

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ÜNİVERSİTELER ARASI AKADEMİK İŞBİRLİKLERİNİN SOSYAL AĞ
OLARAK MODELLENMESİ VE ANALİZ EDİLMESİ**

KENAN İNCE

**DOKTORA TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

OCAK 2018

Tezin Başlığı : Üniversiteler Arası Akademik İşbirliklerinin Sosyal Ađ Olarak
Modellenmesi ve Analiz Edilmesi

Tezi Hazırlayan : Kenan İNCE

Sınav Tarihi : 04.01.2018

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim
Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jüri yeleri

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Ali KARCI**
İnönü Üniversitesi



Prof. Dr. Muhammet Ali AK AYOL
Gazi Üniversitesi



Doç. Dr. Bilal ALATAř
Fırat Üniversitesi



Doç. Dr. Davut HANBAY
İnönü Üniversitesi



Doç. Dr. M. Fatih TALU
İnönü Üniversitesi



Prof. Dr. Halil İbrahim ADIGÜZEL
Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Doktora Tezi olarak sunduğum “Üniversiteler Arası Akademik İşbirliklerinin Sosyal Ağ Olarak Modellenmesi ve Analiz Edilmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

KENAN İNCE

ÖZET

Doktora Tezi

ÜNİVERSİTELER ARASI AKADEMİK İŞBİRLİKLERİNİN SOSYAL AĞ OLARAK MODELLENMESİ VE ANALİZ EDİLMESİ

Kenan İNCE

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Bilgisayar Mühendisliği Anabilim Dalı

84 + xii sayfa

2018

Danışman: Prof. Dr. Ali KARCI

Hızla gelişen teknoloji ve insan ihtiyaçları ile birlikte, insanların karşılaştıkları problemler her geçen gün daha da karmaşıklaşmaktadır. Bu karmaşıklaşan problemlerin çözümü de bir kişinin bilgi birikimi ile çözemeyeceği hale gelmektedir. Bu sebeple, özellikle üniversiteler gibi araştırma ve geliştirme (AR-GE) kurumlarının gerek aynı kurumda gerekse de farklı kurumlarda görev yapan araştırmacıların işbirlikleri önem kazanmıştır. Bu şekilde yapılan çalışmalar akademik işbirliği ağları olarak isimlendirilmektedir. Akademik işbirliği ağları, gelişen sosyal ağlar statüsündedir ve sosyal ağ analizi (SNA – social network analysis) kapsamında incelenmektedir. Sosyal ağlarda olduğu gibi, işbirliği ağlarında da en çok kullanılan modelleme aracı çizgelerdir.

Sosyal ağlar konusunda, en çok kullanılan modelleme aracı çizgelerdir. Modelleme, büyük veri kümelerinin yazılım teknolojileri kullanarak, kolayca anlaşılabilir diyagram, şekil, yazı ve semboller ile ifade edilmesidir. Farklı veri türleri farklı topolojiler kullanılarak modellenmektedir. Aktörler ve bu aktörler arasındaki ilişkileri konu alan birçok alan gibi, bir tür sosyal ağ olan işbirlikleri analizi de çizge olarak modellenmekte ve matematiksel olarak ifade edilmektedir.

Bu tez çalışmasının amacı, Türkiye üniversiteleri arasındaki akademik işbirliklerini çizge kullanarak modellemek ve üretilen modeller üzerinden analizler çıkarmaktır. Modellemede kullanılan veri, en büyük akademik veri tabanlarından biri olan Web of Science (WOS) veri tabanından, geliştirilen bir uygulama ile çekilmiştir. Elde edilen veri yazar, kurum, yayın merkezinde ilişkisel bir veri tabanı olarak kaydedilmiştir. Veri tabanında bulunan kayıtlar, sorgulanarak istenilen analizler çıkarılmıştır. Ayrıca, spektral çizge bölüntüleme yöntemi ile Türkiye üniversitelerinin işbirlikleri konusunda nasıl bir kümeleme gösterdikleri incelenmiştir. Bu yapılan çalışmada oluşan kümelerde görülen veri kayıplarından dolayı, bölgesel bazda bir bakıma topluluk keşfi yapılmış ve topluluk keşfinde gürültü temizleme işlemi yapan bir algoritma önerilmiştir.

ANAHTAR KELİMELEER: Sosyal ağlar, Akademik işbirlikleri, Çizge, Spektral çizge bölüntüleme, İşbirliği çizgeleri, Topluluk keşfi

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

MODELING AND ANALYZING OF ACADEMIC COLLABORATION of UNIVERSITIES as SOCIAL NETWORK

Kenan İNCE

İnönü University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Computer Engineering

84 + xii pages

2018

Supervisor: Prof. Dr. Ali KARCI

Together with rapidly evolving technology and human needs, the problems faced by people are becoming increasingly complex. The solution of this complicated problem becomes one that an individual cannot solve with knowledge. For this reason, the collaboration of research and development institutions (R&D), especially universities, as well as researchers working in different institutions have gained importance. The work done in this way is called as academic collaboration networks. Academic collaboration networks are in the status of developing social networks and are being studied within the scope of social network analysis (SNA). As for the social networking, the most commonly used modeling tool is the graphs, so the collaboration networks too.

As for social networks, the most commonly used modeling tools are the graphs. Modeling is the expressing of large data sets using easily understandable diagrams, shapes, texts and symbols using software technologies. Different data types are modeled using different topologies. Like many other fields that deal with the relationship between actors and these actors, the analysis of collaboration, is modeled as a graph and expressed mathematically.

The aim of this thesis is to model the academic collaboration between the universities of Turkey using graph topology and to make analyzes through the produced models. The data used in modeling was drawn with an application, developed for this study, from the database of Web of Science (WOS), one of the largest academic databases. The data obtained are stored as a relational database at the author, institution, paper information in center. The records in the database were queried and the desired analyzes were extracted. In addition, with the spectral graph partitioning method has examined how Turkish universities show a clustering of collaboration. Due to the data losses seen in the clusters with spectral graph partitioning, a look-alike community detection was applied on a regional basis and an algorithm was proposed to perform a noise cleanup in community discovery.

KEYWORDS: Social networks, Academic collaborations, Graph, Spectral graph partitioning, Collaboration networks, Community detection

TEŐEKKÖR

Tez çalışmam sırasında kıymetli bilgi ve tecrübeleri ile bana yol gösterici ve destek olan değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Ali Karcı'ya;

Hayatımın her alanında maddi ve manevi olarak her zaman yanımda olup bugönlere gelmemi sağlayan kıymetli anneme, babama ve kardeşlerime;

Yüksek lisans ve doktora çalışmalarım süresince bana karşı sabırla ve anlayışla yaklaşarak her zaman yanımda olan sevgili eşime;

Sonsuz teőekkör ve saygılarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
SİMGELER ve KISALTMALAR	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Modelleme.....	2
1.2. Sosyal Ağ Kavramı	2
1.3. Çizge Teorisi	3
1.4. Tezin Amacı	5
1.4.1. Topluluk ve Hizip Kavramı	5
1.4.2. Çalışmalarda Kullanılan Topluluk Kriterleri	6
1.4.3. Topluluk Keşfi Algoritmaları (Birinci Grup).....	7
1.4.4. Topluluk Keşfi Algoritmaları (İkinci Grup)	8
1.4.5. Spectral Çizge Bölüntüleme Çalışmaları	8
1.4.6. Kullanılan Yöntem	8
1.5. Tezin Yapısı	10
2. VERİ KÜMESİ.....	11
2.1. Veri Çekme Algoritması	11
2.2. Elde Edilen Veri	13
3. VERİ ANALİZLERİ.....	15
4. İŞ BİRLİĞİ ÇİZGELERİ.....	20
4.1. Tanımlar	20
4.2. Önerilen Algoritma.....	23
5. YÖNTEM VE DENEYSEL SONUÇLAR	25
5.1. Spektral Çizge Bölüntüleme ve Uygulaması.....	25

5.1.1.	Spektral Çizge Bölüntüleme Temelleri	25
5.1.2.	Ortogonal Dönüşüm	26
5.1.3.	Bölüntüleme Yöntemi	28
5.1.4.	Bölüntüleme Algoritması ve Sonuçlar	30
5.2.	Uygulama ve Önerilen Yöntem.....	36
5.2.1.	Akdeniz Bölgesi	37
5.2.2.	Doğu Anadolu Bölgesi	42
5.2.3.	Ege Bölgesi	46
5.2.4.	Güney Doğu Anadolu Bölgesi	50
5.2.5.	Karadeniz Bölgesi	54
5.2.6.	İç Anadolu Bölgesi.....	58
5.2.7.	Marmara Bölgesi	61
5.2.8.	Bölgelerin Öncü Üniversiteleri Arası İşbirlikleri Durumu	64
5.2.9.	Türkiye Geneli İşbirlikleri Durumu	67
6.	SONUÇLAR	72
7.	KAYNAKLAR	74
	EK 1	78
	EK 2	82
	ÖZGEÇMİŞ	83

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	6 düğüm ve 10 ayrıttan oluşan bir çizge örneği.....	4
Şekil 2.1.	HTML veri çekme algoritması	12
Şekil 2.2.	Tasarlanan veri tabanı temel varlıkları	12
Şekil 2.3.	Yıllara göre elde edilen ve varolan very	13
Şekil 3.1.	Vakıf ve devlet üniversitelerinin yıllara göre yayın ve yazar sayıları ..	16
Şekil 3.2.	Yayınların bulundurduğu yazar sayısına göre toplam sayıları	16
Şekil 3.3.	Seçilen araştırma alanlarındaki yayın sayılarının yıllara göre değişimi	17
Şekil 3.4.	Türkiye’deki başlıca üniversitelerin toplam yayın sayılarının yıllara göre değişimi.....	19
Şekil 4.1.	Örnek işbirliği çizgesi	21
Şekil 4.2.	Örnek bir mükemmel işbirliği çizgesi	21
Şekil 4.3.	Ağırlıklı bir çizge örneği.....	22
Şekil 4.4.	Şekil 4.2’deki örnek çizgenin PDF grafiği	23
Şekil 5.1.	Örnek verinin spektral çizge bölüntüleme algoritması sonucu oluşan sınıflar	30
Şekil 5.2.	Türkiye üniversitelerinin işbirliği çizgesinin spektral çizge bölüntüleme yöntemi ile bölüntülenmiş durumu	32
Şekil 5.3.	Şekil 5.2’de verilen işbirliği çizgesinin, işbirliği sayısı 250’den daha az olan ayrıtların silinmiş durumuna spektral çizge bölüntüleme algoritmasının uygulanmış hali.....	33
Şekil 5.4.	Şekil 5.2’deki çizgenin bölüntüleme sonucu oluşan iki alt çizgeden birinci alt çizge.....	34
Şekil 5.5.	Şekil 5.2’deki çizgenin bölüntüleme sonucu oluşan iki alt çizgeden ikinci alt çizge	35
Şekil 5.6.	Akdeniz Bölgesi işbirliği çizgesi	38
Şekil 5.7.	Akdeniz Bölgesi işbirliği PDF grafiği	39
Şekil 5.8.	Akdeniz Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi	40

Şekil 5.9.	Akdeniz Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi.....	41
Şekil 5.10.	Akdeniz Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	41
Şekil 5.11.	Doğu Anadolu Bölgesi işbirliği çizgesi	43
Şekil 5.12.	Doğu Anadolu Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi	44
Şekil 5.13.	Doğu Anadolu Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	44
Şekil 5.14.	Doğu Anadolu Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	45
Şekil 5.15.	Ege Bölgesi işbirliği çizgesi	47
Şekil 5.16.	Ege Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi	48
Şekil 5.17.	Ege Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	49
Şekil 5.18.	Ege Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi.....	49
Şekil 5.19.	Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin işbirliği çizgesi	51
Şekil 5.20.	Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin anlamlı işbirliği çizgesi	52
Şekil 5.21.	Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	53
Şekil 5.22.	Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	53
Şekil 5.23.	Karadeniz Bölgesi işbirliği çizgesi	55
Şekil 5.24.	Karadeniz Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi	56
Şekil 5.25.	Karadeniz Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	56
Şekil 5.26.	Karadeniz Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	57
Şekil 5.27.	İç Anadolu Bölgesi işbirliği çizgesi	59
Şekil 5.28.	İç Anadolu Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi	59
Şekil 5.29.	İç Anadolu Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi ..	60
Şekil 5.30.	İç Anadolu Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	60
Şekil 5.31.	Marmara Bölgesi işbirliği çizgesi	61
Şekil 5.32.	Marmara Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi	62

Şekil 5.33.	Marmara Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi.....	62
Şekil 5.34.	Marmara Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi	63
Şekil 5.34.	Bölgelerin öncü üniversiteleri arası işbirlikleri çizgesi	65
Şekil 5.35.	Bölgelerin öncü üniversiteleri arası anlamlı işbirliği çizgesi.....	65
Şekil 5.36.	Türkiye geneli toplam işbirliği sayılarının yıllara göre değişimi	69
Şekil 5.37.	Veriden seçilen bazı üniversiteler arası işbirliklerinin yıllara göre değişimi.....	70



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1. WOS veri tabanında çekilen kayıtların, yıllara göre oranı	14
Çizelge 3.1. Seçili araştırma alanlarında yayın ve yazar bilgileri	18
Çizelge 5.1. Türkiye’de bölgeler bazında üniversite sayıları (vakıf ve devlet üniversiteleri toplam sayıları)	36
Çizelge 5.2. Akdeniz Bölgesi üniversiteleri ağırlıklı bitişiklik matrisi.....	39
Çizelge 5.3. Akdeniz Bölgesi’ndeki üniversitelerin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler.....	42
Çizelge 5.4. Doğu Anadolu Bölgesi üniversiteleri ağırlıklı bitişiklik matrisi.....	43
Çizelge 5.5. Doğu Anadolu Bölgesi üniversitelerinin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler.....	45
Çizelge 5.6. Ege Bölgesi üniversiteleri arası ağırlıklı bitişiklik matrisi	47
Çizelge 5.7. Ege Bölgesi üniversitelerinin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler.....	50
Çizelge 5.8. Güney Doğu Anadolu Bölgesi üniversiteler arası ağırlıklı bitişiklik matrisi	52
Çizelge 5.9. Güney Doğu Anadolu Bölgesi üniversitelerinin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler	54
Çizelge 5.10. Karadeniz Bölgesi üniversiteler arası ağırlıklı bitişiklik matrisi	55
Çizelge 5.11. Bölgelerdeki öncü üniversitelerin ağırlıklı bitişiklik matrisi	66
Çizelge 5.12. Bölgelerin öncü üniversiteleri arasında gerçekleşen işbirliklerinin BK ve iBK algoritmalarına göre kıyaslamalı analizi	66
Çizelge 5.12. Yıl bazında Türkiye üniversitelerinin yapmış olduğu toplam yayın sayıları, bu yayınlar içindeki işbirliği sayıları ve oransal ifadesi	71

SİMGELER ve KISALTMALAR

<i>WOS</i>	Web of Science İnternet Sayfası
<i>SNA</i>	Sosyal Ağ Analizi (Social Network Analysis)
<i>CG</i>	İşbirliği Çizgeleri
<i>PCG</i>	Mükemmel İşbirliği Çizgeleri
<i>MCC</i>	Maksimum İşbirliği Hizbi
<i>SCG</i>	Anlamlı İşbirliği Çizgeleri
<i>BK</i>	Bron-Kerbosch Algoritması
<i>iBK</i>	İstatistiksel Bron-Kerbosch Algoritması
<i>GN</i>	Girvan-Newman Algoritması

1. GİRİŞ

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, insanların gereksinimleri ve hayat standartları artmıştır. Özellikle son yıllarda bu gelişmeler ivme kazanmıştır. Mesafeler kısalmış, insanlar daha yoğun çalışmaya başlamış ve bunların sonucu olarak gereksinimleri de artmıştır. Rekabetin yerelden dünya çapında düzeye çıkmış olmasının etkisi ile ulaşımdan haberleşmeye, kozmetikten sağlık sektörüne, geliştirilen ürünlerin geldiği seviye, bir kişinin geliştiremeyeceği ve rekabet edemeyeceği düzeye çıkmıştır. Bu durum, her türlü alanda, işbirliğini zorunlu hale getirmiştir. Bilgi ve tecrübe paylaşımı sayesinde bilgi artar, farklı görüşler ortaya çıkar ve yeni fikirler doğar [1].

Teknolojik gelişmelerin en çok yoğunlaştığı alanlardan bir tanesi iletişim sektörüdür. Günümüzün en büyük iletişim aracı olan internetin kullanım oranı, mobil cihazlar ile birlikte hızla artmıştır. Bu gelişmeler, insan etkileşimlerini kolaylaştıran sosyal medya uygulamalarının hem sayısını hem de kullanım oranlarını büyük ölçüde arttırmıştır. Sonuç olarak, sosyal ağ araştırmacıları için, farklı analizler yapabilecekleri büyük veri kümeleri oluşmuştur. Bu gelişmeler ile birlikte, SNA kendi içerisinde alt konulara ayrılan ve özelleşen, birçok araştırmacının üzerinde çalıştığı bir konu haline gelmiştir.

İşbirliği ağları, gelişen sosyal ağlar sınıfında incelenen ağlar olup birçok alanda karşımıza çıkmaktadır [2]. İşbirliği ağları, çalışanların bir amaç için, bir araya gelerek, ortak çalışmalar yaptıkları ağlardır. İşbirliği ağlarının bir türü ise, yayın veya proje çalışmalarındaki ortak yazarlık (co-authorship) üzerine oluşturulan akademik işbirliği ağlarıdır.

Bu tez çalışmasının özet olarak amacı, sosyal ağların özel bir hali olan akademik işbirliklerini Türkiye içerisinde çizge kullanarak modellemek, modeller üzerinden analizler yapmak ve matematiksel olarak bir tanımı yapılmamış olan anlamlı işbirliği çizgelerini tanımlamaktır. Analizler, bölgesel bazda üniversiteler aktör olarak alınarak gerçekleştirilmiş ve irdelenmiştir.

1.1. Modelleme

Eldeki kaynaklardan hareket ile bilinmeyenleri ortaya çıkarmak için, verinin basit ve anlaşılır hale getirilmesi işlemine modelleme denilir. Modelleme, bir verinin anlaşılabilirliği açısından çok önemli bir aşamadır. Özellikle test ve analiz aşamasında, veri içindeki ilişkilerin irdelenmesi, çalışmanın amacına yönelik aranan özelliklerin çıkarılması ve büyük veri kümelerine uygulanabilirliği açısından önem arz etmektedir. Veri veya davranış modelleme bilimin birçok aşamasında kullanılmaktadır. Modelleme görsel olabileceği gibi, matematiksel bir ifade de olabilir. Örneğin bir inşaat mühendisi için, inşa edilen yapının dayanıklılığı veya zemin sağlamlığı ve mekanikleri geliştirilen matematiksel modeller ile test edilir ve daha sonra hayata geçirilir. Bir kimyager, daha önceden modellenmiş ve tanımlanmış olan farklı deneyleri bilgisayar ortamında yapabilir ve sonuçların olumlu olması durumunda deneyi gerçekleştirebilir. Fizikte tanımlanmış ve ispatlanmış kurallar sayesinde, modeller üzerinde deneyler yapılır, daha sonra fiziki test aşamasına geçilir. Bunların tamamı veri modelleme alanına girmektedir. Bilgisayar anabilim dalın da ise, modelleme, bir verinin matematiksel bir modele oturtularak, algoritmasının çıkarılması ve bütün durumların veya mümkün merteye en fazla durumun algoritmik olarak ifade edilmesidir denilebilir.

Bu tezin konusu olan Türkiye’deki akademik işbirlikleri sosyal ağı çizge kullanarak modellenmiştir ve modeller üzerinde uygulamalar gerçekleştirilmiştir.

1.2. Sosyal Ağ Kavramı

Sosyal ağ, büyük internet projeler ile birlikte her meslek ve daldaki insanlar için bile gündelik hayata girmiş bir kavram olmasına rağmen temelde sosyal ağ, varoluş ile eş zamanlı başlamıştır denilebilir. Çünkü en basit ifadesi ile aktörler ve bu aktörler arası ilişkiler kümesi bir sosyal ağ oluşturur [3]. Aktörler şahıslar, aileler, ülkeler, topluluklar, şirketler, üniversiteler vs. gibi geniş bir kümeyi kapsayabilmektedir. Bunlar arası ilişkiler ise, gündelik etkileşimler, ortak kullanım alanları, ortak hastalık veya problemler, işbirliği gibi geniş bir yelpazeye yayılmaktadır [4]. Bu sebeple sosyal ağlar, atomların molekül yapıları, bilgisayar ağları, bir spor kulübündeki sporcuların

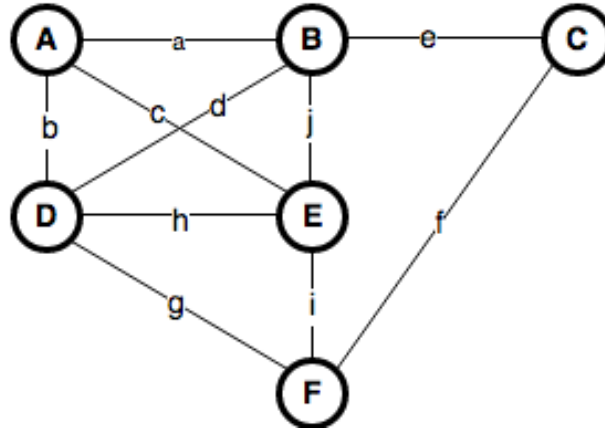
birbirleri ile olan ilişkileri, bir kurumdaki veya kurumlar arası işbirliklerinin analizi gibi çok geniş araştırma alanı olan bir konudur.

SNA konusunda, aktörler arası ilişkilerin türü modelleme yapısını, kullanılacak algoritmayı ve çıkarılacak sonucu etkilemektedir. Bir tanıdıklık ağında (acquaintance network) [5,6] aktörler arası ilişkiler daha zayıf ve dolaylı olabilirken, işbirliği ağlarında daha net ve somut ilişkiler aranmaktadır. Çıkarılan analizler olarak değerlendirildiğinde ise, tanıdık ağlarının sonuçları kesin hüküm içermez iken, işbirliği ağlarından yapılan çıkarımlar, daha ispatlanabilir ve daha net sonuçlardır.

1.3. Çizge Teorisi

Çizge teorisi, 1736 yılında Euler adlı matematikçinin, Königsberg's köprüsü problemini çözümü ile başlamış olarak kabul edilmektedir [7]. Yönsüz bir çizge temel olarak $G = (V, E)$ ile ifade edilir. Burada V düğümler kümesidir ve $V(G)$ veya sadece V olarak gösterilir. E ise, ayrıtlar kümesidir ve $E(G)$ veya yalnızca E şeklinde gösterilir. Burada E bir çoklu kümedir (multiset). Ayrıca iki düğüm arasındaki ayrıtların ağırlığı $w(u, v)$ ile gösterilmektedir [8] ve eğer ayrıtların ağırlığı belirtilmemiş ise 1 olarak kabul edilir.

Birçok sistem, düğüm ve bu düğümler arası ilişki şeklinde ifade edilebilmektedir [9,10]. Bunlara örnek olarak insan yakınlık/tanıdık ağları [5], işbirliği ağları [4], internet, World Wide Web [11], güç şebekeleri, sinir ağları [12] gibi biyolojik sistemler vs. verilebilir. Farklı sistemlerin bir ağ olarak modellenmesi sayesinde, bu ağ üzerinde sorgulamalar yapılabilmekte ve farklı algoritmalar geliştirilebilmektedir. Tarama, arama ve topluluk keşfi gibi algoritmalar bu sistemler üzerinde çalıştırılabilmekte ve durumu karakterize eden olgular incelenebilmektedir. En temel çizge algoritmaları arasında, arama, sıralama, bağlı bileşen bulma, en kısa yol bulma gibi birçok algoritmalar yer alır [13]. Örnek bir çizge Şekil 0.1'de verilmiştir. Şekil 0.1'deki çizge 6 düğüm $V(G) = \{A, B, C, D, E, F\}$ ve 10 adet ayrıttan $E(G) = \{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j\}$ oluşmaktadır.



Şekil 0.1. 6 düğüm ve 10 ayrıttan oluşan bir çizge örneği

Farklı sistemlerin çizge olarak modellenmesinde farklı çizge topolojileri kullanılmaktadır. Bir sistem ağırlıklı ayrıtlar ile ifade edilirken, bir başka sistem ağırlıksız olarak ifade edilebilir. Kullanılacak çizge türü ve çalıştırılacak algoritma, sistemde aranan özelliğe göre farklılık göstermektedir. Bu tezin konusu olan akademik işbirliği analizinde kullanılan çizge türü ağırlıklı yönsüz çizgelerdir. Ağırlıklı tercih edilmesinin sebebi, işbirliklerinin oranlarının belirlenebilmesidir. Yönsüz çizgelerin tercih edilmesinin sebebi ise, işbirliklerinin yönünün, akademik işbirliklerinde belirlenebilir bir kavram olmamasıdır.

