social network methods*.
- Hara, N., Solomon, P., Kim, S. L. ve Sonnenwald, D. H. (2003). An emerging view of scientific collaboration: Scientists' perspectives on collaboration and factors that impact collaboration. *Journal of the American Society for Information science and Technology*, 54(10), 952-965. <https://doi.org/10.1002/asi.10291>
- Iglič, H., Doreian, P., Kronegger, L. ve Ferligoj, A. (2017). With whom do researchers collaborate and why?. *Scientometrics*, 112(1), 153-174. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2386-y>
- Isfandyari-Moghaddam, A., Saberi, M. K., Tahmasebi-Limoni, S., Mohammadian, S. ve Naderbeigi, F. (2021). Global scientific collaboration: A social network analysis and data mining of the co-authorship networks. *Journal of Information Science*, 1(16), 1-16. <https://doi.org/10.1177/01655515211040655>
- Katz, J. ve Martin, B. (1997). 'What is research collaboration?', *Research Policy*, 26(1), 1-18. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(96\)00917-1](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00917-1)
- Lee, J. J. ve Haupt, J. P. (2021). Scientific collaboration on COVID-19 amidst geopolitical tensions between the US and China. *The Journal of Higher Education*, 92(2), 303-329. <https://doi.org/10.1080/00221546.2020.1827924>
- Matveeva, N. ve Ferligoj, A. (2020). Scientific collaboration in Russian universities before and after the excellence initiative Project 5-100. *Scientometrics*, 124(3), 2383-2407. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03602-6>
- Meng, J. ve Guo, J. (2015). Analysis of researcher co-authorship network. *2015 IEEE 29th International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops* (s. 283-286). <https://doi.org/10.1109/WAINA.2015.63>
- Mohammadian, S. ve Vaziri, E. (2017). Analysis and visualization of scientific collaboration of Iran universities of medical sciences using social network analysis metrics based on Web of Science database. *Tehran University of Medical Sciences*, 11(1), 43-56.
- Niu, F. ve Qiu, J. (2014). Network structure, distribution and the growth of Chinese international research collaboration. *Scientometrics*, 98(2), 1221-1233. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1170-x>
- Özman, M. (2017). *Strategic management of innovation networks*. Cambridge University Press.
- Persson, O., Melin, G., Danell, R. ve Kaloudis, A. (1997). Research collaboration at Nordic universities. *Scientometrics*, 39(2), 209-223. <https://doi.org/10.1007/bf02457449>
- Prell, C. (2012). *Social network analysis: History theory and methodology*. Los Angeles etc.
- Sala, F. G., Osca-Lluch, J. ve Peñaranda-Ortega, M. (2021). Evolution of scientific collaboration within Spanish Psychology between 1970 and 1989. *Actas Luso-Españolas de Neurología, Psiquiatría y Ciencias Afines*, 2(8), 7. <https://doi.org/10.6018/analesps.474391>
- Schlattmann, S. (2017). Capturing the collaboration intensity of research institutions using social network analysis. *Procedia Computer Science*, 106, 25-31. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.03.005>
- Wu, Y. ve Duan, Z. (2015). Social network analysis of international scientific collaboration on psychiatry research. *International Journal of Mental Health Systems*, 9(1), 1-10 <https://doi.org/10.1186/1752-4458-9-2>
- Wu, Y. ve Jin, X. (2016). Analysis of scientific collaboration in Chinese psychiatry research. *BMC Psychiatry*, 16(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s12888-016-0870-1>
- Xue, W., Li, H., Ali, R. ve Rehman, R. U. (2020). Knowledge mapping of corporate financial performance research: A visual analysis using cite space and ucinet. *Sustainability*, 12(9), 3554. <https://doi.org/10.3390/su12093554>
- Ye, Q., Song, H. ve Li, T. (2012). Cross-institutional collaboration networks in tourism and hospitality research. *Tourism Management Perspectives*, 2, 55-64. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2012.03.002>