Çizgeler alt çizgelere bölünebilir ve bu alt çizgelerin bir kısmı özel alt çizgelerdir; bu özel alt çizgeler arasında hizip olarak adlandırılan alt çizgeler bu tezin amacı içerisine girmektedir. Hizip, özetle en büyük tam bağlı alt çizge veya çizgelerdir. Örneğin, Şekil 0.1'deki çizge ele alındığında, ilk hizip A-B-D-E düğümlerinin bulunduğu alt çizgedir. İkinci hizip ise D-E-F düğümlerinin oluşturduğu alt çizgedir. Geriye kalan, BK algoritmasının bulduğu iki hizip ise B-C ve C-F ikili alt çizgeleridir fakat iki düğümden oluşan alt çizgeler çizge teorisinde hizip olarak kabul edilmemektedir. A-B-D gibi bazı düğümler ise üçlü hizipler oluşturur ancak bu alt çizge zaten ilk belirtilen A-B-D-E çizgesinin bir alt kümesi olduğundan ayrı bir hizip olarak kabul edilmez.

Hizip kavramının özellikle sosyal ağlarda önemli bir konu olmasının sebebi, tam bağlı alt kümeler olmasından kaynaklıdır. Örneğin, işbirliği çizgeleri söz konusu olduğunda, hangi aktörler birbirleri ile tam bağlı bir şekilde etkileşim içinde olduğunun

belirlenmesi önemli bir analizdir. Özellikle topluluk keşfinde çok kullanılan bir kavramdır. Çünkü, topluluk keşfinin temel amacı, sosyal ağın geri kalanına nispeten, belirli bir kritere göre daha yoğun ilişki içerisindeki alt çizgeleri bulmaktır. Hizip de en yoğun ilişkili alt çizgedir denilebilir.

1.4. Tezin Amacı

Sosyal ağlar üzerinde birçok algoritma geliştirilmiş olmasına rağmen, konu işbirliği çizgeleri olduğunda, en önemli algoritma sınıfı topluluk keşfi algoritmalarıdır. Büyük sosyal ağlar, doğal olarak içerisinde birçok aktör ve bu aktörler arası farklı türde ilişkiler bulunduracaktır. Bu ilişkiler içerisinde bir kısım ilişkiler, ağın geri kalanına göre daha yoğun olacaktır. Örneğin, bir sosyal ağ içerisinde, arkadaşlık ilişkisi içerisinde olan aktörler olabileceği gibi, sadece tanıdık ilişkisi içerisinde olan aktörler veya sadece arkadaşının tanıdığı gibi daha zayıf bağlı aktörler de bulunabilecektir. Bu gibi durumları analiz eden, tanıdık ilişkilerine veya arkadaşlık ilişkilerine yoğunlaşan algoritmalar geliştirilmiştir. Bu gibi araştırmalar yapan sosyal ağ alanının alt grubuna topluluk keşfi denilmektedir. Topluluk keşfinin temel amacı bir sosyal ağ çizgesinde, çizgenin geri kalanına göre daha yoğun ilişkili alt çizge veya çizgeleri bulmaktır. Ancak evrensel olarak kabul edilen bir topluluk analiz tanımı bulunmamaktadır [14]. Bunun en temel sebebi, topluluğun ne olacağı araştırmacıya ve çalışılan veriye bağlı bir konudur. Topluluklar bulunurken, öncelikle hangi bilginin kriter olduğu yani neyin baz alındığı belirtilmeli, daha sonra bu kritere yönelik uygun algoritma seçilmelidir.

1.4.1. Topluluk ve Hizip Kavramı

Topluluk bir grup aktörün diğer aktörlere kıyasla aranan özelliğe göre daha fazla ilişki içerisinde olan grubudur. Topluluk keşfinin, sosyal ağların en çok modellendiği topoloji olan çizge teorisine bakan yönü ise, çizge içerisinde, çizgenin geri kalanına göre daha yoğun ayrıt bulunduran veya kabul edilen farklı kriterleri sağlayan alt çizgelerin bulunmasıdır. Sonuç olarak, topluluk keşfinin en önemli aşaması, topluluk kriterinin belirlenmesidir. Ayrıca, bir diğer önemli nokta ise, çizge türünün belirlenmesidir ki çizge türünü genellikle çalışmanın amacı ve sosyal ağın yapısı belirler. Mesela, tanıdıklık analizinde, ağırlıklı çizge anlamlı olmayabilirken, işbirliği analizinde ağırlıklı çizge bir gereklilik olabilir. Bazı sosyal ağ yapıları yönlü çizgeler üzerinde analizler gerektirirken, bazı yapılarda yönün bir anlamı olmayabilir.

Topluluk keşfi konusunda, hizip en kuvvetli topluluktur kabulü yanlış olmaz. Çünkü, aktörler ve aktörler arası ilişkiler olarak bakıldığında, bir hizip içerisindeki bütün aktörler, geri kalan bütün aktörler ile bir şekilde ilişkili anlamına gelir. Doğal olarak kuvvetli bir topluluktur. Ancak, büyük sosyal ağlarda ve özellikle de aynı siyasi fikre sahip insanlar topluluğu gibi topluluk keşfi konularında, yani aktörlerin şahsi ilişkileri ikinci planda kaldığı çalışma konularında, hizip dışında kalan aktörler de aslında aynı grupta olabilecektir. Doğal olarak, her türlü çalışma konusunda hizip geçerli bir topluluk kabulü olamaz.

En temel hizip üç aktörden oluşmaktadır ve gündelik hayatta da gayet yaygındır. Ancak hizipte yer alan düğüm sayısı arttıkça, incelenen sosyal ağda bulunma ihtimalide azalmaktadır [14]. Çok büyük bir alt çizgede, bütün aktörler ilişkili ve sadece bir ayrıt eksikliği alt çizgeyi hizip olmaktan çıkarmasına karşın, aslında yüksek seviyede ilişkili bir gruptur. Bu sebeple, normal bir sosyal ağ için hizip kavramının topluluk kabulü olarak alınması, çok keskin bir yaklaşım olacaktır. Ancak, bu tezin konusu olan akademik işbirlikleri analizi, ortak yazarlık ilişkisi üzerinden gelişmektedir. Yani bir topluluktan söz edebilmek için aktörlerin tamamının bir veya daha fazla çalışmada birlikte yer almış olmaları gerekmektedir. Bir çalışmada ortak yazarlık yapmış iki araştırmacının sosyal arkadaşlıklarının veya başka yayınlardaki ortak yazarlık yaptıkları diğer araştırmacıların, potansiyel olarak ileride işbirliği yapma ihtimali olabilir. Ancak henüz yapmamışlar ise, işbirliği analizinde anlamı olmaz. Bunun sonucu olarak, bu tezin özelinde, akademik işbirliği analizi noktasında hizip en güçlü topluluktur tespiti yanlış olmaz. Literatürde incelenen algoritmalar genellikle belirlenen bir kriteri maksimize etmeye çalışan algoritmalarlardır. Bu algoritmaların tercih edilmemesinin temel sebebi budur. Sonuç olarak topluluk keşfi algoritmaları yerine, hizip bulma algoritmaları ile çalışma gerçekleştirilmiş ve sonuçlar kıyaslanmıştır.

1.4.2. Çalışmalarda Kullanılan Topluluk Kriterleri

Farklı çalışmalarda hizip dışında farklı topluluk kriterleri de uygulanmıştır. Bunlar karşılıklılık (complete mutuality), ulaşılabilirlik, ayrıt derecesi ve topluluk içi ve topluluk dışı kıyaslamalı istatistiksel hesap yöntemleridir. Ayrıca modülerlik (modularity) kavramını maksimize etmeyi hedefleyen yöntemlerde bulunmaktadır. Modülerlik kavramı, ilk olarak Girvan-Newman (GN) [15] algoritmasının durma şartı

olarak ortaya çıkmasına rağmen, günümüzde topluluk keşfinde optimizasyon kriteri haline gelmiştir. Temel olarak, bir topluluğun çizge anlamında yapısal gücünü ifade etmektedir ve en çok kabul gören topluluk kalitesi kriteridir [16].

Topluluk keşfi çalışmaları farklı şekillerde gruplandırılabilir. Yönlü veya yönsüz çizgeler üzerinde çalışma durumuna, bulunan toplulukların kesişim noktalarının, yani bir düğümün birden fazla topluluk içerisinde olabilmesine veya topluluk şartının ne olduğuna göre çalışan algoritmalar gibi farklı gruplamalar yapılabilir. Bu tez çalışmasında literatürdeki çalışmalar incelenirken, topluluğa bakış açısına göre gruplama daha uygun görülmüştür. Yani, birinci grup, toplulukları bulurken, bir aktörün birden fazla düğüm içerisinde bulunamayacağı prensibine göre çalışan algoritmalar, ikinci grup ise, toplulukların kesişim noktalarının olabileceği, yani bir düğümün birden fazla topluluğa ait olabileceği prensibi üzerine geliştirilen algoritmalar.

1.4.3. Topluluk Keşfi Algoritmaları (Birinci Grup)

Birinci grupta yer alan algoritmalara örnek olarak, minimum k-kümeleme, k-ortalama, k-merkez algoritmaları verilebilir [3]. Bu algoritmaların tamamında, k ön bilgi olarak verilmesi gereken çizgede aranacak topluluk sayısıdır. Yani çizgenin kaç alt çizgeye bölüneceğini belirler. Performans olarak iyi olmalarına karşın, ön bilgi gerekliliği zayıf taraflarıdır. GN (Girvan-Newman) kıyaslama (benchmark) veya LFR kıyaslama gibi, algoritma performansının test edilebileceği örnek çizgeler üzerinde, zaten kaç topluluk olduğu bilindiğinden ötürü uygulamada bir eksiklik ile karşılaşılmaz iken, gerçek hayat problemlerinde ağın kaç topluluk barındırdığı tahmin edilebilir ancak kesin bilinemez. Bu eksikliğin olmadığı algoritmalara hiyerarşik bölüntüleme algoritmaları örnek verilebilir [17]. Hiyerarşik bölüntüleme algoritmalarında bütün düğüm dereceleri 0 olan boş bir çizge ile başlanır. Daha sonra iteratif olarak bu çizgeye çalışılan çizgeden veri aktarılır ve algoritma sonunda düğüm derecesi en yüksek olan birey lider olma özelliği gösterir [18,16]. Bu sınıftaki algoritmalar genel olarak ön bilgi gerekliliğini ortadan kaldırır ve performans olarak iyi algoritmalar ancak düğüm dereceleri azaldıkça yani çalışılan sosyal ağ zayıf bağlı ise yüksek hata üretmektedir. Girvan-Newman algoritması da hiyerarşik bir algoritmadır ve topluluk keşfi konusunda modern algoritmaların ilkidir [15]. Bir önceki algoritma ile prensipte ters bakış açısı ile çalışır yorumu yapılabilir. GN

algoritması, boş bir çizge yerine bütün verilerin bulunduğu çizge üzerinde çalışmaya başlar ve çizge üzerinde gezerken eleme işlemi yapar. Eleme işleminde ayrıt ortalığı (edge betweenness) kavramını kullanır. Bu kavram çizge üzerindeki en kısa yol prensibinde bir yaklaşımdır. Yani, çizge düğümleri arasındaki en kısa yollar hesaplanırken, ayrıtların ziyaret edilme sayıları hesaplanır ve en yüksek ağırlıklı yani en çok ziyaret edilmiş ayrıttan başlamak üzere eleme işlemi yapılır. İlk elenen ayrıt, çizgenin en dış düğümünü bağlayan ayrıttır. Bu algoritma yönsüz çizgeler üzerinde çalışırken, daha sonra geliştirilerek, yönlü çizgelerde çalışan hali geliştirilmiştir [19]. Bölümün devamında anlatılacak olan spektral çizge bölüntüleme yöntemleri de, kesişen toplulukları bulmadığından bu grupta incelenebilir [20-22].

1.4.4. Topluluk Keşfi Algoritmaları (İkinci Grup)

İkinci gruptaki algoritmalara hizip süzme metodu (Clique percolation method - CPM) [23] ve aynı algoritmanın yönlü çizgelerde çalışan hali (clique percolation method directed – CPMD) [24] örnek olarak verilebilir. Bu algoritmalar çizge üzerindeki k adet düğümden oluşan hiziplerin bulunması prensibine dayanmaktadır. Ancak, daha önce de bahsedilen, normal sosyal ağlarda hizip çok katı bir kriter olacağından, bulduğu hiziplerden $k-1$ adet düğümü ortak olan hizipleri tek bir topluluk olarak kabul etmektedir.

1.4.5. Spektral Çizge Bölüntüleme Çalışmaları

Topluluk keşfine farklı bir bakış açısı ise, spektral çizge bölüntülemedir [20, 22, 25, 26]. Spektral çizge bölüntüleme algoritmaları, bir çizgenin bitişiklik matsinin özdeğer ve özvektörleri üzerinden çizgeyi bölüntüleyen algoritmalarlardır. Bu algoritmalar, farklı özdeğerlerine karşılık gelen özvektörlerinin değer işaretlerini kullanarak çizgeyi kümeler [21]. Daha bir çok topluluk keşfi algoritması bulunmakla birlikte, spektral bölüntüleme algoritmaları hariç, çoğu algoritmanın ortak noktası modülerlik kavramının maksimize etmektir denilebilir [3, 14, 15, 27].

1.4.6. Kullanılan Yöntem

Bu tez çalışmasında, akademik işbirlikleri konusunda topluluk şartı olarak alt çizge veya çizgelerin, hizip olma şartı arandı. Çünkü ortak yazarlık durumunda, yayında adı olmayan bir kişinin, ismi yer alan bir araştırmacı ile arkadaş ya da tanış

olması bir anlam ifade etmemektedir. Yayında katkısı vardır veya yoktur durumu söz konusudur. Bu, çalışmada topluluk şartının hizip olarak alınmasında en temel sebeptir.

Akademik işbirliği çizgeleri, yönsüz çizgelerdir. Bunun sebebi, ortak çalışma yapan araştırmacılar arasında yönden söz edilememesidir. Çalışılan çizgenin yönsüz olmasından ve topluluk kriterinin hizip olarak alınmasından dolayı, topluluk keşfi algoritması olarak Algoritma 0.1’de verilen en ünlü hizip bulma algoritması olan Bron-Kerbosch (BK) [28] hizip bulma algoritması kullanılmıştır. Topluluk keşfi kriteri olarak hizip tercih edilmesinin dışında, birinci ve ikinci gruptaki algoritmaların tercih edilmeme sebebi bazılarının ön bilgi gerekliliği (k-kümeleme, CPM vs.), bazılarının ise büyük sosyal ağlar için tasarlanmış olmasıdır (GN vs.).

Algoritma 0.1. Klasik BK Algoritması

İlk çağrıda R ve X boş kümeler, $(\emptyset)$ ve P çizgedeki bütün düğümler kümesi olmak üzere,

$\text{BronKerbosch}(R, P, X)$

- 2 Eğer P ve X ikisinde boşsa
 - a. R Kümesi bir hiziptir
 - 3 P ’deki her düğüm v için
 - a. $\text{BronKerbosch}(R \cup v, P \cap N(v), X \cap N(v))$
 - b. $P \leftarrow P \setminus v$
 - c. $X \leftarrow X \cup v$
-

BK algoritması, bir çizgedeki hizipleri bulan özyinelemeli bir algoritmadır. Çizge boyutu arttıkça, çalışma zamanı da üssel olarak artmaktadır. BK algoritmasının klasik, Tomita [29] ve pivot seçmeli olmak üzere üç çeşidi vardır. Tomita ve arkadaşlarının geliştirdiği algoritmada performans olarak biraz iyileştirme vardır. Ancak, bu çalışma için önem teşkil etmediğinden klasik BK algoritması seçilmiştir. Ayrıca, pivotlu BK kullanılan veride, pivot belirlenebilir bir düğüm olmadığından tercih edilmemiştir. Çünkü düğüm dereceleri çoğu düğümün aynı çıkmaktadır. Bu durumda pivot seçme farklı kriterlere bağlı olacak ve ek işlemler gerekecektir. Sonuç olarak sağladığı fayda

bir bakıma anlamsızlaşmaktadır. Ayrıca pivotlu yada pivotsuz aynı sonucu vermektedir.

Bu tezde, 1980-2015 yılları arasında, Türkiye’den yazar bulunduran akademik çalışmaların analizi yapılmıştır. Türkiye özelinde bazı çalışmalar yapılmış olsa da daha çok istatistiki olarak işbirliği analizi yapılmış ve kullanılan veri bu tezde elde edilen kadar kapsamlı değildir [2, 30]. Bu yayınlarla benzer kapsamlı veri üzerinde istatistiksel yapılmış çalışmalarda bulunmaktadır [31]. Ayrıca, matematiksel olarak tanımı yapılmamış olan anlamlı işbirliği çizgelerini tanımlanmış ve bu çizge türü ile Türkiye’deki işbirliklerini bölgesel bazda incelenmiştir. Bütün analizler, WOS veri tabanında çekilen kayıtlar üzerine yapıldığından dolayı, WOS veri tabanı kapsamı dışında kalan yayınlar tezin konusu dışındadır.

1.5. Tezin Yapısı

İkinci bölümde, tez çalışmasında kullanılan veri ve verinin elde edilebilmesi için geliştirilen veri çekme algoritması anlatılmıştır.

Üçüncü bölümde, elde edilen veri üzerinde, Türkiye’deki akademik çalışmalar açısından istatistiksel analizler sunulmuştur.

Dördüncü bölümde, tez çalışmasında önerilen işbirliği çizgeleri tanımları ve önerilen algoritma anlatılmıştır.

Beşinci bölümde, elde edilen veri, önerilen çizge türü ve ilgili algoritmalar ile işlenmiş ve sonuçları sunulmuştur.

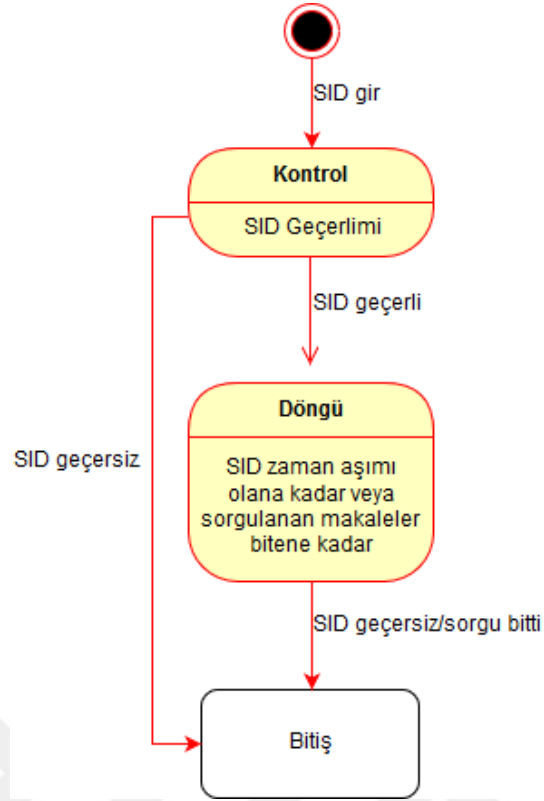
2. VERİ KÜMESİ

Tezde kullanılan veri WOS [32] veri tabanından, Bölüm 2.1’de detayları verilen ve bu tez çalışması sürecinde geliştirilen bir algoritma ile elde edilmiştir. Veri 1980-2015 yılları arasındaki 36 yıllık periyotta WOS veri tabanında yer alan yayınları içermektedir. Bu aralıktaki veri %97.23 verim ile elde edilmiştir. Toplam 408733 adet yayın tasarlanan veri tabanına kaydedilmiştir [33].

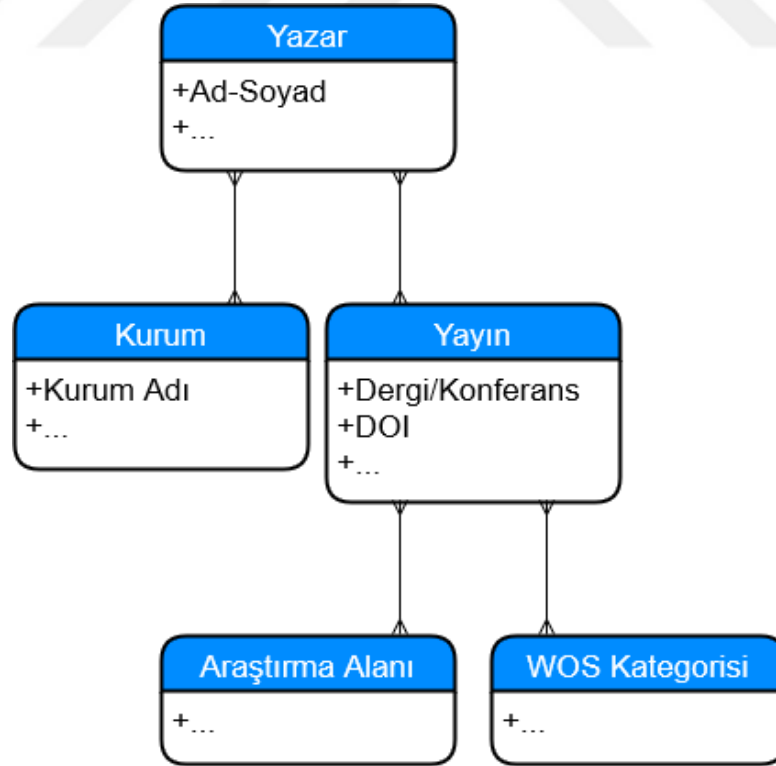
2.1. Veri Çekme Algoritması

Veri çekme algoritması, temel olarak iki aşamalı olarak geliştirilmiştir. Birinci aşama, WOS internet sayfasında, belirlenen kriterlere göre gezinti yaparak sayfaları HTML formatında kaydeden algoritmadır. Bu algoritmanın durum diyagramı Şekil 2.1’de verilmiştir. Şekil 2.1’de gösterilen SID (session id), WOS internet sayfasının tanımlanmış bir periyotta güncellediği bir karakter dizisidir. SID sürekli değişen bir değer olduğundan, veri elde etme algoritmalarının en uzun süren aşaması bu bölüm olmuştur. İkinci aşama ise, elde edilen HTML verisini ayrıştırarak, Şekil 2.2’de temel varlıklar halinde ifade edilen, veri tabanına ilgili kayıtların kaydedilmesini yapan algoritmadır.

Algoritmanın birinci yani HTML verilerini çekerek dosya halinde kaydeden uygulama, Python programlama dili ile geliştirilmiştir. HTML verilerini ayrıştırarak veri tabanına kaydeden bölüm ise, Php ile geliştirilmiştir. Veri tabanı olarak MySQL tercih edilmiştir.



Şekil 2.1. HTML veri çekme algoritması

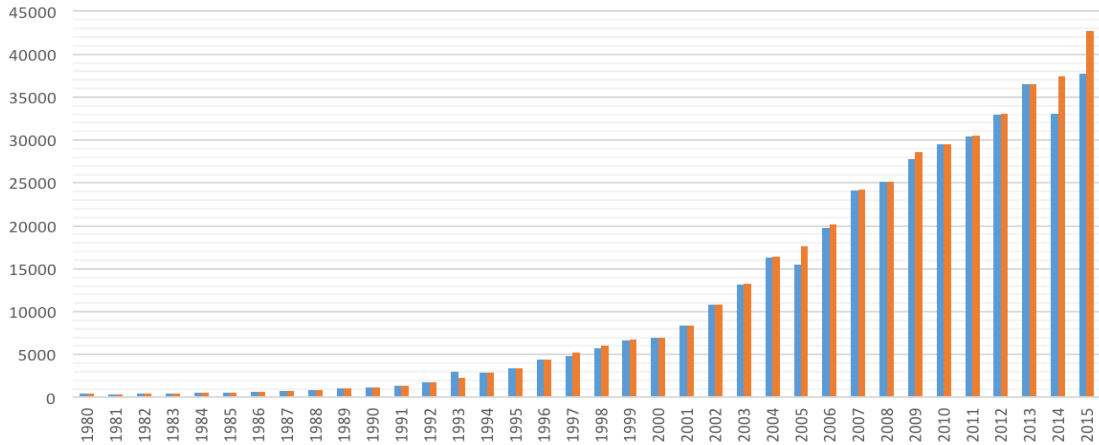


Şekil 2.2. Tasarlanan veri tabanı temel varlıkları

2.2.Elde Edilen Veri

Tasarlanan veri tabanı, temelde üç varlıktan oluşmaktadır. Bunlar yazar, kurum ve yayın varlıklarıdır. Yazar ile yayın arasında çoktan çoğa ilişki vardır. Yazar ile kurum arasında da çoktan çoğa ilişki bulunmaktadır. Ayrıca, WOS veri tabanında araştırma alanları (research areas) ve WOS kategorileri bulunmaktadır. Bu veriler yayın bilgileri ile ilişkili olarak kaydedilmiştir. Sonuç olarak elde edilen veri tabanında, bir yayına hangi yazarların katkı sağladığı, bu yazarların hangi kurum veya kurumlarda görevli oldukları, yayın hakkında dergi ismi, derginin sayı ve cilt numarası, DOI numarası gibi yayına ait bilgiler veya konferans ismi, hangi ülke ve ilde yapıldığı gibi konferanslara ait bilgiler ile yayınların hangi araştırma alanı veya kategoride olduğuna dair bilgiler dahil geniş yelpazede veri çekme imkânı vardır. Algoritma sonucu elde edilen yayın sayılarının, WOS veri tabanında bulunan toplam yayınlara oransal olarak verileri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir.

Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi, çekilen veri toplamda %97.23 gibi yüksek bir başarı yüzdesi ile elde edilmiştir. Ayrıca Şekil 2.3’de, yıllara göre WOS veri tabanında yer alan yayınlar ile çekilen o yıla ait toplam veri grafiksel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 2.3. Yıllara göre elde edilen ve varolan veri

Şekil 2.3’de 1980-2015 arasında Türkiye’deki yayın sayısındaki artış görülebilmektedir. Görüldüğü üzere, özellikle son 10 yılda üniversite sayılarının hızla artması ile birlikte, yayın sayısında orantılı bir artış gerçekleşmiştir.

Çizelge 2.1. WOS veri tabanında çekilen kayıtların, yıllara göre oranı

Yıl	Elde Edilen Yayın Yüzdeleri	Yıl	Elde Edilen Yayın Yüzdeleri
1980	%100	1998	%95.06
1981	%100	1999	%99.67
1982	%100	2000	%99.76
1983	%100	2001	%99.83
1984	%100	2002	%99.53
1985	%100	2003	%99.66
1986	%100	2004	%99.69
1987	%100	2005	%87.38
1988	%100.11	2006	%97.88
1989	%99.71	2007	%99.59
1990	%99.83	2008	%99.49
1991	%100	2009	%96.60
1992	%99.94	2010	%99.44
1993	%99.91	2011	%99.48
1994	%99.9	2012	%99.39
1995	%100	2013	%99.28
1996	%99.73	2014	%87.88
1997	%93.73	2015	%95.89

3. VERİ ANALİZLERİ

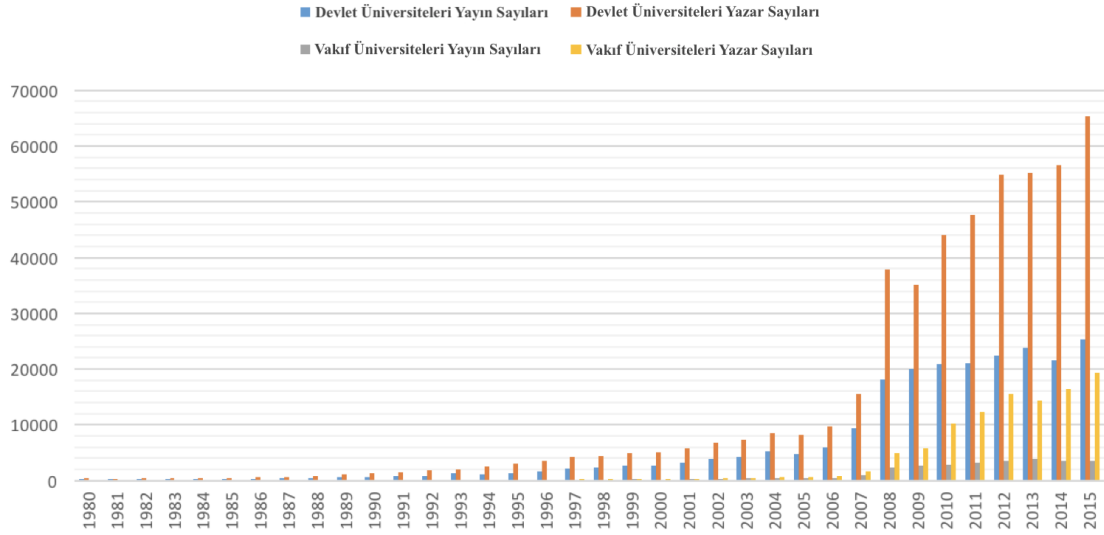
Bir veri üzerinden yapılacak analitik çıkarımların gerçeği yansıtabilmesi için, ilk gereklilik, verinin doğruluk oranının yüksek olmasıdır. Bir önceki bölümde anlatıldığı üzere, elde edilen veri %97'nin üzerinde bir doğruluğa sahiptir. İkinci olarak ise, hangi odak üzerinde veri analizi yapılacağı ve neye ulaşılmasının hedeflendiğine karar vermektir. Elde edilen veri, birçok konuda analiz yapma şansı tanımaktadır. Bu anlamda, önemli olduğuna karar verilen bazı analizler gerçekleştirilmiştir.

Üniversiteler genel olarak vakıf ve devlet üniversiteleri olarak gruba ayrılabilir. Özellikle son yıllarda gerek devlet gerekse de vakıf üniversitelerinin sayısı ciddi oranda artmıştır. Şekil 3.1'de, devlet ve vakıf üniversitelerinin yazar ve yayın sayılarının yıllara göre değişimi verilmiştir. Şekilden görülebileceği üzere, özellikle 2008 ve sonraki yıllarda hızlı bir artış gözlemlenmektedir.

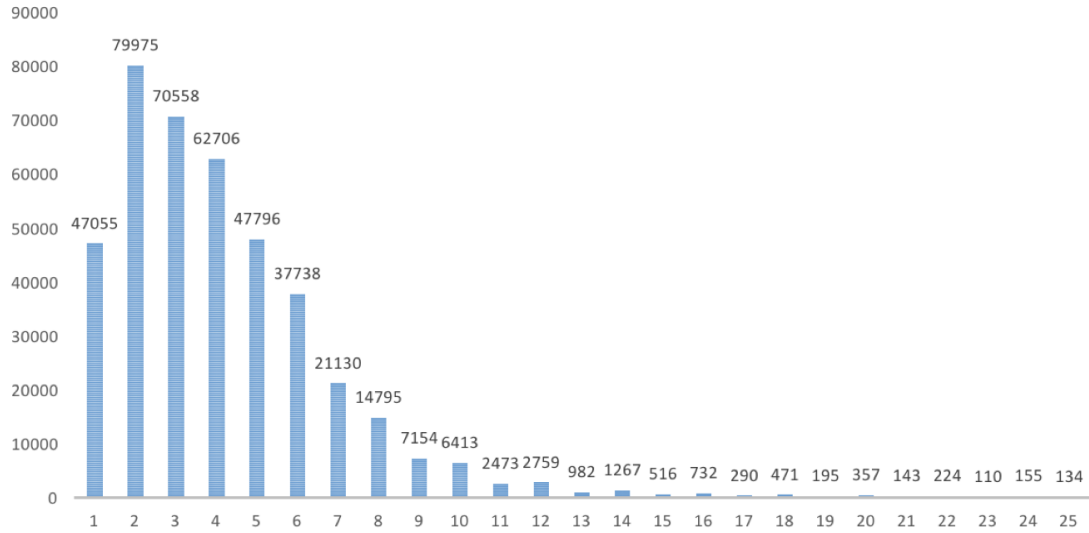
Şekil 3.1 incelendiğinde, bütün yıllarda artış oranları benzerlik gösterdiği fark edilmektedir. Bu benzerlik, gerek vakıf gerek devlet üniversitelerinin yayın ve yazar sayılarında görülmektedir. Ancak son yıllarda, yazar sayıları yayın sayılarına oranla daha fazla artmıştır. Bu sonuç bir bakıma akademik anlamda verimin düştüğünü göstermektedir.

Yazar sayısı ve yayın sayısı olarak incelendiğinde, devlet üniversitelerinin yazar başına düşen yayın sayısı daha fazladır. Bunun anlamı vakıf üniversitelerinin yayın yazar oranının devlet üniversitelerine göre daha geride olduğu söylenebilir.

Bir diğer önemli analiz ise, Şekil 3.2'de verilmiş olan, yazar sayısına göre yayın sayılarıdır. Şekle bakıldığında Türkiye'de en fazla 2 yazarlı yayın bulunduğu, bunu 3, 4, 5 ve 1 yazarlı yayınların takip ettiği görülmektedir. Bu grafik Türkiye'de işbirliği oranının az olduğunu ifade edebilir. Çünkü, iki isimli yayınların bir kısmının, danışman öğrenci ilişkisi içerisinde yapılan yayınlar olduğu düşünülürse, toplam yayınların yaklaşık %20'si iki yazarlı yayınlar olduğundan, Türkiye'de işbirliklerinin az olduğu sonucu yanlış bir çıkarım olmayacaktır.



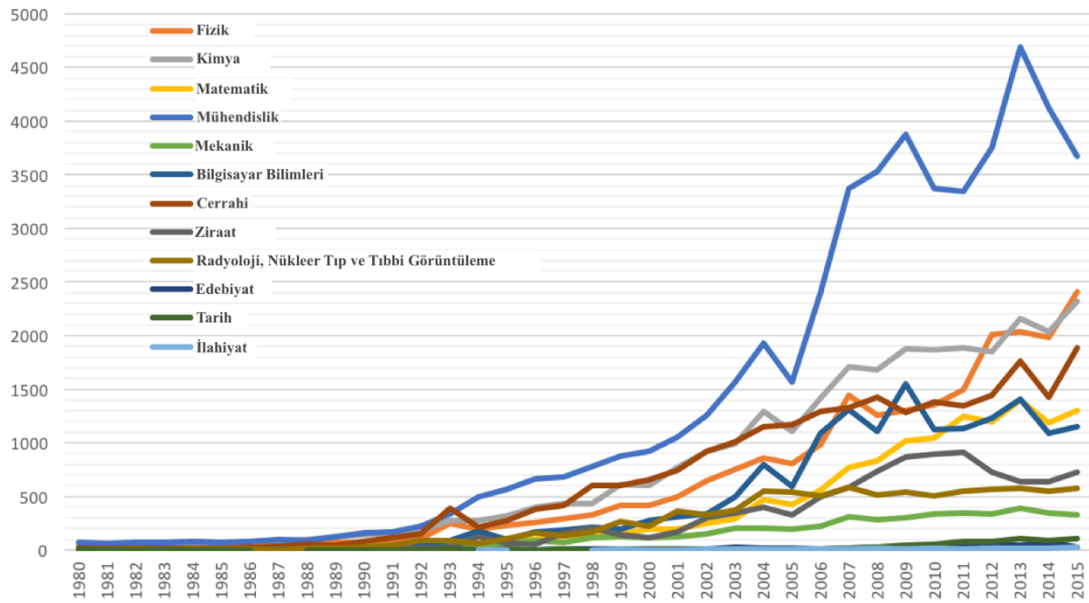
Şekil 3.1. Vakıf ve devlet üniversitelerinin yıllara göre yayın ve yazar sayıları



Şekil 3.2. Yayınların bulundurduğu yazar sayısına göre toplam sayıları

Bir ülkenin akademik durumunu toplam yayın sayısı ve gelişiminin yanı sıra, belirli alanlardaki yayın sayıları ve artışları da yansıtmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde incelenen araştırma alanlarını bölüm olarak değerlendirmek yanlıştır. Çünkü, bu araştırma alanları WOS veri tabanında yer alan araştırma alanlarıdır ve toplamda 151 adet araştırma alanı çekilmiştir. Bir yayın birden fazla alanda yer alabilmektedir. Ayrıca, mühendislik bütün mühendislik alanlarını kapsamamaktadır. Şöyle ki, bilgisayar bilimleri, mekanik, kontrol sistemleri gibi alanlar aslında mühendislik alanına girse de WOS kategorik yapısında mühendislik içerisinde analiz

edilmemektedir. Aynı şekilde cerrahi araştırma alanı tıp alanının tamamı gibi değerlendirilmemelidir. Ancak Bölüm 0’de bahsedilen mühendislik ve tıp alanları, ilgili bütün alt araştırma alanları dahil edilerek hazırlanmış alanlardır ve tamamını kapsamaktadır. Şekil 3.3’te, seçilen 12 araştırma alanındaki yayın sayılarının yıllara göre değişimi verilmiştir. Şekil 3.3’ten görülebileceği gibi, bazı istisnalar haricinde seçilen bütün araştırma alanları benzer karakteristikler göstermektedir. Örneğin 2000 yılında bütün alanlarda yayın sayılarında bir yükseliş görülürken, 2005 yılında bütün alanlarda düşüş yaşanmıştır. 2010 yılında mühendislikte düşüş olurken, diğer araştırma alanlarında artış oranında düşüş olmuş ancak yayın sayısı bakımından hafif bir yükseliş devam etmiştir. Bu hareketlerin sosyolojik olarak incelenmesi sonucu, nelerin sebep olduğu analiz edilebilir. Analizde bu araştırma alanlarının seçilme sebebi, durumun net ortaya konulabilmesi için, bütün seviyelerden araştırma alanını inceleyebilmektir. Şöyle ki kimya, fizik ve matematik temel bilimlerdir. Mühendislik, mekanik, ziraat ve bilgisayar bilimleri genel manada üretimin temelidir. Cerrahi ve Radyoloji sağlık ile ilgili bilimlerdir. Edebiyat, tarih ve ilahiyat ise sosyal bilimlerdir.



Şekil 3.3. Seçilen araştırma alanlarındaki yayın sayılarının yıllara göre değişimi

Şekil 3.3’ten görüleceği üzere, özellikle 2005 sonrası mühendislik alanındaki yayın sayılarında dikkate değer bir artış olmuştur. Öyle ki, 2005 yılına kadar araştırma alanları arasında kayda değer seviyede bir fark olmamasına rağmen, 2005 yılından sonra mühendislik yayın sayısı anlamında diğer araştırma alanlarından ayrılmaktadır.

Ayrıca, edebiyat, tarih ve ilahiyat alanlarının yayın sayılarının çok alt seviyede olduğu görülmektedir. Bunun sebebi ilgili alanların farklı yayın kriterleri ve gereksinimlere sahip olmaları olabilir. Ancak mekanik araştırma alanında yayın sayısının çok düşük olması, aslında mekanik alanında Türkiye'nin zayıf olduğu sonucuna götürebilir.

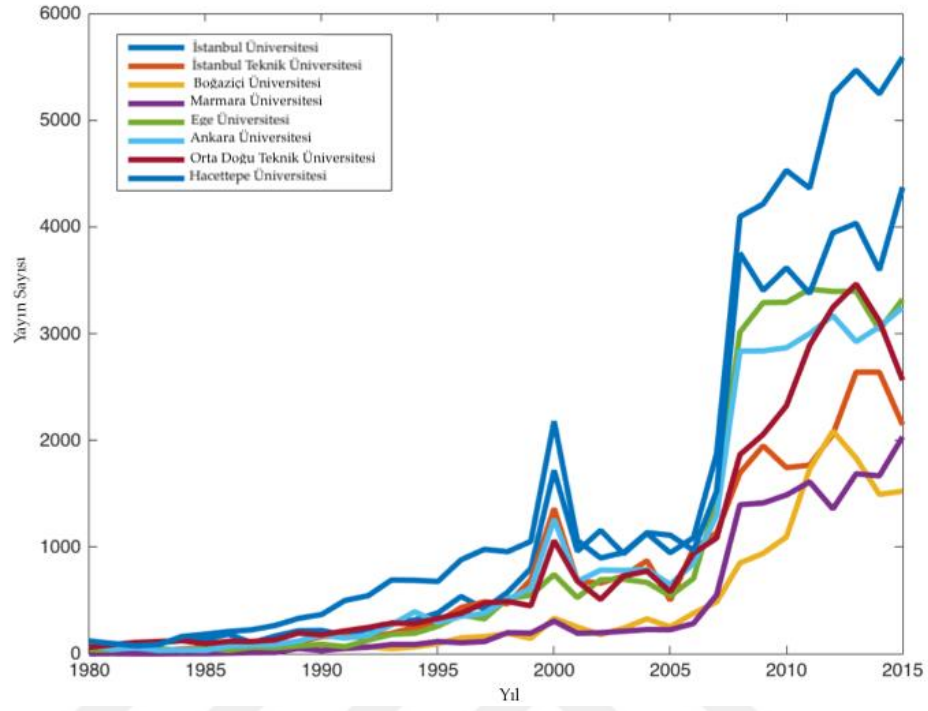
Araştırma alanlarındaki yayın sayıları doğal olarak ilgili alandaki yazar sayıları ile direk orantılıdır. Çizelge 3.1'de, seçilen on iki araştırma alanında ilgili yıllar aralığında toplam yayın sayısı, toplam yazar sayısı ve yazar başına düşen yayın sayıları verilmiştir. Çizelge 3.1'den görülebileceği gibi, yazar sayısı en fazla olan araştırma alanı fizik, yayın sayısı en fazla olan araştırma alanı mühendislik ve yazar başına düşen yayın sayısı da en fazla olan araştırma alanı edebiyattır.

Çizelge 3.1. Seçili araştırma alanlarında yayın ve yazar bilgileri

Araştırma Alanı	Yayın Sayısı	Yazar Sayısı	Yazar Başına Düşen Yayın Sayısı
Fizik	23037	42551	0,541397382
Kimya	28356	26973	1,051273496
Matematik	13398	8654	1,54818581
Mühendislik	50189	39788	1,261410476
Mekanik	4995	5014	0,99621061
Bilgisayar Bilimleri	16275	15203	1,070512399
Cerrahi	23732	26954	0,880463011
Ziraat	9783	12070	0,810521955
Radyoloji, Nükleer Tıp ve Tıbbi Görüntüleme	9060	14077	0,64360304
Edebiyat	468	257	1,821011673
Tarih	736	649	1,134052388
İlahiyat	206	214	0,962616822

Yıllara göre üniversite bazında Türkiye'deki başlıca üniversitelerin değişim analizi Şekil 3.4'de verilmiştir. Şekil 3.3 ve Şekil 3.4 arasında büyük bir benzerlik görülmektedir ki zaten bu beklenen bir durumdur. Çünkü, akademik çalışmalar anlamında öncü kurumsar üniversiteler olduğundan ve seçilen üniversiteler yayın sayısı bakımından en büyük ve köklü üniversiteler içerisinde olduğundan, üniversitelerin yıllar bazındaki yayın sayılarının değişimi araştırma alanlarını doğrudan etkilemektedir. Özellikle bu üniversitelerin seçilmesinin sebebi, Bölüm 0'de

görüreceği gibi seçilen üniversiteler gerek yayın sayısı gerekse de belirli alanlarda veya incelenen bütün alanlarda öncü üniversiteler olmalarıdır.



Şekil 3.4. Türkiye’deki başlıca üniversitelerin toplam yayın sayılarının yıllara göre değişimi.

4. İŞ BİRLİĞİ ÇİZGELERİ

Yönsüz, ağırlıksız bir çizge genel olarak $G = (V, E)$ olarak ifade edildiğinden Bölüm 1.3’de bahsedilmişti. İşbirliği çizgeleri, belli şartları gerektiren bir çizge türüdür. Bu tanımın yapılmasında ana motivasyon sebebi, işbirliği analizlerinin önemli bir analiz haline gelmiş olması ve bir çizgenin işbirliği çizgesi olarak adlandırılabilmesi için belli şartların konulması gerekliliğidir. Öncelikli olarak, işbirliği normal bir sosyal ilişkiden daha ileri bir ilişki türüdür. Çünkü, özellikle tanınık analizi gibi sosyal ağ çalışmalarına kıyasla, belli bir seviyede bilgi birikimine sahip, benzer alanlarda çalışan veya ihtiyaçları kesişen insanların, bir amaç için bir araya geldiği ve bir sosyal grup oluşturdukları ağlardır. Ayrıca, normal sosyal ağ verilerine nazaran, daha güvenilir veri kümelerine sahiptirler [4] çünkü somut bir delil olan ortak yayınları vardır ve birbirlerini iyi tanırılar [31].

İşbirliği analizi noktasında bir çok çalışma [1, 2, 34, 35, 36] yapılmıştır. İşbirliği kavramı ve çizgeleri çalışılmış bir konu olmasına karşın hizip kavramı gibi sınırları belirleyen matematiksel bir modele oturtulmamıştır. İşbirliği çizgelerinin bu öneminden yola çıkarak ve veriden kaynaklı hataları giderme amacı ile bir model ekleme ihtiyacı duyulmuştur. Bölüm 4.1’de sunulan tanımlardan tanım 1, 2, 3 ve 4 işbirliği ağları olarak literatürde geçmektedir, fakat *Anlamlı İşbirliği Çizgeleri* bu çalışmada asıl önerilen tanımdır. Diğer tanımlar bütünlük olması açısından işbirliği konusuna yorumlanmıştır.

4.1. Tanımlar

Çalışmada, işbirliği çizgeleri konusunda yapılan tanımlar ve matematiksel ifadeleri aşağıdaki şekillerdedir:

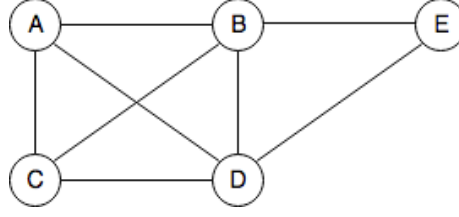
Tanım 1: İşbirliği Çizgeleri (Collaboration Graph- CG)

İşbirliği çizgeleri bir çizge olmak üzere $CG = \{V, E, C\}$ ve

$$e_i \in E \text{ ve } e_i = (v_j, v_k), j \neq k \forall_{v_j, v_k} \in V \forall_i, c_i \in C \text{ ve } c_i \in Z^+ \cup \{0\}, 1 \leq i \leq |v| \quad (1)$$

Şeklinde tanımlanır ve c_i iki aktör arasındaki işbirliği gücünü ifade eder.

Bir CG , döngüler barındırmaz (u, u) . Ayrıca bir CG yönlü olamaz. Çünkü işbirliği ilişkilerinde, ilişkinin yönünden söz edilemez. Örnek bir CG Şekil 4.1’de verilmiştir.

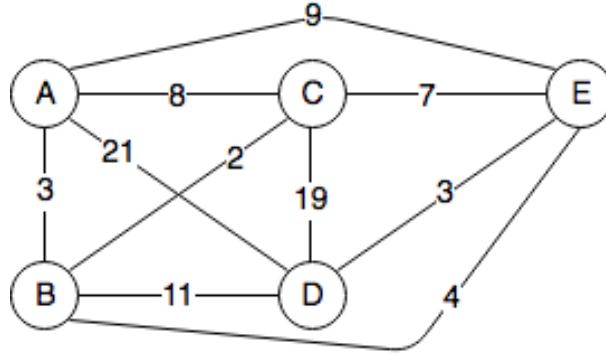


Şekil 4.1. Örnek işbirliği çizgesi

Tanım 2: Mükemmel İşbirliği Çizgeleri (Perfect Collaboration Graph- PCG)

$PCG = \{V, E, C\}$ ve $E = n(n - 1) / 2$, n toplam düğüm sayısı şeklinde tanımlanır.

Mükemmel işbirliği çizgelerinin bütün düğümleri, geri kalan bütün düğümler ile aralarında ayrıt bulundurur. Yani bir mükemmel işbirliği çizgesi tek bir hizip bulundurur ve bu hizip çizgenin kendisidir. Örnek bir PCG Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. Örnek bir mükemmel işbirliği çizgesi

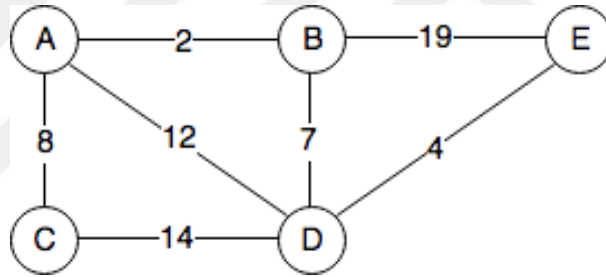
Tanım 3: Maksimum İşbirliği Hizbi (Maximum Collaboration Clique- MCG)

Maksimum işbirliği hizbi, CG ’nin bir alt çizgesidir. Bir çizgede bulunan, en fazla düğüm sayısına sahip hiziptir. Düğüm sayıları eşit iki hizip arasında ise, ağırlıklar toplamı daha fazla olan hizip, maksimum işbirliği hizbidir.

Örneğin, Şekil 4.1’de verilen işbirliği çizgesinde, toplam 2 adet hizip vardır. Bunlar, A-B-C-D ve B-D-E hizipleridir. Bu çizgede maksimum işbirliği hizbi dört adet düğümden oluşan A-B-C-D hizbidir. Şekil 4.3 incelendiğinde ise düğüm sayıları eşit üç adet hizip ortaya çıkmaktadır. Bunlar A-C-D, A-B-D ve B-D-E hizipleridir. Üç hizipte eşit sayıda düğüm bulundurulur ancak A-C-D düğümlerinin oluşturduğu hizip, daha yüksek ağırlıklar toplamına sahip olduğundan, maksimum işbirliği hizbi A-C-D hizbidir. Sonuç olarak, maksimum işbirliği hizbinde seçim kriteri düğüm sayısı, düğüm sayıları eşit olduğunda ise hizip içerisinde ayrıt ağırlıklar toplamıdır.

Tanım 4: Ağırlıklı İşbirliği Çizgeleri (Weighted Collaboration Graph- *WCG*)

Bir *CG*, düğümleri arasındaki bağ eğer ağırlık olarak ifade ediliyorsa bu çizge Ağırlık İşbirliği Çizgesidir. Şekil 4.2 ve Şekil 4.3’te verilen çizgelerin ikisi de birer ağırlıklı işbirliği çizgesidir.



Şekil 4.3. Ağırlıklı bir çizge örneği

Tanım 5: Anlamlı İşbirliği Çizgeleri (Significant Collaboration Graph- *SCG*)

Merkezi Limit Teoremine göre, örnekleme dağılımının parametreleri ortalama μ ’ye ve standart sapması da normalde $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \mu)^2}{n}}$ iken , $\bar{\sigma} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ olarak hesaplanır [37].

$$G = (V, E, C) \text{ ise}$$

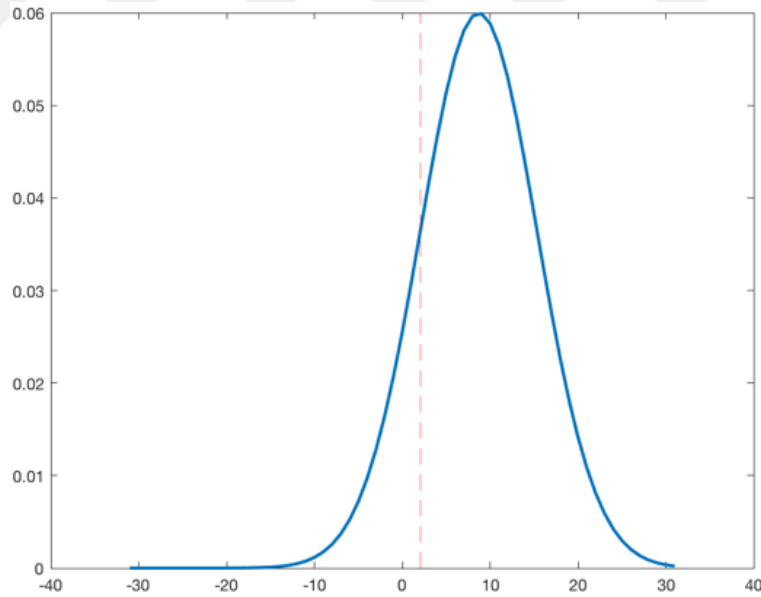
$$G' = (V, E', C)$$

$$E' \Rightarrow \{e | w(e) \geq (\mu - \bar{\sigma})\}$$

$$e \in E' \text{ ve } e' \text{nin ağırlığı} = \begin{cases} w(e), & \text{eğer } w(e) \geq (\mu - \bar{\sigma}) \\ 0, & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

WCG'nin düğümleri arasındaki ayırıt ağırlıklarının, merkezi limit teoremine göre elemekten geçerek, alt limitin altında ağırlığı bulunan ayırıtların yok sayılması sonucu elde edilen çizge türüdür. Örneğin, Şekil 4.2'deki örnek çizgenin olasılık yoğunluk fonksiyonu (probability density function – PDF) ve merkezi limit teoremine göre hesaplanmış alt limit değeri Şekil 4.4'de verilmiştir.

Şekil 4.2'deki çizgenin ayırıt ağırlıklarının standart sapması 2.1032 çıkmaktadır. Bu değerin altında değere sahip ayırıtlar silindiğın, B ve C düğümleri arasında kalan ayırıt elenir ve çizge artık tam bağılı bir çizge olmaktan çıkmaktadır. Çizgede işlemden önce tek bir hizip var iken çizgede, işlem sonrası A-C-D-E, A-B-D ve D-C-E olmak üzere üç adet hizip çıkmaktadır. Bu üç hizipten A-C-D-E hizbi maksimum işbirliği hizbi, B-C arasındaki ayırıtın elenmesi sonucu oluşan çizge ise anlamlı işbirliği çizgesi olmaktadır.



Şekil 4.4. Şekil 4.2'deki örnek çizgenin PDF grafiğı

4.2. Önerilen Algoritma

Anlamlı işbirliği çizgelerinin tanımlanmasına ihtiyaç duyulmasının temel sebebi, elde edilen verinin incelenmesi sonucu, bazı zorunlu hataların olmasıdır. Örneğin bir yazar farklı yayınlarda farklı isim yazım şekilleri kullanabilmektedir [31] veya farklı

yazarlar aynı isim yazım şekli kullanabilmektedir. Örneğin Kenan İnce ve Kemal İnce isimli yazarların ikisinin de K. İnce şeklinde yazımları olabildiği gibi, Kenan İnce araştırmacısının bir yayında K. İnce, başka bir yayında Kenan İnce şeklinde isim yazım şekilleri olduğu gözlemlenmiştir. Bir diğer problem ise, danışman öğrenci ilişkisi, aslında zorunlu bir işbirliği türü olduğundan, bu tez çalışmasında ortaya çıkarılmak istenen işbirlikleri noktasında önemsiz bir veridir. Bu ve bunun gibi durumlardan dolayı, istatistiksel olarak ispatlanmış bir yöntem ile, istisnai denilebilecek verilerin elenmesi faydalı olacağından dolayı anlamlı işbirliği çizgeleri önerilmiştir. Bu amaçla BK algoritmasına Merkezi Limit Teoreminin eklenmesi sonucu önerilen iBK Algoritma 4.1’de verilmiştir.

Algoritma 4.1. iBK algoritması

- 1 iBK (R, P, X, E)
 - 2 $\mu \leftarrow \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$
 - 3 $\sigma \leftarrow \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \mu)^2}{n}}$
 - 4 $\bar{\sigma} \leftarrow \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$
 - 5 E ’deki her ayırıt e için
 - a. Eğer $w(e) < (\mu - \bar{\sigma})$
 - i. $w(e) \leftarrow 0$
 - 6 BronKerbosch (R, P, X)
-

iBK algoritması, BK algoritması temel alınarak geliştirilmiştir ancak topluluk keşfi konusunda geliştirilen bütün algoritmalarla gereklilik durumunda ön veri işleme adımı olarak kullanılabilir.

5. YÖNTEM VE DENEYSEL SONUÇLAR

Bölüm 2’de, elde edilen verinin özelliklerinden bahsedilmişti. Veri kümesinde toplamda 408,733 adet yayın bulunmaktadır. Toplam üniversite sayısı ise 131’dir. Üniversite sayısı Türkiye’deki bütün üniversiteler değil, sadece WOS veri tabanında 2015 yılına kadar yayını bulunan üniversiteleri kapsamaktadır.

Uygulama iki bölümde geliştirilmiştir. Birinci bölüm spektral çizge bölüntüleme tekniği ile Türkiye’deki bütün üniversitelerin çizgesi bölüntülenmiş ve analiz edilmiştir. İkinci bölümde ise hizip temelli topluluk keşfi algoritması kullanılmış ve topluluk keşfi algoritmaları için bir ön revizyon adımı önerilmiştir.

5.1. Spektral Çizge Bölüntüleme ve Uygulaması

Çizge bölüntüleme algoritmalarının amacı, çizgeleri daha küçük alt çizgelere bölmektir. Çizgeyi alt çizgelere bölerken de belirlenen bir performans kriterini maksimize veya minimize etmeye çalışırlar. Spektral çizge bölüntüleme bir çok alanda kullanılmaktadır. Örnek olarak görüntü segmentasyonu [38], ağ topluluklarını tanıma [39] ve yük dengeleme [40] çalışmaları verilebilir.

5.1.1. Spektral Çizge Bölüntüleme Temelleri

Spektral çizge bölüntüleme temel olarak Laplacian matrisinin özvektörlerini temel alır ve ilk olarak Donath and Hoffman [41] ve Fiedler [42] tarafından geliştirilmiştir.

$$L = D - A$$

D : G çizgesinin derece matrisi, A : G çizgesinin bitişiklik matrisi

Spektral çizge bölüntüleme adımları şu şekildedir:

1. G çizgesinin bitişiklik matrisi oluşturulur.
2. Elde edilen bitişiklik matrisinden Laplacian matrisi hesaplanır.
3. Laplacian matrisinin özdeğer değeri ve özvektörleri hesaplanır.
4. En küçük ikinci özdeğerine karşılık gelen özvektörünün (Fiedler vektörü) işaretlerine göre çizge iki parçaya bölünür.

Çizge spektral yöntemlerle bölüntülenirken, kesme maliyeti minimize edilmeye çalışılır.

$$cut(V_1, V_2) = \min \sum_{u \in V_1, v \in V_2} w(u, v)$$

Laplacian matrisi adımı kullanılmadan özdeğer ve özvektörleri hesaplanacak ise, ikinci en küçük özdeğerine karşılık gelen özvektörü yerine, ikinci en büyük özdeğerine karşılık gelen özvektörü ile işlem yapıldığında sonuç değişmemektedir. İşlem karmaşıklığını azaltma adına, Laplacian matrisini oluşturma adımı bu çalışmada uygulanmamıştır.

Bir matrisin özdeğer ve özvektörleri ortogonal dönüşümler kullanılarak hesaplanabilir. Sonraki bölümde özdeğer ve özvektörlerin hesaplanması için kullanılan ortogonal dönüşümler anlatılmıştır.

5.1.2. Ortogonal Dönüşüm

Simetrik bir matrisin özdeğer ve özvektörleri, ortogonal dönüşüm ile nümerik olarak hesaplanabilir. R^n 'den R^n 'e lineer bir dönüşüm eğer vektör uzunluklarını ve aralarındaki açısı koruyor ise, buna ortogonal dönüşüm denilir.

$$\|T(\vec{x})\| = \|\vec{x}\|, \text{ bütün } \vec{x} \text{ in } R^n \text{ için}$$

Eğer $T(\vec{x}) = A\vec{x}$ bir ortogonal dönüşüm ise, A matrisi bir ortogonal matristir. R^n 'den R^n 'e bir T dönüşümü düşünüldüğünde, eğer R^n 'deki $\vec{v}$ ve $\vec{w}$ vektörleri ortogonal ise, $T(\vec{v})$ ve $T(\vec{w})$ dönüşümleri de ortogonaldır.

Bir çizgenin bitişiklik matrisi $A(G) = [A_{ij}]_{n \times n}$ aşağıdaki şekilde hesaplanır.

$$a_{ij} = \begin{cases} w_{ij} & \text{if } \{v_i, v_j\} \in E \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

Burada w_{ij} , (v_i, v_j) 'nin ağırlığıdır. $1 \leq i, j \leq n$, $|V| = n$. Herhangi bir x vektörü $\vec{x} \in R^n$ için,

$$\vec{x}^T A(G) = \sum_{(i,j) \in E} (x_i - x_j)^2$$

$A(G)$ (G çizgesinin bitişiklik matrisi)'nin Fiedler vektörü

$$\lambda_2 = \max_{\vec{x} \perp (1,1,\dots,1)} \frac{\vec{x}^T A(G)}{\vec{x}^T \vec{x}}$$

Sonuç olarak, G çizgesinin bitiriklik matrisi olan A matrisinin özdeğer ve özvektörlerinin hesaplanabilmesi için, aşağıdaki denklemin çözülmesi gerekir.

$$AX = \lambda X \rightarrow (A - \lambda I)X = 0$$

Bir G çizgesinin A bitişiklik matrisi simetrik bir matristir ve özdeğer ve özvektörlerinin hesaplanabilmesi için ortogonal dönüşüm uygulanabilir.

Örneğin;

$$R = \begin{bmatrix} 1 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 0 \\ \vdots & & & & \vdots & & \\ 0 & \dots & \cos \phi & \dots & \sin \phi & \dots & 0 \\ \vdots & & & & \vdots & & \\ 0 & \dots & -\sin \phi & \dots & \cos \phi & \dots & 0 \\ \vdots & & & & \vdots & & \\ 0 & \dots & 0 & \dots & 0 & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{matrix} \leftarrow p \\ \\ \leftarrow q \\ \\ \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \uparrow & \uparrow \\ p & q \end{matrix}$$

Ve $Y = RX$,

$$y_j = x_j \text{ eğer } j \neq p \text{ ve } j \neq q$$

$$y_p = x_p \cos \phi + x_q \sin \phi$$

$$y_q = -x_p \sin \phi + x_q \cos \phi$$

Olduğundan $R^{-1} = R^T$ veya $R^T R = I$. Bu dönüşüm için Jacobi serileri kullanılabilir. Söyle ki;

$$\begin{aligned}
D_0 &= A \\
D_j &= R_j^T D_{j-1} R_j \quad j = 1, 2, \dots \\
\lim_{\substack{j \rightarrow \infty \\ D_n = D}} D_j &= D = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n) \\
D_n &= R_n^T R_{n-1}^T \dots R_1^T A R_1 R_2 \dots R_{n-1} R_n \\
R &= R_1 R_2 \dots R_{n-1} R_n
\end{aligned}$$

$$\text{Ve } R^{-1} A R = D. A R = R D = R = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n)$$

G çizgesinin bitişiklik matrisi A 'nın özdeğer ve özvektörleri Matlab kullanılarak hesaplanmıştır. Ortogonal dönüşümler konusunda daha detaylı bilgi “An Introduction to Numerical Analysis” kitabından elde edilebilir [43].

5.1.3. Bölüntüleme Yöntemi

Türkiye üniversitelerinin bölüntülenmesi için ilk olarak spektral bölüntüleme yöntemi kullanılmıştır. Veride yer alan üniversite sayısı 131 olduğundan, yöntemin daha net anlaşılması için veriden alınan küçük bir bölüm ile kullanılan yöntem açıklanmıştır. Veriden elde edilen örnek bir veri aşağıdaki şekildedir:

$$W = \begin{bmatrix} 0 & 680 & 68 & 18 & 76 & 109 & 142 & 284 & 170 & 294 \\ 680 & 0 & 30 & 463 & 125 & 71 & 114 & 200 & 56 & 211 \\ 68 & 30 & 0 & 415 & 18 & 16 & 305 & 371 & 26 & 208 \\ 18 & 463 & 415 & 0 & 3 & 18 & 451 & 480 & 5 & 149 \\ 76 & 125 & 18 & 3 & 0 & 4 & 86 & 53 & 5 & 148 \\ 109 & 71 & 16 & 18 & 4 & 0 & 4 & 165 & 25 & 12 \\ 142 & 114 & 305 & 451 & 86 & 4 & 0 & 471 & 8 & 151 \\ 284 & 200 & 371 & 480 & 53 & 165 & 471 & 0 & 42 & 28 \\ 170 & 56 & 26 & 5 & 5 & 25 & 8 & 42 & 0 & 23 \\ 294 & 211 & 208 & 149 & 148 & 12 & 151 & 28 & 23 & 0 \end{bmatrix}$$

Yukarıda verilen veri ile birlikte, görselleştirilirken, üniversite isimlerinin gösterilebilmesi adına, ilgili işbirliği değerlerine ait üniversite isimleri aynı sıralamada farklı bir matris olarak aşağıdaki şekilde tutulmaktadır. Üniversite matrisindeki ikinci sütun, ilgili üniversitenin toplam yayın sayısını göstermektedir. Bu veri, görselliği arttırmak adına, çizgedeki düğüm daire boyutlarını göreceli olarak ifade etmekte

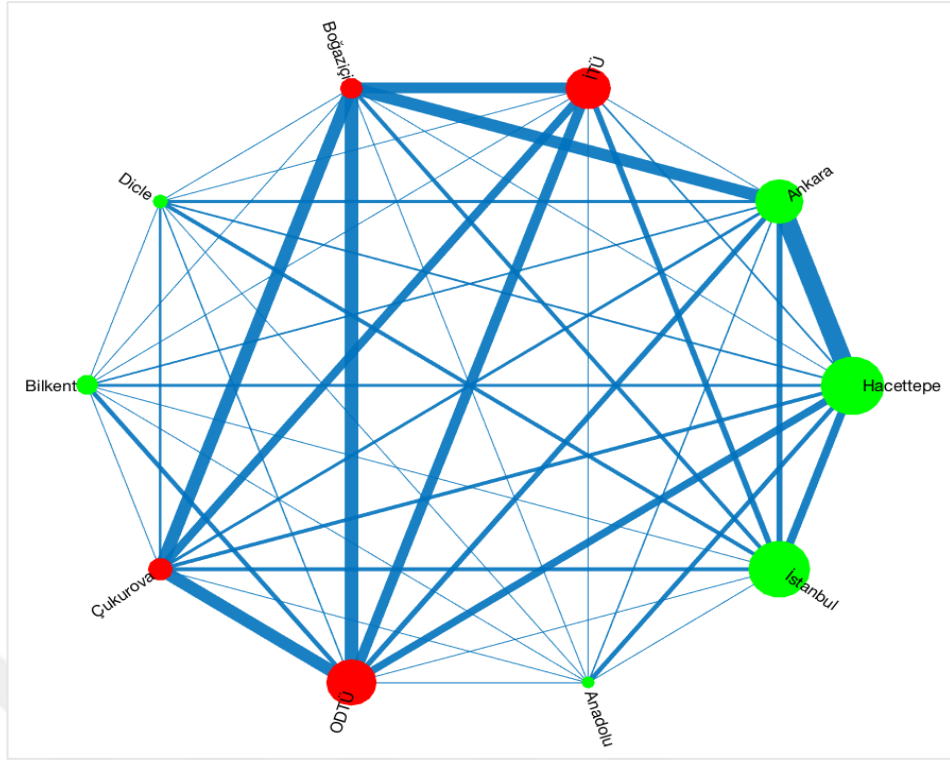
kullanılmıştır. Matriste yer alan bütün üniversitelerin toplam yayın sayılarına göre normalize edilerek düğüm boyu hesaplanır.

$$U = \begin{bmatrix} \text{Hacettepe Uni.} & 17215 \\ \text{Ankara Uni.} & 13015 \\ \text{Istanbul Teknik Uni.} & 12226 \\ \text{Boğaziçi Uni.} & 6017 \\ \text{Dicle Uni.} & 3982 \\ \text{Bilkent Uni.} & 5844 \\ \text{Çukurova Uni.} & 6554 \\ \text{Orta Doğu Teknik Uni.} & 13549 \\ \text{Anadolu Uni.} & 3364 \\ \text{Istanbul Uni.} & 16669 \end{bmatrix}$$

Çizgenin bitişiklik matrisi üzerinden $[V, D] = eig(W)$ işlemine göre sonuç özdeğer ve özvektörleri şu şekilde çıkmaktadır.

$$V = \begin{bmatrix} + & - & + & + & - & - & - & + & - & + \\ - & - & - & - & + & - & - & + & - & + \\ - & - & + & - & - & + & - & - & + & + \\ + & + & - & - & + & - & - & + & + & + \\ + & - & + & - & + & + & + & - & - & + \\ + & - & - & - & - & + & + & + & - & + \\ - & - & - & + & + & + & - & - & + & + \\ - & + & + & + & + & + & + & + & + & + \\ - & + & - & - & + & + & - & + & - & + \\ - & + & - & + & - & + & - & - & - & + \end{bmatrix}, \quad diag(D) = \begin{bmatrix} -917.9707 \\ -572.0444 \\ -365.1606 \\ -300.4723 \\ -110.2321 \\ -23.0031 \\ -12.3063 \\ 98.5886 \\ 528.0997 \\ 1674.5 \end{bmatrix}$$

Kırmızı ile işaretlenmiş olan sütun ikinci en büyük özdeğere (528.0997) karşılık gelen özvektördür. Bu vektörde (+) işaretine karşılık gelen bitişiklik matrisindeki düğümler bir sınıf, (-) işaretine karşılık gelen düğümler ise diğer sınıftır. Sınıflandırma sonucu ortaya çıkan çizge Şekil 5.1’de gösterilmiştir. Yeşil renge sahip düğümler bir sınıf, kırmızı renge sahip düğümler diğer sınıftır. Uygulama kullanılan algoritma Algoritma 5.1’de verilmiştir.



Şekil 5.1. Örnek verinin spektral çizge bölüntüleme algoritması sonucu oluşan sınıflar

Bu test verisinin bölüntüleme sonucu ortaya çıkan alt çizgeler incelendiğinde, teknik olarak ön plana çıkan üniversiteler bir grupta yer alırken, diğerleri ikinci grupta yer almıştır.

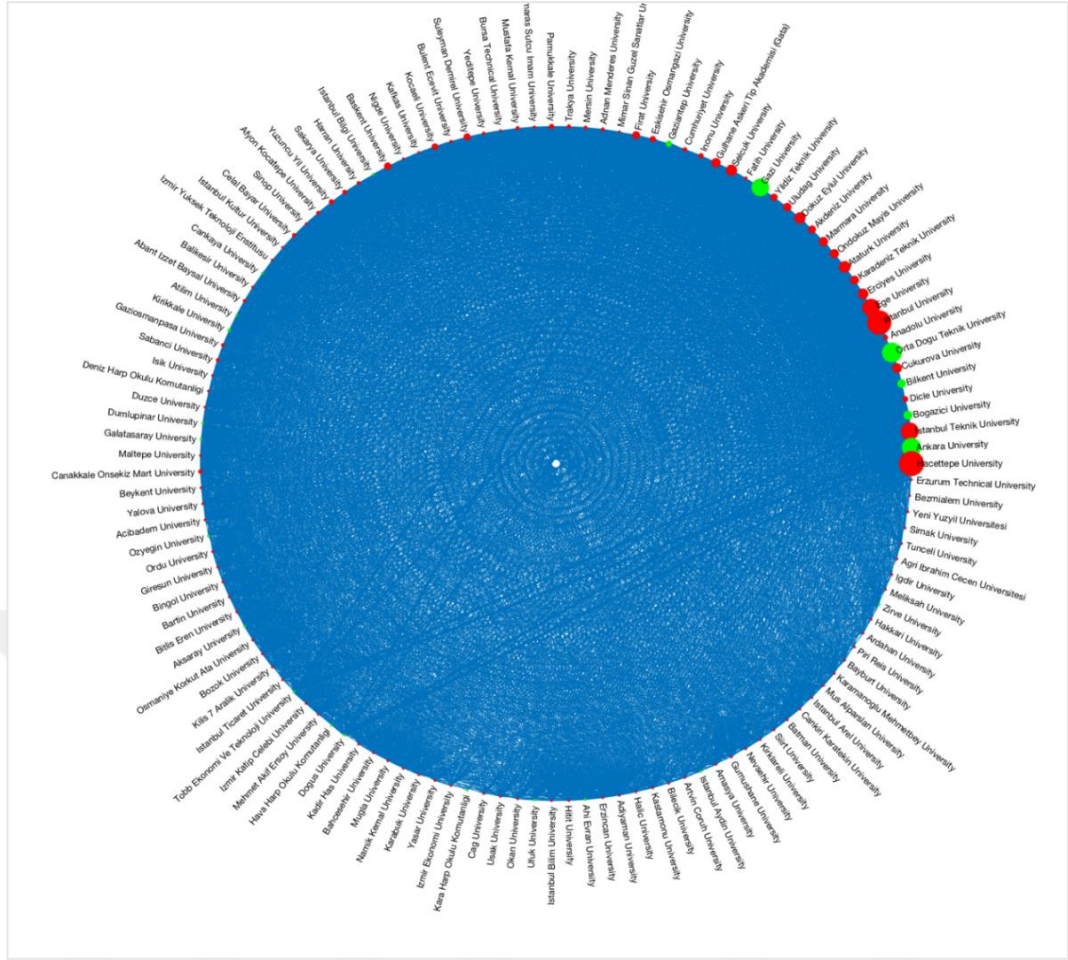
5.1.4. Bölüntüleme Algoritması ve Sonuçlar

Bölüntüleme algoritması özyinelemeli (recursive) şekilde çalıştırılarak, çizge ikiden daha fazla alt çizgeye ayrılabilir [21]. Türkiye’deki bütün üniversitelerin, bölüntüleme algoritması sonucu oluşan çizge Şekil 5.2’de verilmiştir. Algoritma iki aşama çalıştırılmıştır. Birinci çalıştırma sonucu oluşan çizge ve bulunan sınıflar Şekil 5.2’deki şekildedir. Bu şekilde renklendirme ile sınıflar belirtilmiş, aynı zamanda oluşan alt çizgeler Şekil 5.4 ve Şekil 5.5’te verilmiştir. Ancak bu alt çizgeler üzerinde ikinci kez algoritmanın çalıştırılması sonucu oluşan sınıflar sadece kırmızı ve yeşil renkler olmak üzere görsel olarak ifade edilmiştir. Bir seviye daha şekilsel olarak verilmemiştir.

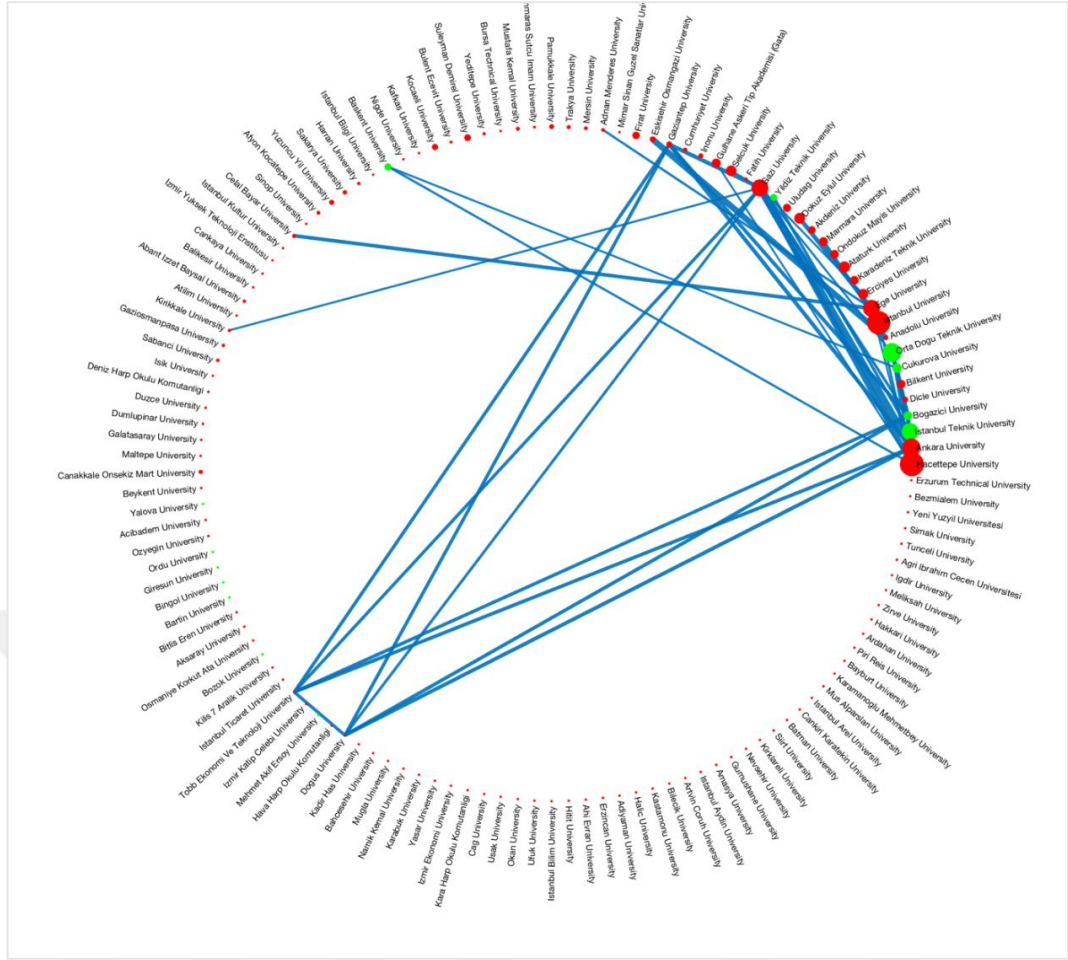
Algoritma 5.1. Bölüntüleme Algoritması

1. $A_{Weighted}$ = Veriden elde edilen ağırlıklı bitişiklik matrisi
 2. $[V, D] \leftarrow$ Hesaplanan özdeğerler ve özvektörler
 3. $D_{SecondMax}$ = En büyük ikinci özdeğer
 4. $V_{fiedler} = D_{SecondMax}$ özdeğerine karşılık gelen özvektör
 5. $Class1 \leftarrow \phi$
 6. $Class2 \leftarrow \phi$
 7. $j \leftarrow 0$
 8. $k \leftarrow 0$
 9. $i \leftarrow 1$ den $size(V_{fiedler})$ 'e kadar
 - a. eğer $V[i]$ negatif ise
 - i. $Sınıf1[j] \leftarrow V[i]$
 - ii. $j \leftarrow j+1$
 - b. Eğer $V[i]$ pozitif ise
 - i. $Sınıf2[k] \leftarrow V[i]$
 - ii. $k \leftarrow k+1$
 10. Sınıf1 ve Sınıf2 için $A_{weighted}$ çizgesini çizdir
-

Şekil 5.2, veri yoğunluğundan ötürü incelenmesi zor bir şekildir. Bu sebeple, aynı çizgeden, ayrıt ağırlığı yani iki düğüm arasındaki işbirliği sayısı 250'den az olan durumlar çizgeden silinmiştir. Bu işlem sonucu oluşan çizge Şekil 5.3'te verilmiştir. Burada kullanılan 250 sayısı, görselleştirme gücünü arttırmak adına, deneme yanılma yöntemi ile belirlenmiş bir sayıdır.

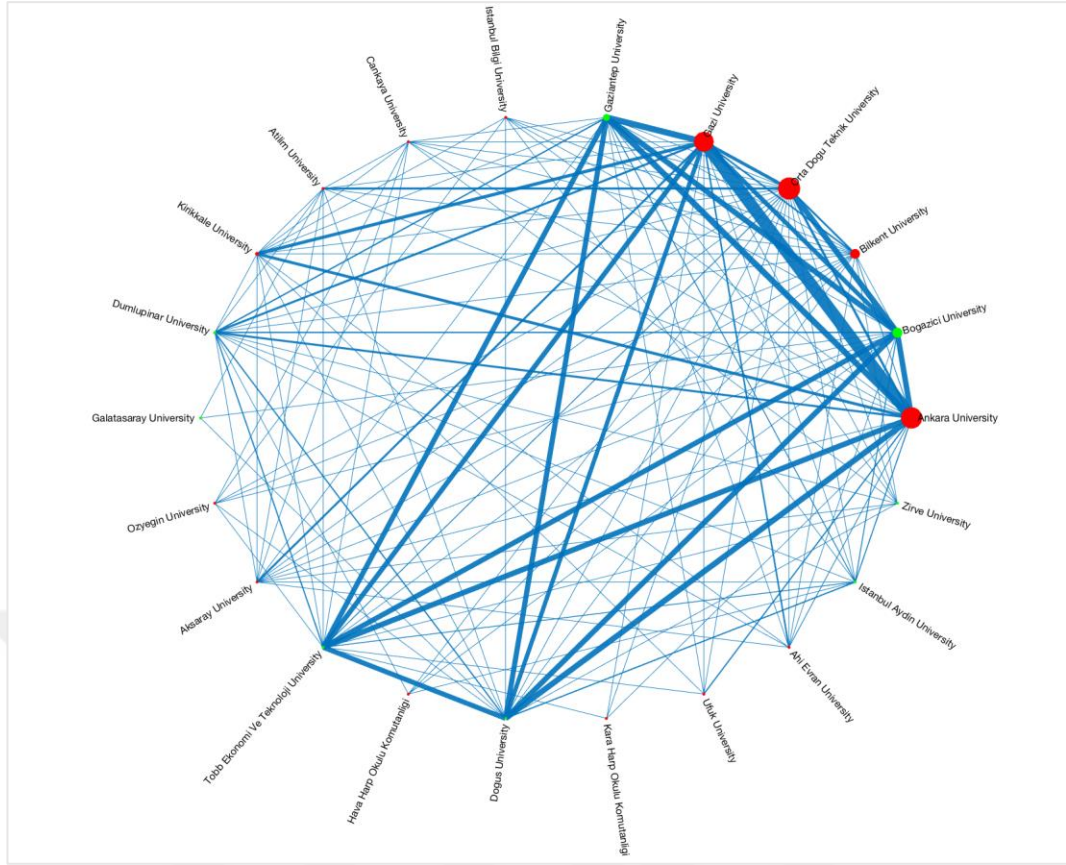


Şekil 5.2. Türkiye üniversitelerinin işbirliği çizgesinin spektral çizge bölüntüleme yöntemi ile bölüntülenmiş durumu



Şekil 5.3. Şekil 5.2’de verilen işbirliği çizgesinin, işbirliği sayısı 250’den daha az olan ayrıtların silinmiş durumuna spektral çizge bölüntüleme algoritmasının uygulanmış hali

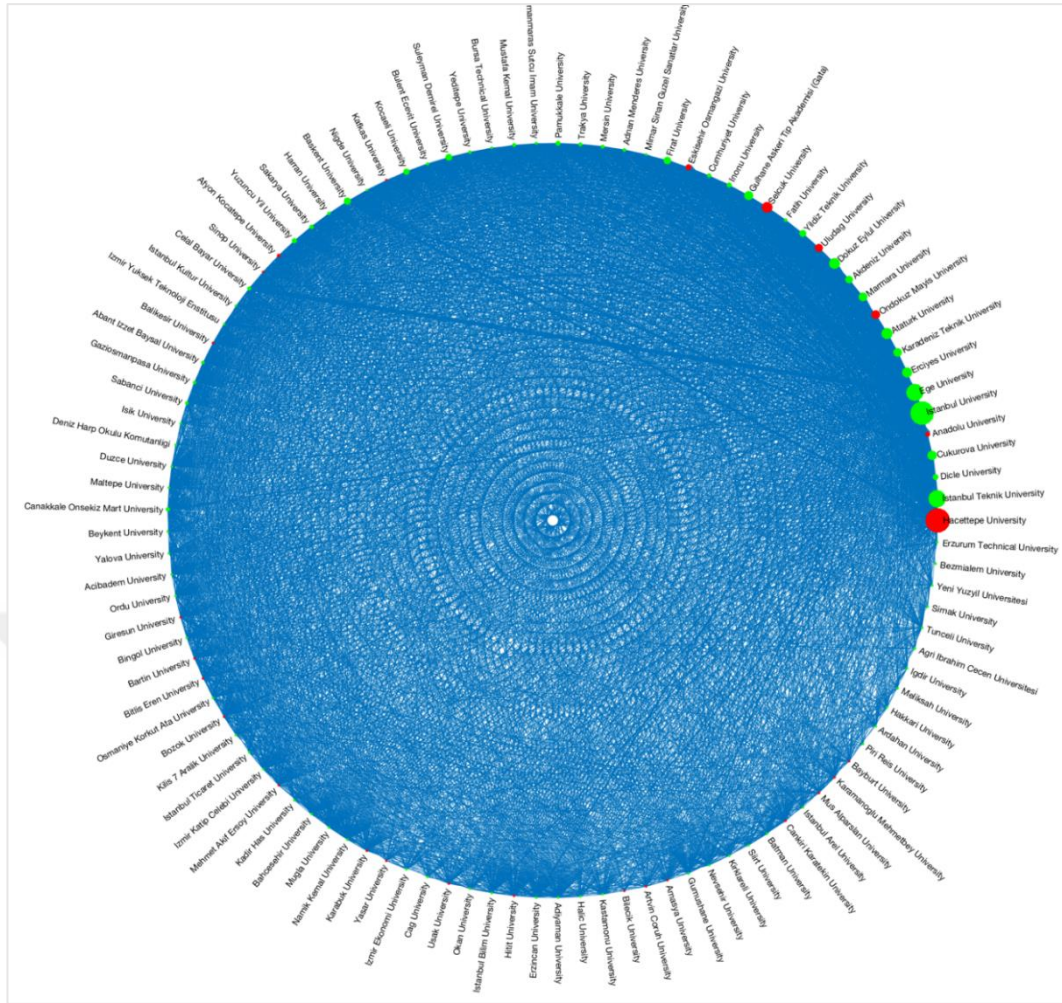
Şekil 5.3’den görülebileceği üzere, en fazla işbirliği yapan üniversiteler, Türkiye’nin iki büyük şehri olan İstanbul ve Ankara’da yer alan üniversitelerdir. Ayrıca, Şekil 5.3’te yer alan ayrıtların 250 adet işbirliğinden daha fazla işbirliğine sahip olan üniversiteler olduğu düşünüldüğünde, aynı ilde bulunan üniversitelerin, geri kalan üniversitelere göre daha fazla işbirliği içerisinde olduğu görülmektedir. Şekil 5.4 ve Şekil 5.5’te verilen çizgeler ise, algoritmanın ilk çalışması sonucu çıkan alt çizgeler ile tekrar çalıştırılması sonucu elde edilen çizgelerdir. Toplamda iki seviye bölüntüleme yapılmıştır.



Şekil 5.4. Şekil 5.2’deki çizgenin bölüntüleme sonucu oluşan iki alt çizgeden birinci alt çizge

Bölüntüleme algoritmasının bir kez çalıştırılması sonucu oluşan birinci alt çizgede 25, ikinci alt çizgede 106 adet üniversite vardır. İlk bölüntüleme işlemi sonucu oluşan alt çizgelere bakıldığında işbirliklerini etkileyen iki faktör dikkat çekmektedir. Birinci faktör üniversitelerin bulundukları il ve bölgeler, ikinci faktör ise üniversitelerin öne çıktıkları araştırma alanları. Örneğin, birinci sınıfta yer alan üniversitelere bakıldığında diğer üniversitelere nispeten daha çok teknik olarak ön plana çıkan üniversiteler olduğu görülmektedir.

Şekil 5.4’teki birinci sınıfta yer alan üniversitelere bakıldığında, bölgesel yakınlığın işbirliklerini etkileyen en önemli faktör olduğu daha net olarak görülmektedir. Ayrıca, benzer çalışma alanlarına sahip üniversitelerin daha fazla işbirliği içerisinde oldukları görülmektedir. Örnek olarak Ankara ve Gazi Üniversiteleri verilebilir.



Bölüntüleme sonucu yapılan analizlerde, Türkiye'deki akademik işbirliklerini etkileyen faktörler olarak mekânsal yakınlık, araştırma alanı ve kurulum aşamasındaki işbirliklerinin önemli olduğu ortaya çıkmıştır. Ancak, spektral çizge bölüntülemenin kullanılan veriye çok uygun olmadığı görülmektedir. Çünkü, spektral bölüntüleme iteratif olarak bölüntüleme yapmakta ve aslında her bölme işleminden sonra yapılacak olan bir sonraki bölmede veri kaybı olmakta, bu da bazı ilişkilerin yok olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca, bu bölüntüleme yöntemi, kesişen düğümleri bulmamaktadır. Ancak akademik işbirlikleri düşünüldüğünde, bir üniversitenin birden fazla alt çizge içerisinde bulunabileceği açıktır. Bu sebeple, analize topluluk keşfi temelli devam edilmesi daha uygun görülmüştür.

5.2. Uygulama ve Önerilen Yöntem

Verinin büyük olmasından dolayı, analizlerin bölgesel bazda yapılması, görselleştirme açısından uygun görülmüştür. Ayrıca, yapılan geçmiş çalışmalarda da, üniversiteler arası işbirliklerini etkileyen faktörler arasında mekânsal yakınlığın etkili olduğu görülmüştür [44, 45]. Bu sebeple, bölgesel bazda analiz etmenin aslında çok fazla veri kaybına sebep olmadığı görülmüş oldu.

Türkiye 7 bölgeye ayrılmaktadır. Bu bölgeler, Akdeniz, Doğu Anadolu, Ege, Güney Doğu Anadolu, İç Anadolu, Karadeniz ve Marmara bölgeleridir. Bütün bölgelerdeki üniversite sayıları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1. Türkiye’de bölgeler bazında üniversite sayıları (vakıf ve devlet üniversiteleri toplam sayıları)

Bölge	Üniversite Sayısı
Akdeniz Bölgesi	9
Doğu Anadolu Bölgesi	15
Ege Bölgesi	13
Güney Doğu Anadolu Bölgesi	9
İç Anadolu Bölgesi	26
Karadeniz Bölgesi	17
Marmara Bölgesi	42

Çizelge 5.1’den görülebileceği gibi en fazla üniversite sayısına sahip bölge Marmara bölgesidir. Marmara bölgesini İç Anadolu ve Karadeniz Bölgeleri takip etmektedir. Bu üç bölgedeki üniversite sayıları fazla olduğundan hizip sayıları da fazla olmaktadır. Bu sebeple hizip çizelgeleri kıyaslamalı olarak sunulmamış ancak işbirliği çizelgeleri verilmiştir. Karadeniz Bölgesi’nde nispeten daha az üniversite olmasına karşın, bölgenin yapısı itibari ile fazla sayıda hizip çıkmıştır.

En az üniversite sayısına sahip bölgeler ise, Akdeniz ve Güney Doğu Anadolu bölgeleridir. Bu bölgelerde üniversite sayısının az olmasının bir sebebi de bölgede bulunan il sayısıdır.

İşbirliği çizgelerinde, kıyaslamının daha iyi görselleştirilmesi adına bazı görsel eklemeler yapılmıştır. Birinci ekleme, ayrıt kalınlıkları ayrıt ağırlıkları ile orantılı olarak ifade edilmiştir. Bir diğer ekleme ise, düğümlerin halka boyutları, ilgili üniversitenin toplam yayın sayısı ile orantılı olarak görselleştirilmiştir. Bu sayede, bölgelerin öncü üniversiteleri ve yoğun veya zayıf ilişki içerisindeki üniversitelerin görsel olarak daha iyi ifade edilmesi sağlanmıştır. Üniversitelerin toplam yayın sayıları Ek Çizgelge 1’de verilmiştir. Düğüm boyutları toplam yayın sayısı ile orantılı olarak görselleştirilmiştir. Ayrıca ayrıt ağırlıkları, marmara bölgesi hariç bütün bölgelerde sunulan ağırlıklı bitişiklik matrisi çizelgelerinde ifade edilmiştir. Marmara bölgesinin bitişiklik matrisi 42x42 boyutunda bir matris meydana getirdiğinden verilememiştir.

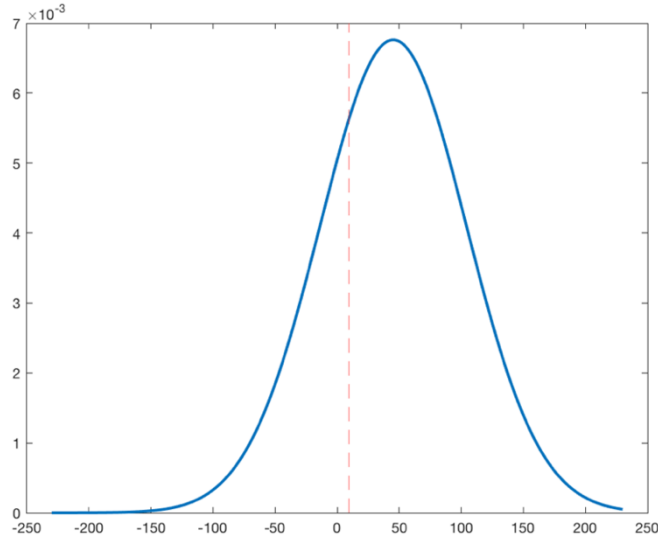
Analizler, BK algoritması ile yapılmıştır. Görsellerin organizasyonu şu şekildedir. İlk çizgeler, bölgelerin işbirliği çizgeleridir. İkinci çizgeler, bölgelerin anlamlı işbirliği çizgeleridir. Üçüncü ve dördüncü çizgeler ise, bölgelerin sıralı olarak mühendislik ve tıp alanında anlamlı işbirliği çizgeleridir.

5.2.1. Akdeniz Bölgesi

Akdeniz bölgesinde 9 adet üniversite bulunmaktadır. Şekil 5.6’da Akdeniz Bölgesi’nin işbirliği çizgesi verilmiştir. Şekil 5.7’de Akdeniz Bölgesi işbirliği çizgelerinin ayrıt ağırlıklarına göre oluşturulmuş grafiği ve merkezi limit teoremi alt sınır değeri (kırmızıçizgi) verilmiştir. Şekil 5.8’de ise bölgenin anlamlı işbirliği çizgesi verilmiştir.

Şekil 5.9 ve Şekil 5.10’da sıralı olarak mühendislik ve tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgeleri verilmiştir. Çizelge 5.2’de ise, Akdeniz Bölgesi üniversitelerinin ağırlıklı bitişiklik matrisi verilmiştir.

Çizelge 5.’de ise, bölge üniversitelerinin BK ve iBK algoritmaları sonucu ortaya çıkan hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler gösterilmiştir. BK algoritması sonucu oluşan hizip sayısı ikidir. Hizip sayısının az olması, göreceli olarak üniversite



Şekil 5.7. Akdeniz Bölgesi işbirliği PDF grafiği

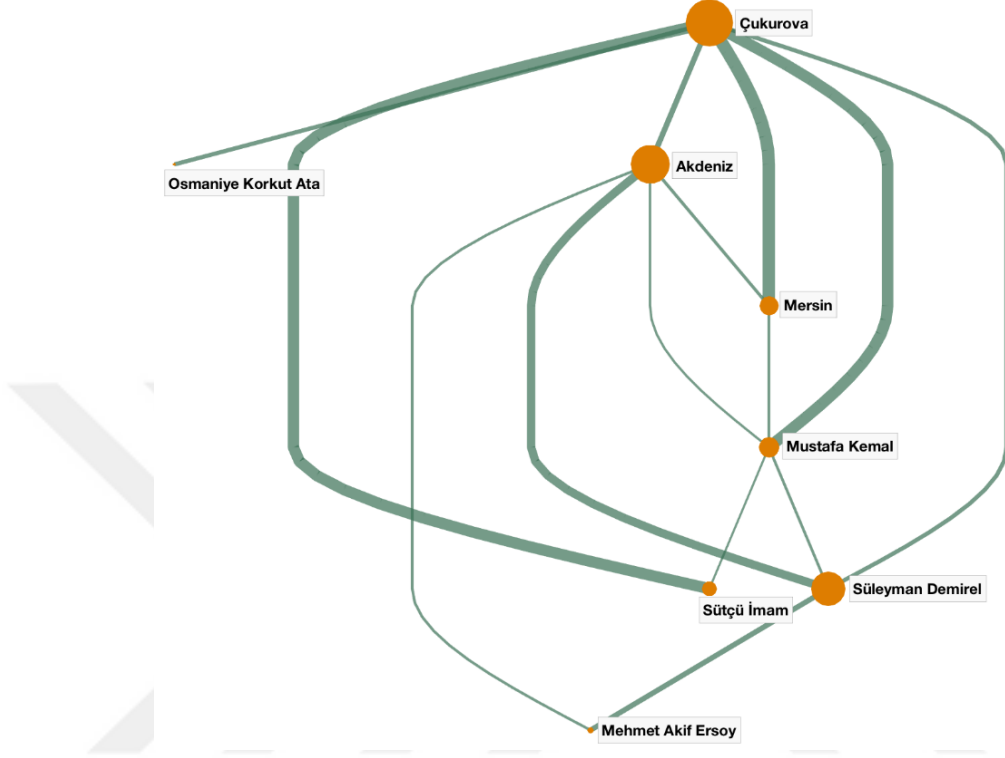
Mühendislik ve tıp alanındaki duruma bakıldığında ise, mühendislik alanında öncü üniversite değişmez iken, tıp alanında Akdeniz Üniversitesi öncü duruma geçtiği görülmektedir. Ayrıca çizgelerdeki işbirliği oranlarına bakıldığında, Akdeniz ve Çukurova Üniversiteleri'nin aralarındaki işbirliğinin daha çok tıp alanında olduğu farkedilmektedir.

Çizelge 5.2. Akdeniz Bölgesi üniversiteleri ağırlıklı bitişiklik matrisi

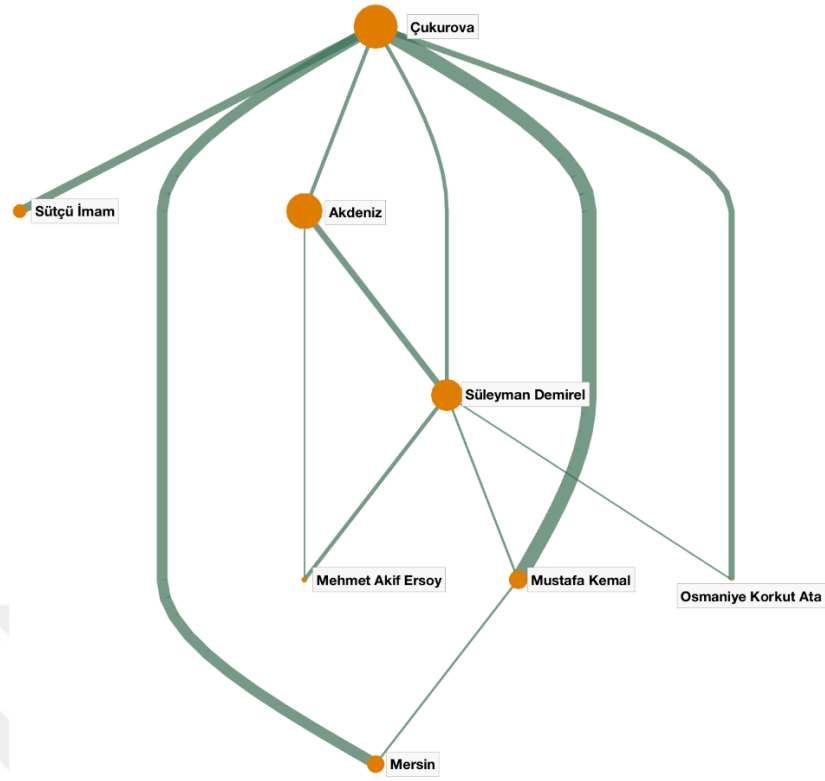
	Çukurova	Akdeniz	Mersin	Sütçü İmam	M. Kemal	S. Demirel	Osmaniye	M.A. Ersoy	Çağ
Çukurova	0	97	220	197	199	73	74	11	15
Akdeniz	97	0	55	25	42	147	4	47	0
Mersin	220	55	0	34	47	27	2	8	5
Sütçü İmam	197	25	34	0	38	28	23	2	4
M. Kemal	199	42	47	38	0	48	6	15	19
S. Demirel	73	147	27	28	48	0	20	92	2
Osmaniye	74	4	2	23	6	20	0	1	0
M.A.Ersoy	11	47	8	2	15	92	1	0	0
Çağ	15	0	5	4	19	2	0	0	0

Çukurova ve Mustafa Kemal Üniversiteleri'nin arasında mühendislik alanındaki işbirliği sayısının fazla olduğu görülmektedir. Çukurova Üniversitesi'nin Mersin ve Sütçü İmam Üniversiteleri ile hem mühendislik hem de tıp alanında genel duruma göre

kıyaslandığında daha kararlı bir işbirliği içerisinde olduğu görülmektedir. İşbirliği oranlarına bakıldığında, üniversite yerleşkelerinin mekânsal olarak yakınlığının işbirliklerini doğrudan etkilediği gözlemlenmektedir.



Şekil 5.8. Akdeniz Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.9. Akdeniz Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.10. Akdeniz Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

Üniversiteler arası işbirliklerini etkileyen bir diğer faktör ise, üniversitelerin kurulum aşamasındaki ortaklıklarıdır. Şöyle ki, bir üniversitenin kuruluşunda genellikle daha önce kurulmuş olan üniversitelerden mekânsal olarak en yakın olan

üniversite ile işbirliği içerisinde olmaktadır. Bu durum, araştırmacıların tanışması, üniversiteler arasında geçiş yapması gibi sosyal sonuçlar doğurduğundan, kurulduktan sonra da bu üniversiteler arasında işbirlikleri devam etmektedir. Akdeniz bölgesinin en eski üniversiteleri Çukurova ve Akdeniz Üniversiteleri'dir. Bu durum zaten gerek genel durumda gerekse de mühendislik ve tıp özel durumunda net olarak ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 5.3. Akdeniz Bölgesi'ndeki üniversitelerin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler

Üniversite	BK Hizipleri		iBK Hizipleri				
	H1	H2	H1	H2	H3	H4	H5
Çukurova	•	•	•	•	•	•	
Mersin	•	•	•				
Akdeniz	•		•	•			•
Sütçü İmam	•	•			•		
M. Kemal	•	•	•	•	•		
S. Demirel	•	•		•			•
Korkut Ata	•					•	
M. Akif Ersoy	•						•
Çağ		•					

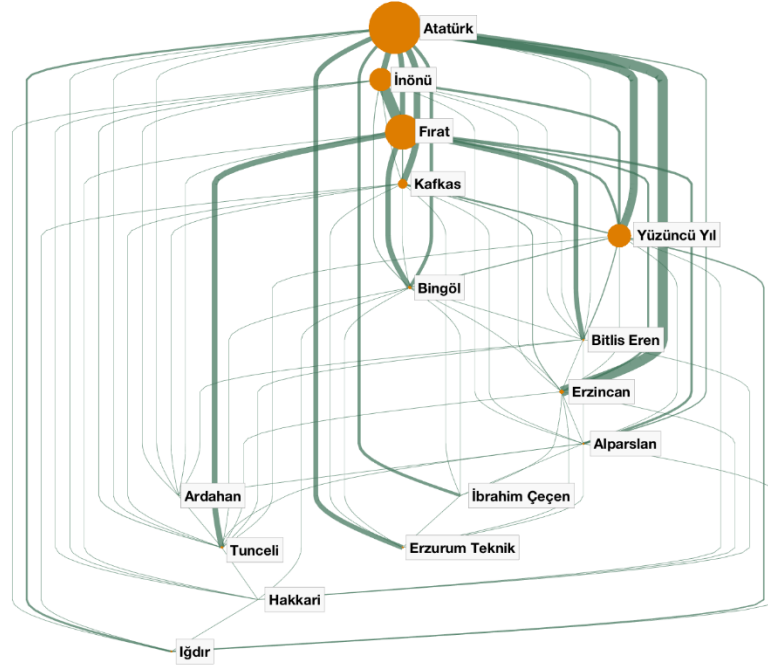
5.2.2. Doğu Anadolu Bölgesi

Doğu Anadolu bölgesinde, 15 adet üniversite bulunmaktadır. Bu üniversitelere ait işbirliği çizgesi Şekil 5.11'de verilmiştir. Anlamli işbirliği çizgesi ise Şekil 5.12'de sunulmuştur. Ayrıca mühendislik ve tıp alanındaki anlamli işbirliği çizgeleri ise Şekil 5.13 ve Şekil 5.14'te verilmiştir. Ağırlıklı bitişiklik matrisi Çizelge 5.4'te verilmiştir. BK ve iBK algoritmaları sonucu oluşan hizip ve hiziplerde yer alan üniversiteler ise Çizelge 5.5'de gösterilmiştir.

Doğu Anadolu Bölgesi'nin öncü üniversitesi, ek bilgiye ihtiyaç duymadan ortaya çıkmıştır ve Atatürk Üniversitesi'dir. Çizelge 5.'den görülebileceği gibi, BK algoritması sonucu 8 hizip çıkarken, iBK algoritması 10 hizip meydana getirmiştir. Bunun sebebi, silinen ayrıtlar bulunmasıdır. Bölgenin öncü üniversitesi hem BK algoritmasında hem de iBK algoritmasında ek bilgiye ihtiyaç duymadan ortaya çıkmıştır. Atatürk Üniversitesi BK sonucu 8 hizipte, iBK sonucu da 8 adet hizipte yer almıştır.

Çizelge 5.4. Doğu Anadolu Bölgesi üniversiteleri ağırlıklı bitişiklik matrisi

	Atatürk	İnönü	Fırat	Kafkas	Y. Yıl	Bingöl	Bitlis	Erzincan	Alpaslan	Ardahan	Hakkari	Iğdır	İ. Çeçen	Tunceli	E. Teknik
Atatürk	0	107	96	118	146	62	5	184	21	8	8	37	54	10	88
İnönü	107	0	199	11	45	14	5	4	5	1	4	4	0	12	0
Fırat	96	199	0	22	46	98	88	36	42	5	2	0	0	103	0
Kafkas	118	11	22	0	24	1	1	17	1	3	0	1	1	1	2
Y. Yıl	146	45	46	24	0	18	20	9	8	0	3	25	0	8	0
Bingöl	62	14	98	1	18	0	4	6	0	0	2	0	5	9	3
Bitlis	5	5	88	1	20	4	0	9	4	1	1	0	0	3	0
Erzincan	184	4	36	17	9	6	9	0	7	0	2	0	6	1	3
Alpaslan	21	5	42	1	8	0	4	7	0	3	0	3	2	6	2
Ardahan	8	1	5	3	0	0	1	0	3	0	0	0	0	2	0
Hakkari	8	4	2	0	3	2	1	2	0	0	0	1	0	1	0
Iğdır	37	4	0	1	25	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
İ. Çeçen	54	0	0	1	0	5	0	6	2	0	0	0	0	0	1
Tunceli	10	12	103	1	8	9	3	1	6	2	1	0	0	0	0
E.Teknik	88	0	0	2	0	3	0	3	2	0	0	0	1	0	0



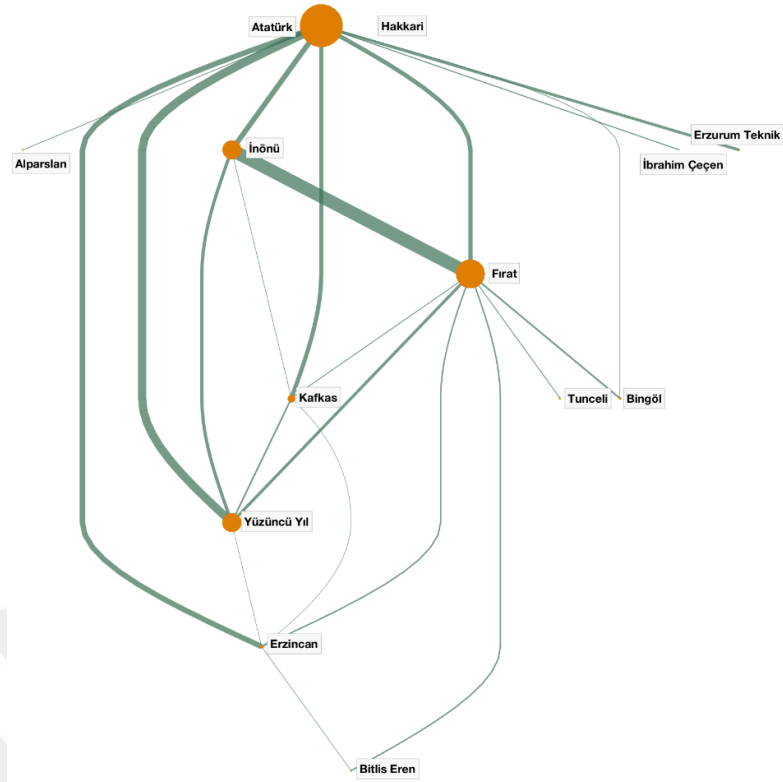
Şekil 5.11. Doğu Anadolu Bölgesi işbirliği çizgesi



Şekil 5.12. Doğu Anadolu Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.13. Doğu Anadolu Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.14. Doğu Anadolu Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

Çizelge 5.5. Doğu Anadolu Bölgesi üniversitelerinin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler

Üniversite	BK Hizipleri								İBK Hizipleri									
	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 1	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	H 7	H 8	H 9	H 10
Atatürk	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
İnönü	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Fırat	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kafkas	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Yüzüncü Yıl	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bingöl	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Bitlis Eren	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Erzincan	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Muş Alpaslan	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ardahan	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Hakkâri	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Iğdır	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Ağrı İbrahim Çeçen	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Tunceli	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Erzurum Teknik	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•

Doğu Anadolu Bölgesi hiziplerine bakıldığında, BK algoritmasına yapılan eklemenin etkisi net olarak görülmektedir. Örneğin bütün çizgelerde ve Çizelge 5.'deki hiziplerde Atatürk Üniversitesi'nden sonra gelen üniversite Fırat Üniversitesi'dir. Zaten iBK algoritması onucu ortaya çıkan hiziplerin 7 tanesinde yer almaktadır. Ancak BK algoritması sonucuna bakıldığında Kafkas, Yüzüncü Yıl ve Erzincan üniversiteleri daha fazla hizipte yer almış durumdadır. Bu durum, Fırat Üniversitesi'ni daha geride göstermektedir. Sonuç olarak hizip en güçlü topluluktur ancak bahsedilen hatalardan ve çok az işbirliklerinin ayrıt oluşturmamasından dolayı, nispeten az çalışma sayısına sahip üniversiteler daha ön plana çıkabilmektedir. Ancak az sayıda veya tesadüfi denilebilecek verilerin silinmesi, genel durumu daha net ortaya çıkarmaktadır.

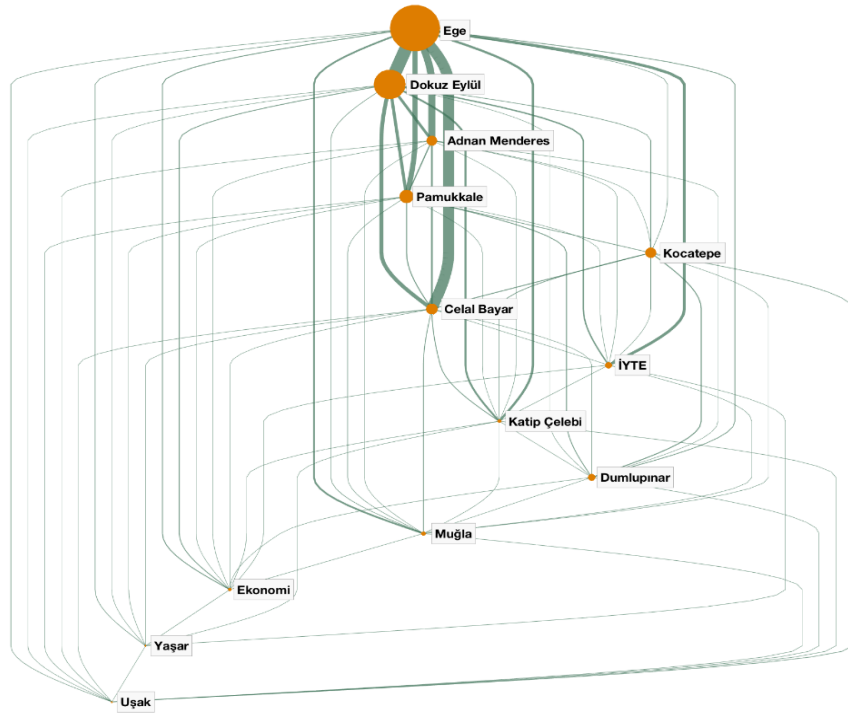
5.2.3. Ege Bölgesi

Ege Bölgesi'nde 13 adet üniversite bulunmaktadır. Ege Bölgesi'nin işbirliği çizgesi Şekil 5.15'te verilmiştir. Ayrıca anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.16'da, mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.17'de ve tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.18'de sunulmuştur. Ege Bölgesi üniversiteleri için, çizgelerde kullanılan ağırlıklı bitişiklik matrisi Çizelge 5.6'da verilmiştir. BK ve iBK algoritmaları sonucu oluşan hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler ise Çizelge 5.7'de gösterilmiştir.

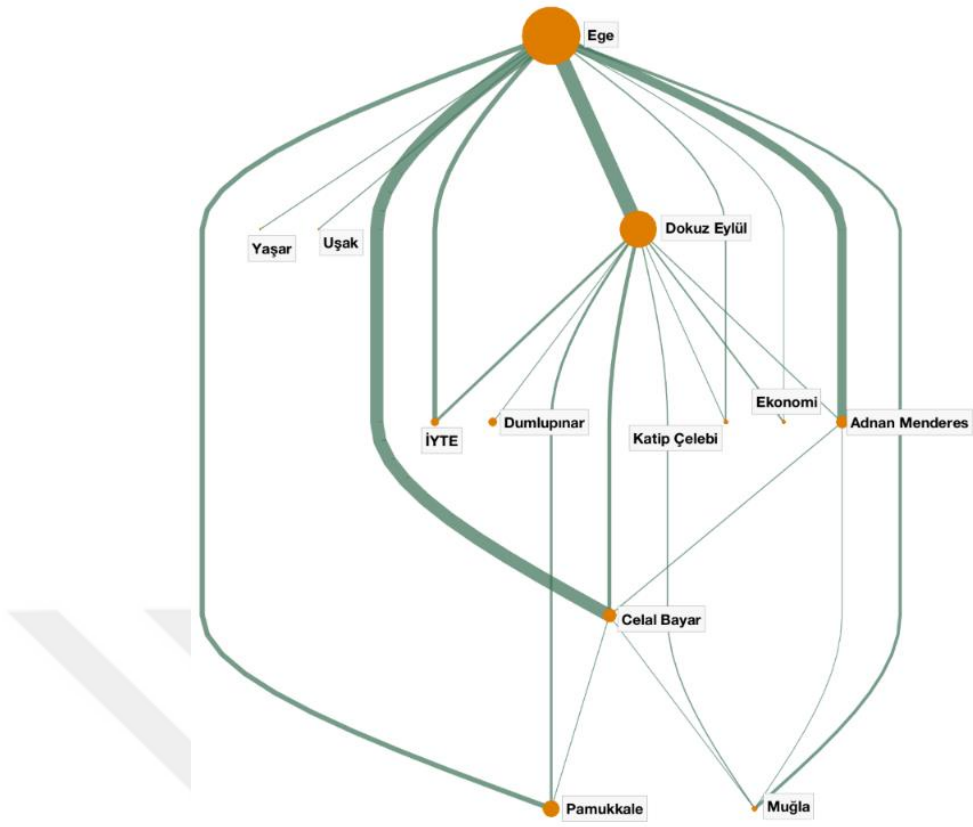
Çizelge 5.7'den görülebileceği gibi Ege Bölgesi'nin öncü üniversitesi Ege Üniversitesi'dir. Ancak Çizelge 5.7'de üniversitelerin hiziplerde yer alma sayılarına bakıldığında, BK algoritması sonucu Ege, Dokuz Eylül, Pamukkale, Celal Bayar ve İzmir Kâtip Çelebi Üniversite'leri bütün hiziplerde yer almaktadır. Doğal olarak öncü üniversite analizi yayın sayılarına bakılarak yapılabilir. Ancak iBK sonucu oluşan hiziplere bakıldığında, en fazla hizipte yer alan üniversite Ege Üniversitesi'dir. Sonuç olarak ek bilgiye gerek kalmadan bölgenin öncü üniversitesi tespit edilmiştir.

Çizelge 5.6. Ege Bölgesi üniversiteleri arası ağırlıklı bitişiklik matrisi

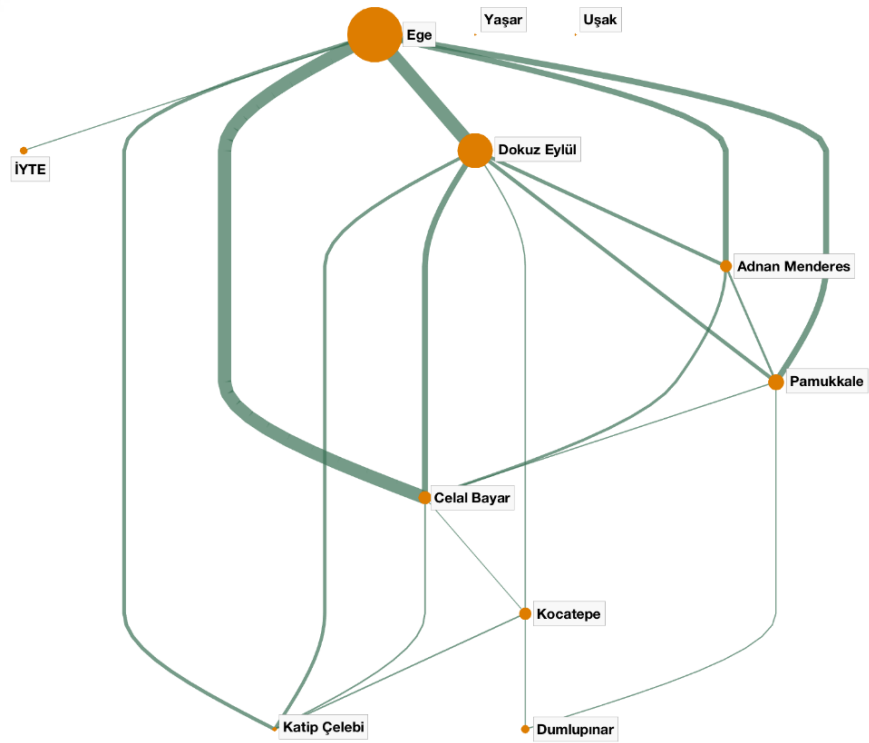
	Ege	D. Eylül	A. Menderes	Pamukkale	A. Kocatepe	C. Bayar	İYTE	Dumlupınar	K. Çelebi	Muğla	Yaşar	Ekonomi	Uşak
Ege	0	561	309	222	25	473	125	34	101	79	27	39	24
D. Eylül	561	0	119	133	29	169	61	20	83	27	20	37	12
A. Menderes	309	119	0	52	22	75	5	9	16	20	0	5	3
Pamukkale	222	133	52	0	31	43	10	37	18	24	1	4	7
A. Kocatepe	25	29	22	31	0	40	4	43	33	8	0	0	28
C. Bayar	473	169	75	43	40	0	9	12	36	33	2	4	3
İYTE	125	61	5	10	4	9	0	0	12	4	4	9	0
Dumlupınar	34	20	9	37	43	12	0	0	3	4	0	2	3
K. Çelebi	101	83	16	18	33	36	12	3	0	8	1	3	1
Muğla	79	27	20	24	8	33	4	4	8	0	0	1	5
Yaşar	27	20	0	1	0	2	4	0	1	0	0	11	5
Ekonomi	39	37	5	4	0	4	9	2	3	1	11	0	0
Uşak	24	12	3	7	28	3	0	3	1	5	5	0	0



Şekil 5.15. Ege Bölgesi işbirliği çizgesi



Şekil 5.17. Ege Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.18. Ege Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

Çizelge 5.7. Ege Bölgesi üniversitelerinin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler

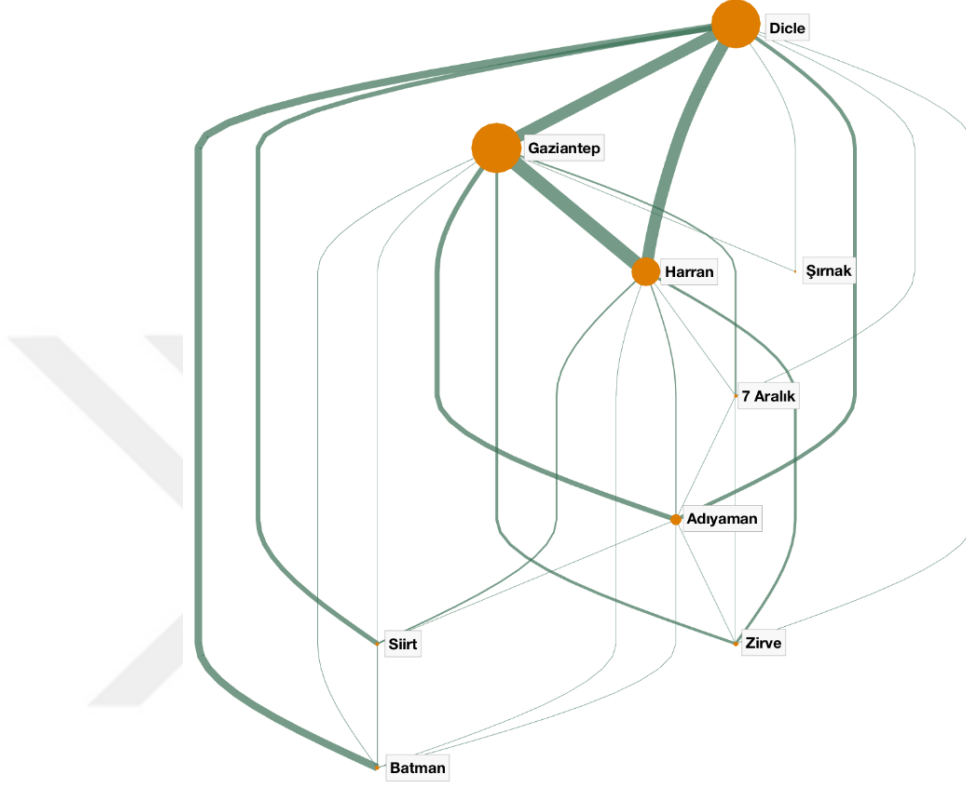
Üniversite	BK Hizipleri						iBK Hizipleri							
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Ege	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		
Dokuz Eylül	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•				
Aç Menderes	•	•	•	•			•							
Pamukkale	•	•	•	•	•	•	•				•			
Aç Kocatepe	•		•										•	•
Celal Bayar	•	•	•	•	•	•	•	•					•	
İYTE	•	•			•				•					
Dumlupınar			•	•							•			•
Kâtip Çelebi	•	•	•	•	•	•		•						
Muğla	•	•	•	•								•		
Yaşar					•	•								
Ekonomi		•		•	•				•					
Uşak			•			•								

5.2.4. Güney Doğu Anadolu Bölgesi

Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde 9 adet üniversite bulunmaktadır. Bölge üniversitelerinin işbirliği çizgesi Şekil 5.19, anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.20, mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.21 ve tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.22'de verilmiştir. Çizgelerde kullanılan ağırlıklı bitişiklik matrisi Çizelge 5.8'de verilmiştir. Ayrıca bölge üniversitelerinin BK ve iBK algoritmaları sonucu oluşturdukları hizip sayıları ve üniversitelerin yer aldığı hizipler Çizelge 5.9'de sunulmuştur.

Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin BK ve iBK algoritmaları sonucu oluşan hizip ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler Çizelge 5.9'da gösterilmiştir. BK algoritması sonucu bölge üniversiteleri 3 adet hizip oluşturmaktadır ve Dicle ve Gaziantep Üniversiteleri 3 hizipte de ortak üniversitelerdir. iBK algoritması sonucu ise 6 adet hizip meydana gelmiştir. En fazla hizipte yer alan üniversiteler tekrar Dicle ve Gaziantep üniversiteleridir. Bölgenin öncü üniversitesi her iki algoritma ile de ek bilgiye ihtiyaç duyularak ortaya çıkmaktadır denilebilir. Ancak bu eşitlik durumunun ortaya çıkmasında en önemli etken, zaten her iki üniversitenin de verilerindeki benzerliktir. Çok az bir fark ile Gaziantep Üniversitesi bölgenin öncü üniversitedir analizi yapılabilir ancak fark az olduğundan bu doğru bir analiz olmaz. Sonuç olarak

her iki üniversite de bölgenin öncü üniversiteleridir yorumu daha gerçekçidir. Bu durum göstermiştir ki, iBK algoritması sonucu aynı sayıda hizip içerisinde yer alan üniversiteler, düğümün geri kalanı ile belli bir güven seviyesinin üzerinde işbirliği içerisinde.



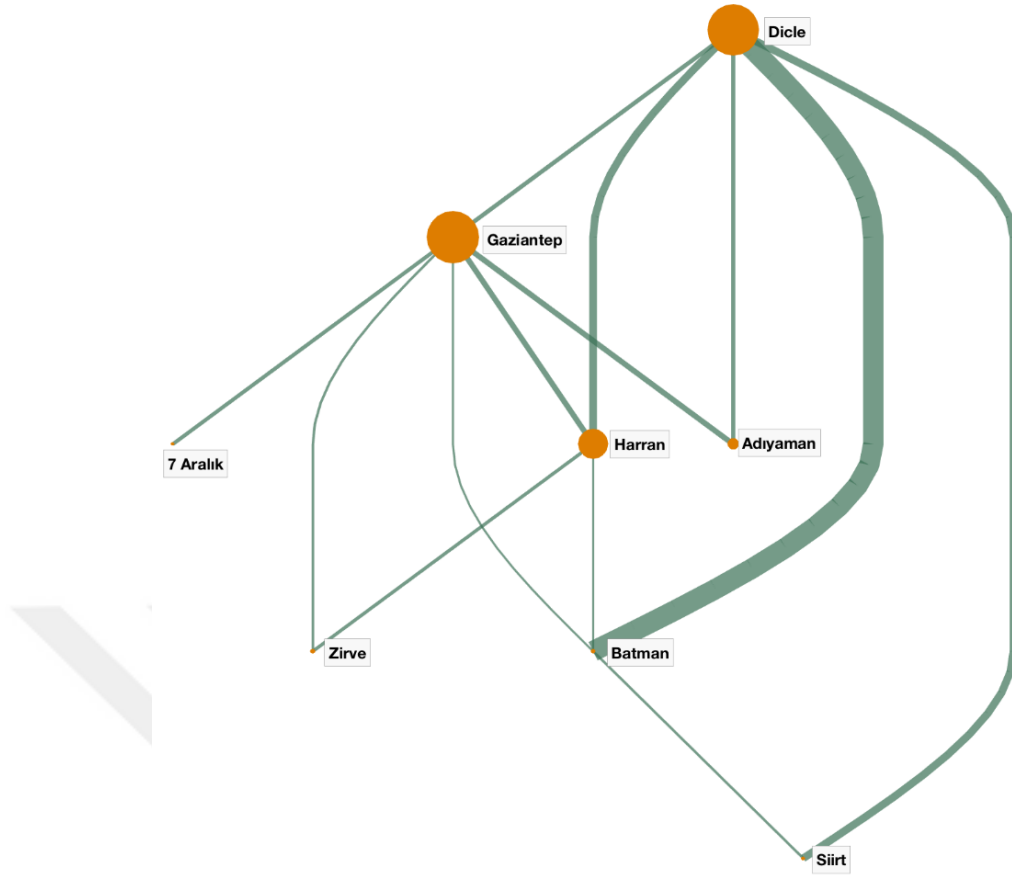
Şekil 5.19. Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin işbirliği çizgesi



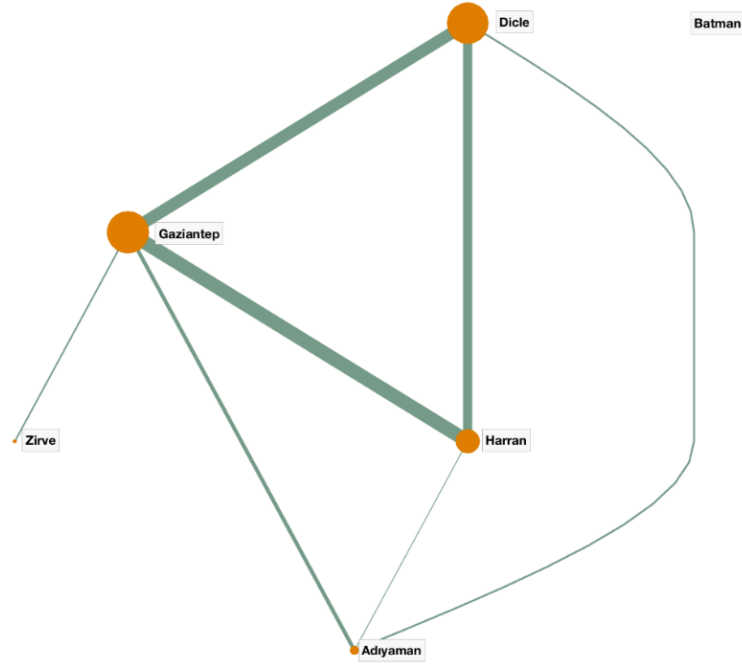
Şekil 5.20. Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin anlamlı işbirliği çizgesi

Çizelge 5.8. Güney Doğu Anadolu Bölgesi üniversiteler arası ağırlıklı bitişiklik matrisi

	Dicle	Gaziantep	Harran	7 Aralık	Adıyaman	Siirt	Batman	Zirve	Şırnak
Dicle	0	123	128	2	40	51	79	3	3
Gaziantep	123	0	151	18	53	1	7	30	1
Harran	128	151	0	1	14	18	6	28	0
7 Aralık	2	18	1	0	3	0	0	1	0
Adıyaman	40	53	14	3	0	2	2	5	0
Siirt	51	1	18	0	2	0	11	0	0
Batman	79	7	6	0	2	11	0	0	0
Zirve	3	30	28	1	5	0	0	0	0
Şırnak	3	1	0	0	0	0	0	0	0



Şekil 5.21. Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.22. Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nin tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

Çizelge 5.9. Güney Doğu Anadolu Bölgesi üniversitelerinin oluşturdukları hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler

Üniversiteler	BK Hizipleri				iBK Hizipleri					
	H1	H2	H3		H1	H2	H3	H4	H5	H6
Dicle	•	•	•		•	•	•	•		
Gaziantep	•	•	•		•	•			•	•
Harran		•	•		•		•		•	
Kilis 7 Aralık			•							•
Adıyaman		•	•			•				
Siirt		•					•			
Batman		•						•		
Zirve			•						•	
Şırnak	•									

İşbirliği çizgeleri incelendiğinde, 3 üniversite arasındaki işbirliği oranları dikkat çekmektedir. Bunlar Dicle, Gaziantep ve Harran Üniversiteleri'dir. Bu üniversiteler bölgenin en eski üniversiteleridir. Mühendislik ve tıp alanındaki işbirliği çizgelerine bakıldığında ise, üç üniversite arasındaki işbirliklerinin çoğunluğunun tıp alanında gerçekleştiği söylenebilir. Mühendislik alanında ise işbirliği oranı azalmıştır ancak Dicle ve Batman Üniversiteleri arasındaki işbirliği oranı dikkat çekmektedir. Sonuç olarak bölgedeki genel işbirlikleri yapısını tıp alanındaki çalışmaların belirlediği söylenebilir.

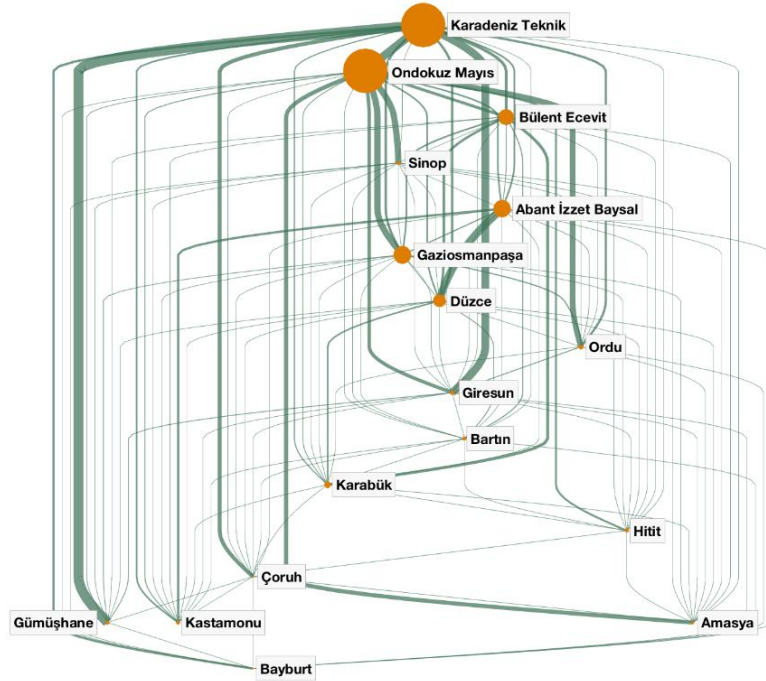
5.2.5. Karadeniz Bölgesi

Karadeniz Bölgesi'nde 17 adet üniversite bulunmaktadır. Şekil 5.23'te işbirliği çizgeleri, Şekil 5.24'te anlamlı işbirliği çizgeleri sunulmuştur. Şekil 5.25 ve Şekil 5.26'da ise mühendislik ve tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgeleri verilmiştir.

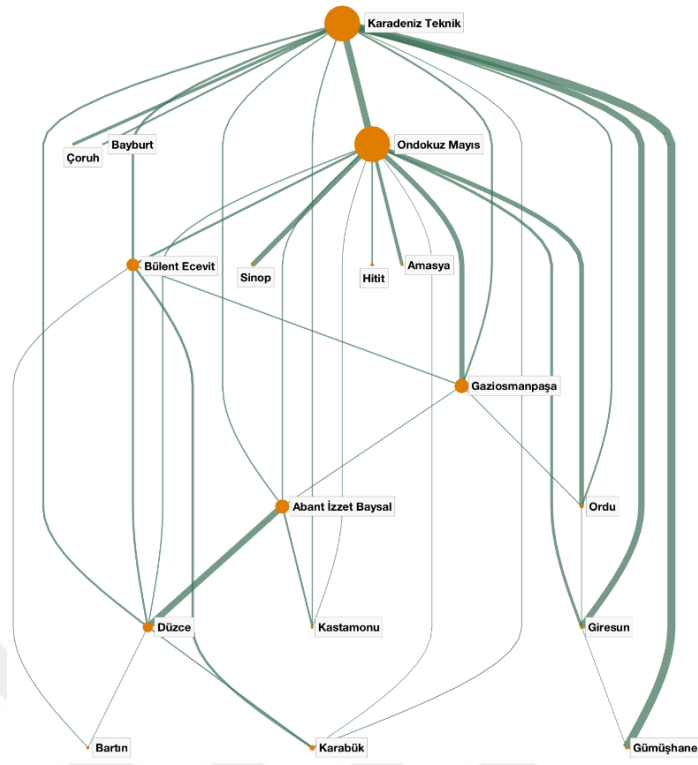
Karadeniz Bölgesi'nin BK ve iBK algoritmaları sonucu oluşan hizipler ve bu hiziplerde yer alan üniversiteler hizip sayısının fazla olmasından dolayı çizelge şeklinde gösterilememiş ancak yorum ve analizler yapılmıştır. Kullanılan ağırlıklı bitişiklik matrisi Çizelge 5.10'da sunulmuştur. Diğer bölgelerin bitişiklik matrisi ile kıyaslandığında, toplam yayın sayılarına göre işbirliği oranlarının düşük olduğu ancak daha dengeli bir dağılım gösterdiği görülmektedir.

Çizelge 5.10. Karadeniz Bölgesi üniversiteler arası ağırlıklı bitişiklik matrisi

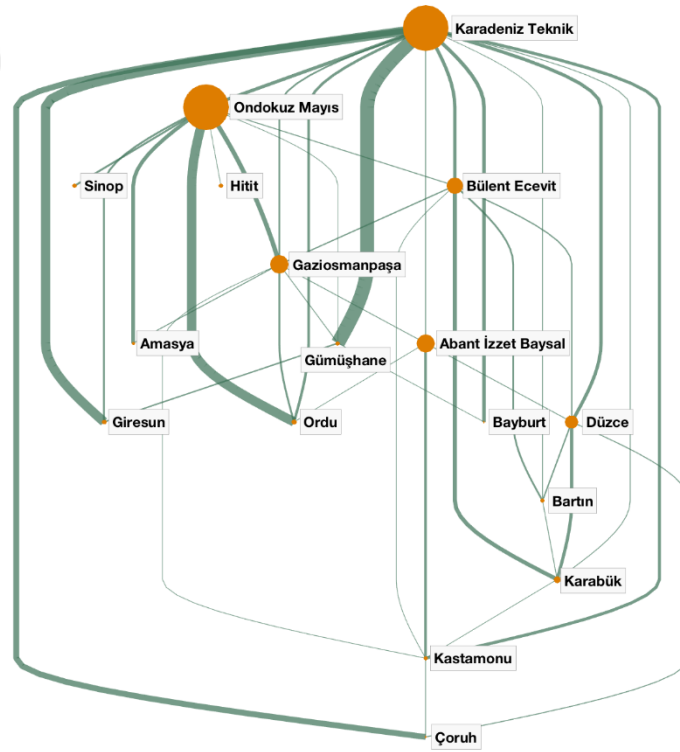
	KTÜ	19 Mayıs	B. Ecevit	Sinop	A.İ. Baysal	Gaziosmanpaşa	Düzce	Ordu	Giresun	Bartın	Karabük	Hitit	Kastamonu	Çoruh	Amasya	Gümüşhane	Bayburt
KTÜ	0	143	50	10	29	42	42	39	134	6	19	6	28	67	5	172	41
19 Mayıs	143	0	50	107	27	109	27	98	60	1	14	34	16	6	71	12	3
B. Ecevit	50	50	0	1	13	28	42	5	5	18	51	5	5	0	1	4	0
Sinop	10	107	1	0	3	7	2	7	4	1	1	2	1	0	3	2	1
A.İ. Baysal	29	27	13	3	0	20	134	11	5	2	9	3	40	1	5	0	1
Gaziosmanpaşa	42	109	28	7	20	0	12	20	9	1	4	1	6	2	9	12	0
Düzce	42	27	42	2	134	12	0	5	2	15	27	5	4	9	2	1	0
Ordu	39	98	5	7	11	20	5	0	16	0	2	0	0	0	3	0	1
Giresun	134	60	5	4	5	9	2	16	0	1	0	2	3	9	1	14	3
Bartın	6	1	18	1	2	1	15	0	1	0	8	1	3	1	0	0	1
Karabük	19	14	51	1	9	4	27	2	0	8	0	7	5	1	1	0	0
Hitit	6	34	5	2	3	1	5	0	2	1	7	0	0	1	1	0	0
Kastamonu	28	16	5	1	40	6	4	0	3	3	5	0	0	9	0	0	0
Çoruh	67	6	0	0	1	2	9	0	9	1	1	1	9	0	3	2	4
Amasya	5	71	1	3	5	9	2	3	1	0	1	1	0	3	0	0	0
Gümüşhane	172	12	4	2	0	12	1	0	14	0	0	0	0	2	0	0	8
Bayburt	41	3	0	1	1	0	0	1	3	1	0	0	0	4	0	8	0



Şekil 5.23. Karadeniz Bölgesi işbirliği çizgesi



Şekil 5.24. Karadeniz Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.25. Karadeniz Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.26. Karadeniz Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

Karadeniz Bölgesi’nde BK algoritması sonucu 20, iBK algoritması sonucu 14 adet hizip çıkmıştır. Türkiye’deki bölgeler içerisinde, iBK sonucu hizip sayısı azalan tek bölge Karadeniz Bölgesidir. Bunun sebebi elenen ayrıtlar sonucu çizgeden kopan düğümler olması, doğal olarak aslında daha az düğüm ile iBK algoritmasına giriş yapılmasıdır. Buda aslında Karadeniz Bölgesi’ndeki üniversitelerin diğer bölgelere göre birbirleri ile daha az etkileşimde oldukları söylenebilir ve bunun sebebinin coğrafi yapı olduğu yorumu yapılabilir.

Karadeniz Bölgesi’nde işbirliklerini etkileyen en önemli faktörlerden bir tanesinin de coğrafi yapıdır. Çünkü işbirliği çizgeleri incelendiğinde, ayrıt kalınlığının arttığı düğümler birbirlerine yakın olan üniversiteler olduğu görülmektedir. Örneğin, Karadeniz Bölgesi’nin öncü üniversiteleri iki tanedir. Bunlar Karadeniz Teknik ve Ondokuz Mayıs Üniversiteleri’dir. Diğer bölgelere bakıldığında, bu iki üniversite arasında işbirliği oranının fazla olması beklenmektedir. Ancak işbirliği çizgesinde Karadeniz Teknik Üniversitesi’nin Gümüşhane Üniversitesi ile daha fazla işbirliği içerisinde olduğu görülmektedir. Aynı durum anlamlı işbirliği çizgelerinde de geçerlidir. Düzce Üniversitesi ile Abant İzzet Baysal Üniversiteleri arasındaki işbirliği

oranı da nispeten yüksektir. Mühendislik alanına bakıldığında, Karadeniz Teknik Üniversitesi Gümüşhane ve Giresun Üniversiteleri ile işbirliği içinde iken, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ordu Üniversitesi ile daha fazla işbirliği gerçekleştirmiştir. Tıp alanında ise, Karadeniz Teknik, Ondokuz Mayıs Üniversitesi ile Düzce ise Abant İzzet Baysal Üniversitesi ile daha fazla işbirliği içerisinde. Diğer bölgelerden farklı bu durumun ortaya çıkma sebebi, Karadeniz Bölgesi'ndeki üniversitelerin ulaşım imkânları olarak nispeten daha zor şartlar bulunduran konumlara sahip olduğu sonucuna ulaşılabilir.

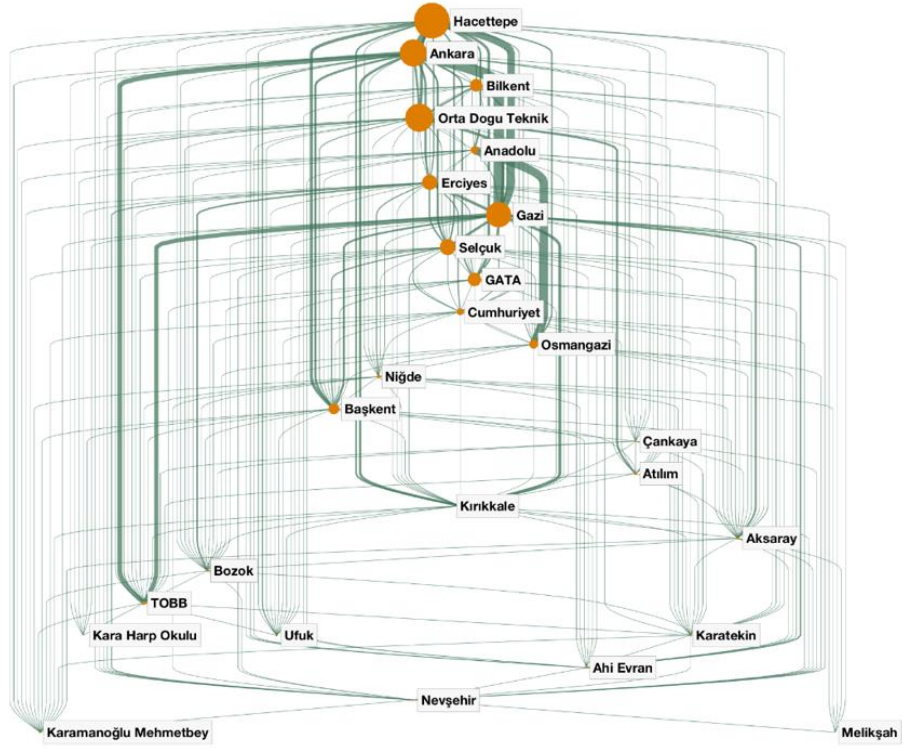
5.2.6. İç Anadolu Bölgesi

İç Anadolu Bölgesi Türkiye'deki bölgeler içerisinde en fazla üniversite bulunduran ikinci bölgedir. Toplamda 26 adet üniversite bulunmaktadır. Üniversite sayısı ile orantılı olarak hzip sayısı fazla olduğundan, BK ve iBK algoritmaları sonucu oluşan hizipler çizelge olarak sunulmamıştır.

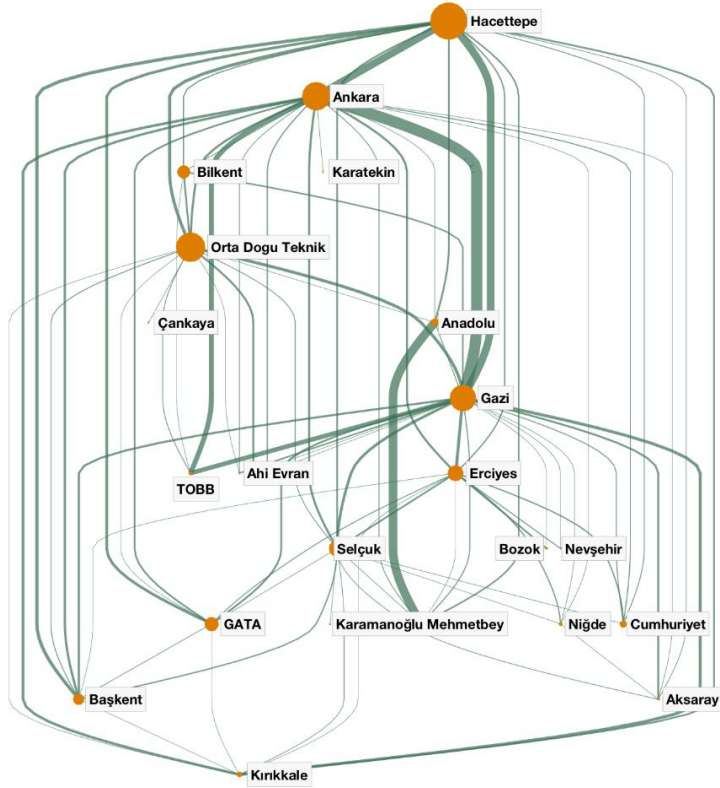
İç Anadolu Bölgesi'nin işbirliği çizgesi Şekil 5.27'de, anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.28'de ve mühendislik ve tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgeleri Şekil 5.29 ve Şekil 5.30'da verilmiştir. İç Anadolu Bölgesi'nin ağırlıklı bitişiklik matrisi Ek Çizelge 2'de sunulmuştur.

Genel durumda, bölgenin öncü üniversitesi Hacettepe Üniversitesi'dir. Hacettepe Üniversitesi'nin, Ankara ve Gazi Üniversiteleri ile yoğun işbirliği içerisinde olduğu görülmektedir. Ayrıca Ankara Üniversitesi ile Gazi Üniversitesi arasında da yoğun bir işbirliği vardır. Anadolu Üniversitesi ile Osmangazi Üniversitesi arasındaki işbirliği oranı da yüksektir.

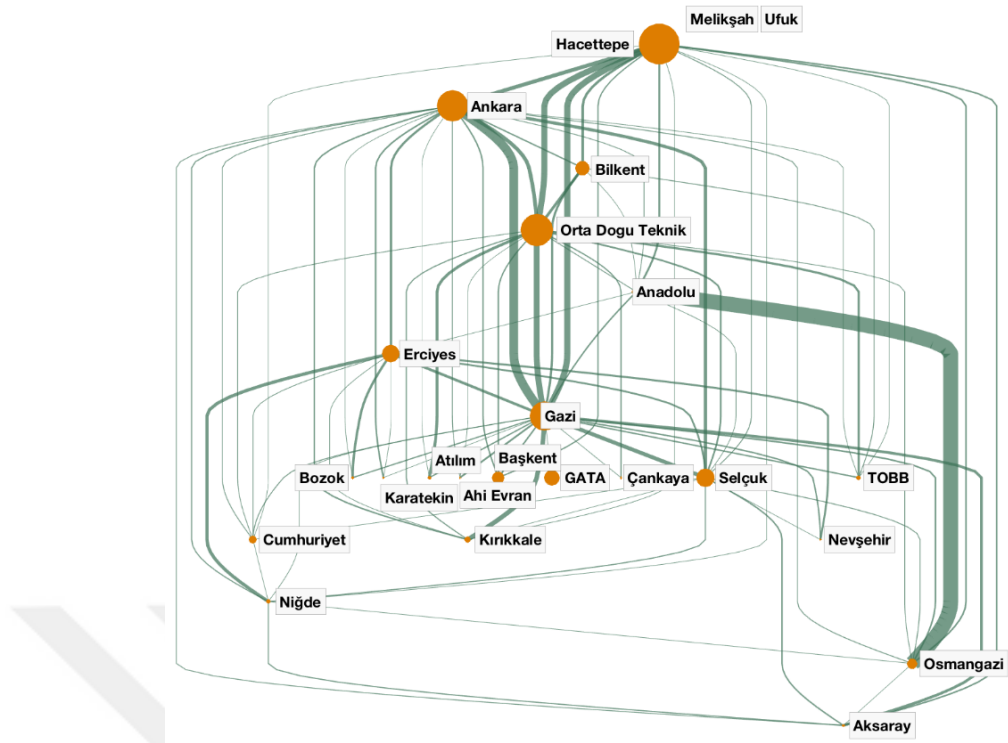
Şekil 5.29 ve Şekil 5.30 kıyaslamalı olarak incelendiğinde, Hacettepe, Ankara ve Gazi Üniversiteleri arasındaki işbirliklerinin çoğunlukla tıp alanında olduğu görülebilir. Osmangazi ve Anadolu Üniversiteleri arasındaki işbirlikleri ise daha çok mühendislik alanındadır. Aynı zamanda Anadolu ve Osmangazi Üniversiteleri aynı ilde yer alan üniversitelerdir. Bu durum mekânsal yakınlığın işbirlikleri üzerindeki etkisini tekrar göstermektedir.



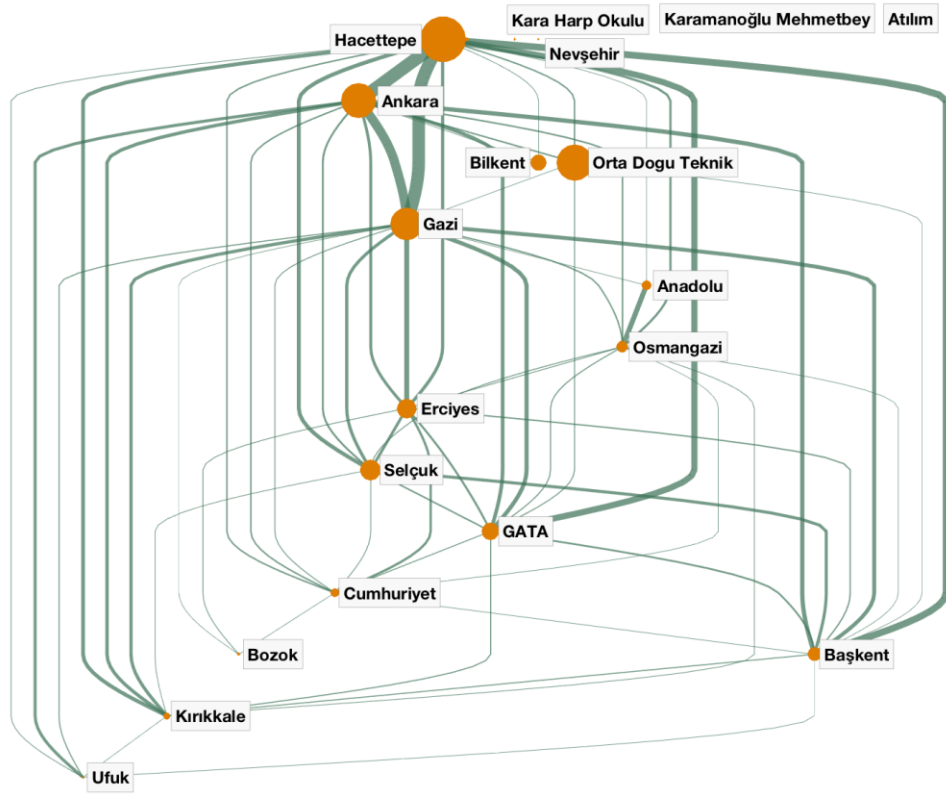
Şekil 5.27. İç Anadolu Bölgesi işbirliği çizgesi



Şekil 5.28. İç Anadolu Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi



Şekil 5.29. İç Anadolu Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

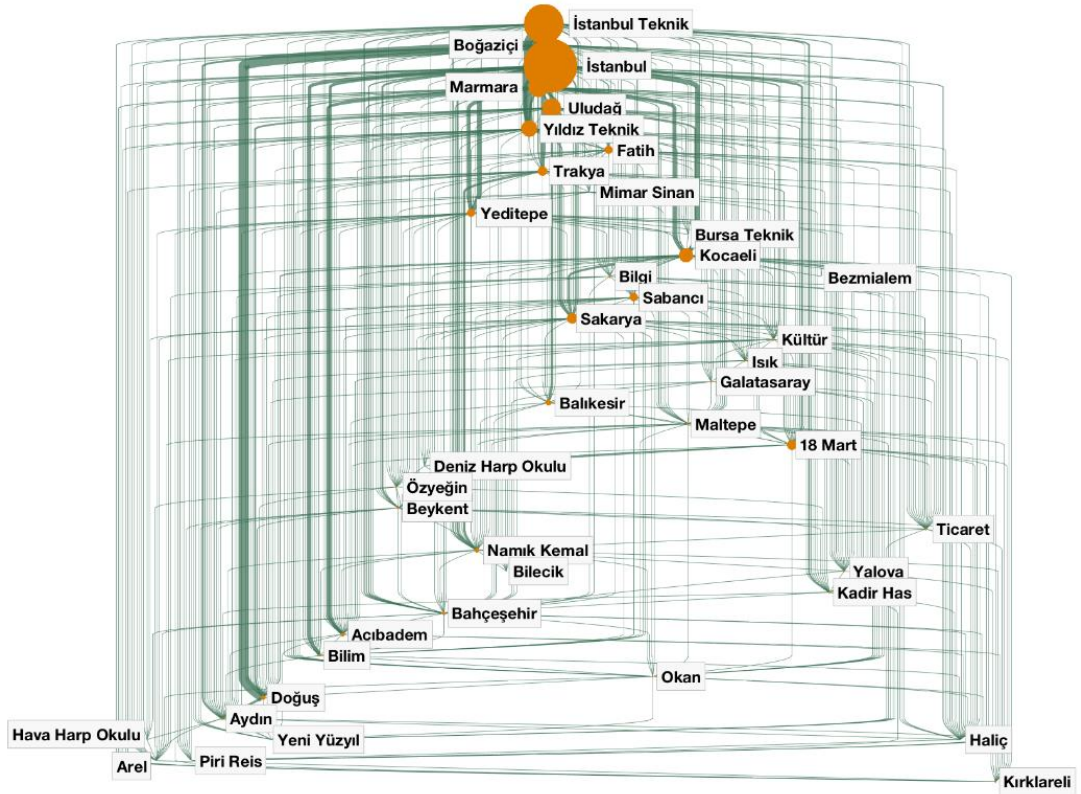


Şekil 5.30. İç Anadolu Bölgesi tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

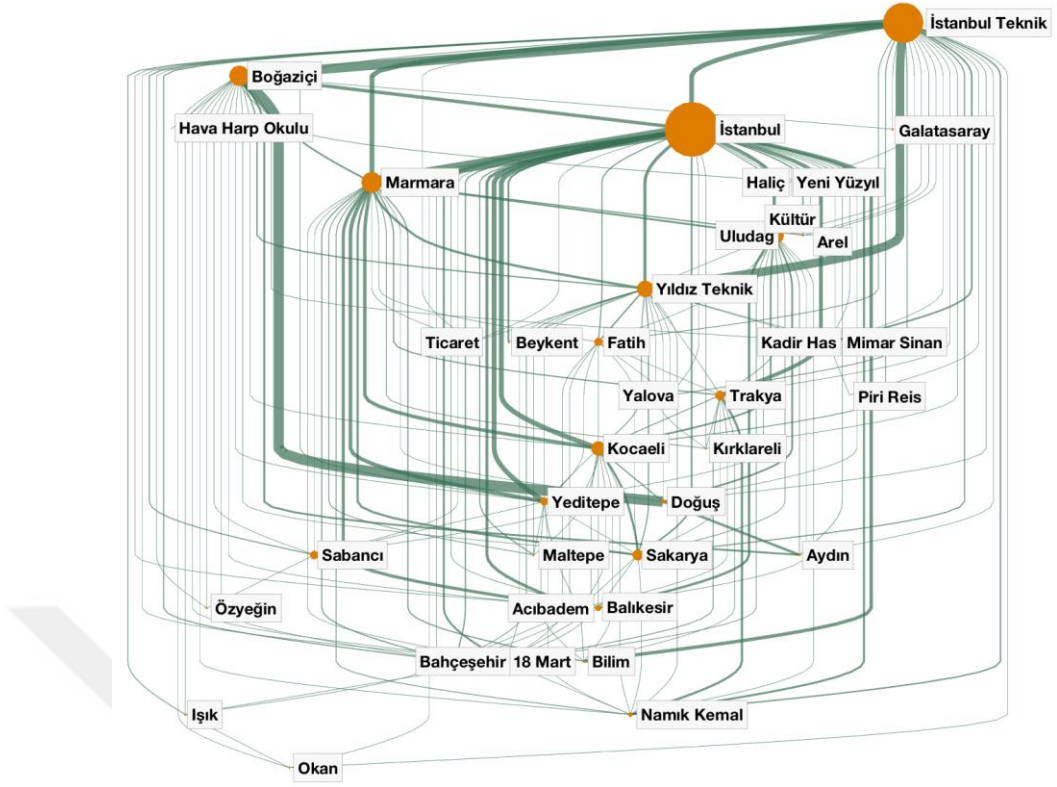
İç Anadolu Bölgesi, şu ana kadar incelenen bölgelere kıyasla daha büyük bir bölgedir ve daha fazla üniversite barındırmaktadır. Ayrıca Türkiye'nin en köklü üniversitelerinden bazılarını bünyesinde bulundurmaktadır. Bu sebeplerle, bölgenin öncü üniversitesinin araştırma alanlarına göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Örneğin, genel durumda ve tıp alanında Hacettepe öncü üniversite iken, mühendislik alanında Orta Doğu Teknik Üniversitesi öncü üniversite konumuna gelmiştir.

5.2.7. Marmara Bölgesi

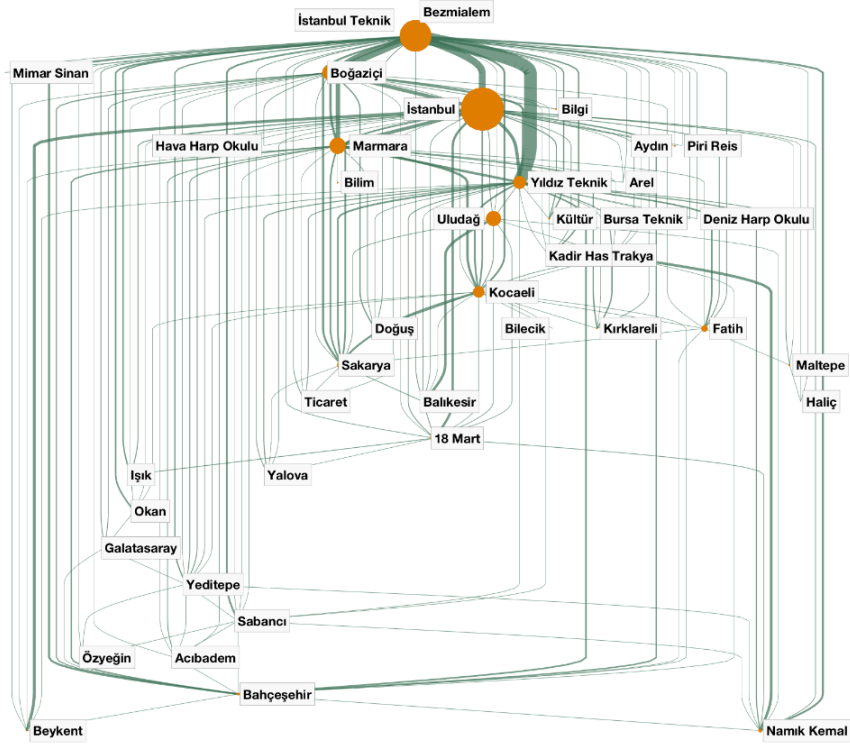
Marmara bölgesi Türkiye'nin en kalabalık nüfusa sahip bölgesidir. Aynı zamanda en fazla üniversite barındıran bölgesidir. Marmara Bölgesinde 42 adet üniversite bulunmaktadır. Bu bölgenin de hzip sayısı çok fazla olduğundan hzip kıyaslama çizelge yapısında gösterilmemiştir. İşbirliği çizgesi Şekil 5.31'de anlamlı işbirliği çizgesi Şekil 5.32'de ve mühendislik ve tıp alanındaki anlamlı işbirliği çizgeleri Şekil 5.33 ve Şekil 5.34'te verilmiştir.



Şekil 5.31. Marmara Bölgesi işbirliği çizgesi



Şekil 5.32. Marmara Bölgesi anlamlı işbirliği çizgesi

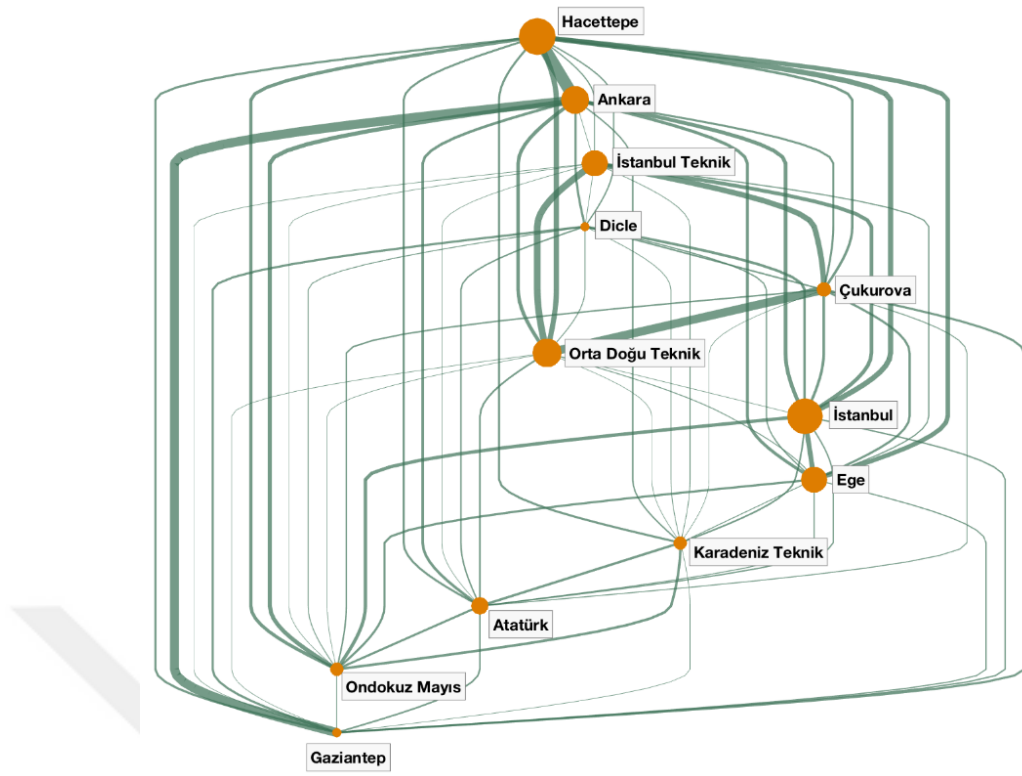


Şekil 5.33. Marmara Bölgesi mühendislik alanındaki anlamlı işbirliği çizgesi

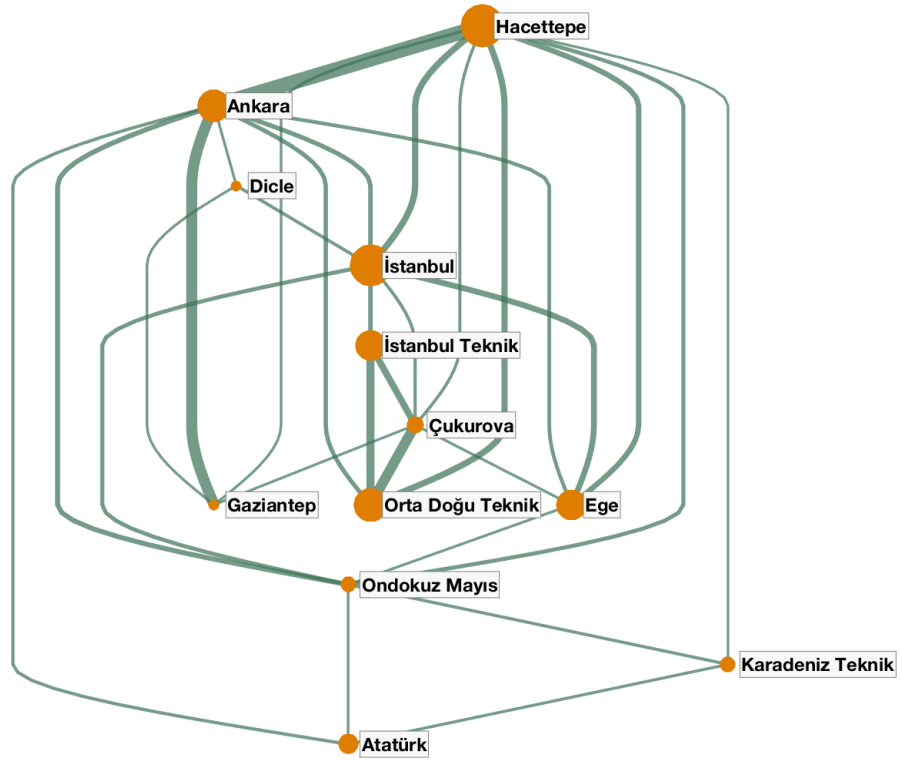
5.2.8. Bölgelerin Öncü Üniversiteleri Arası İşbirlikleri Durumu

Bölgelerin öncü üniversiteleri ilgili bölümlerde belirtilmişti. Bazı bölgelerde gerek yayın sayısı gerek işbirliği sayısı olarak kayda değer bir fark bulunmadığından iki üniversite birden öncü üniversite olarak belirlenmiştir. Örneğin Güney Doğu Anadolu Bölgesi'nde Dicle ve Gaziantep Üniversiteleri birlikte öncü üniversite olarak belirlenmişti. Bu öncü üniversiteler arası işbirlikleri çizgesi Şekil 5.34 de ve anlamlı işbirlikleri çizgesi ise şekil 5.35 de verilmiştir. Çizelgeleri oluşturmada kullanılan ağırlıklı bitişiklik matrisi Çizelge 5.11'de verilmiştir. BK ve iBK algoritmaları sonucu oluşan hiziplerde yer alan üniversiteler Çizelge 5.12'de sunulmuştur.

Bölgelerin öncü üniversiteleri arasında Hacettepe-Ankara, Ankara-Gaziantep, Orta Doğu Teknik-İstanbul Teknik, Orta Doğu Teknik-Çukurova ikilileri dikkat çekmektedir. Hacettepe-Ankara üniversiteleri arasındaki ilişki İç Anadolu Bölgesi analizinde zaten incelenmişti ve nispeten yüksek olduğu görülmüştü. Ancak özellikle Çukurova Üniversitesi'nin teknik üniversiteler ile bölgeler arası işbirliği durumunda da iyi olduğu görülmektedir. Ayrıca, sonuç bölümünde bahsedilecek olan benzer çalışma alanlarının işbirliklerini önemli derecede etkilediği Orta Doğu Teknik ve İstanbul Teknik Üniversiteleri arasındaki işbirliği durumundan gözlemlenebilmektedir. İki üniversite farklı illerde olmasına rağmen, kayda değer ölçüde işbirliği gerçekleştirmiştir.



Şekil 5.34. Bölgelerin öncü üniversiteleri arası işbirlikleri çizgesi



Şekil 5.35. Bölgelerin öncü üniversiteleri arası anlamlı işbirliği çizgesi

Çizelge 5.11. Bölgelerdeki öncü üniversitelerin ağırlıklı bitişiklik matrisi

	Hacettepe	Ankara	İTÜ	Dicle	Çukurova	ODTÜ	İstanbul	Ege	KTÜ	Atatürk	19 Mayıs	Gaziantep
Hacettepe	0	680	68	76	142	289	294	251	120	115	186	123
Ankara	680	0	30	125	114	200	211	171	79	150	229	509
İTÜ	68	30	0	18	305	371	208	66	43	13	17	17
Dicle	76	125	18	0	86	53	148	70	43	82	52	123
Çukurova	142	114	305	86	0	471	151	125	33	55	84	121
ODTÜ	289	200	371	53	471	0	28	53	21	100	27	27
İstanbul	294	211	208	148	151	28	0	268	93	75	188	77
Ege	251	171	66	70	125	53	268	0	51	54	123	65
KTÜ	120	79	43	43	33	21	93	51	0	135	143	34
Atatürk	115	150	13	82	55	100	75	54	135	0	121	93
19 Mayıs	186	229	17	52	84	27	188	123	143	121	0	47
Gaziantep	123	509	17	123	121	27	77	65	34	93	47	0

Çizelge 5.12. Bölgelerin öncü üniversiteleri arasında gerçekleşen işbirliklerinin BK ve iBK algoritmalarına göre kıyaslamalı analizi

Üniversite	BK Hizipleri	iBK Hizipleri												
	H1	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13
Hacettepe	•							•	•	•	•	•	•	•
Ankara	•				•	•	•					•	•	•
İTÜ	•		•	•										
Dicle	•					•	•							
Çukurova	•		•	•					•	•	•			
ODTÜ	•			•							•			•
İstanbul	•		•				•			•			•	
Ege	•									•			•	
KTÜ	•		•					•						
Atatürk	•		•		•									
19 Mayıs	•		•		•			•					•	
Gaziantep	•					•			•			•		
Hacettepe	•													

Bölgelerin öncü üniversiteleri BK algoritması sonucu tek bir hizip oluşturmuştur. Ancak iBK algoritması sonucu 13 adet hizip ortaya çıkmaktadır. Bu hiziplere

bakıldığında, Hacettepe Üniversitesi'nin en fazla hizipte yer aldığı görülmektedir. Hacettepe Üniversitesini 6 adet hizip ile Ankara Üniversitesi, 5 adet hizip ile Çukurova Üniversitesi takip etmektedir. Bu durumda Türkiye geneli Hacettepe Üniversitesi işbirliği anlamında öncü üniversite yorumu yapılabilir. Orta Doğu Teknik ve İstanbul Teknik Üniversiteleri, özellikle teknik alanlarda öncü üniversiteler olarak kabul edilmesine karşın, çok fazla işbirliği içerisinde olmamışlardır. Bu durum bölge bazında yapılan analizlerde de gözlemlenmiştir. Doğal olarak, gerek kuruluş olarak gerekse de bulundukları illerin Türkiye'nin en büyük illeri olduğu düşünüldüğünde işbirliği anlamında öncü üniversite olmayı başaramadıkları bir başka ifade ile potansiyeli kullanamadıkları yorumu yapılabilir.

Bölüm 1.4.1'de en temel hizbin 3 aktörden oluştuğu ve gündelik hayatta hayet sık rastlandığından bahsedilmişti. Burada görülen durum iBK algoritmasının sağladığı faydayı net bir şekilde göstermektedir. Birbirinden gerek coğrafi konum olarak, gerek çalışma alanı olarak farklı bölgelerin öncü üniversiteleri arası işbirliklerinin modellenmesi sonucu tam bağlı bir çizge meydana gelmiş ve BK algoritması doğal olarak tek hizip meydana getirmiştir. Ancak iBK algoritması sonucu çıkan 13 adet hizibe bakıldığında ise 11 adet 3 aktörden, 1 adet 5 aktörden ve 1 adet 4 aktörden oluşan hizip meydana gelmiştir. Buda bölüm 1.4.1'de bahsedilen güncel hayatta en yaygın hizip 3 aktörden oluşan hiziptir bilgisini desteklemektedir.

5.2.9. Türkiye Geneli İşbirlikleri Durumu

Daha önce bahsedildiği gibi elde edilen veride toplam 131 adet üniversite bulunmaktadır. Üniversite sayısı ile doğru orantılı olarak hizip sayısı bulunmaktadır. Görselleştirme ve çizelge olarak hiziplerin sunulması mümkün olmadığından, Türkiye'deki bütün üniversitelerin toplam yayın sayısı ve içinde bulunduğu hizip sayıları Ek Çizelge 1'de yer alan çizelgede verilmiştir. Bütün üniversiteler toplamda 525 adet hizip oluşturmaktadır. Bu hizip sayısı iBK algoritmasına göre hesaplanmıştır. Yani bazı üniversitelerin bulunduğu hizip sayısı azalmıştır ancak açıklandığı gibi bu gürültü temizleme işlemi sonucu daha anlamlı işbirliklerinin kaldığı görülmüştür.

En fazla hizip içerisinde yer alan üniversite Ankara Üniversitesi olmuştur. Ankara Üniversitesi'ni, en fazla yayın sayısına sahip Hacettepe Üniversitesi takip etmektedir. Ayrıca veride bulunan 131 üniversite içerisinde 75 tanesi 10'dan daha az hizip

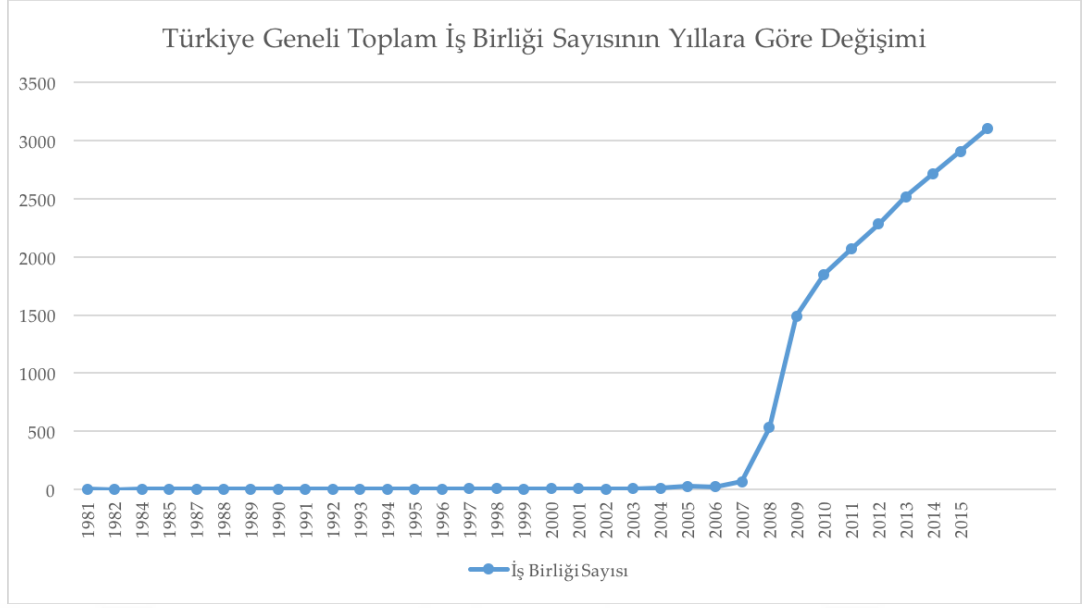
içerisinde yer almıştır ki buda yaklaşık %57 gibi hiç azımsanamayacak bir orandır. Bu 75 üniversiteye bakıldığında ise, yaklaşık yarısının vakıf üniversiteler olduğu görülmektedir. Geriye kalan kısmının nispeten yeni üniversiteler olduğu görülmektedir. Doğal olarak Türkiye'nin akademik işbirliği sayılarının düşük olduğu söylenebilir. Ayrıca, vakıf üniversitelerinin daha az işbirliği içerisinde oldukları görülmektedir.

Bazı üniversitelerin işbirliği oranı, yayın sayısına göre gayet yüksek çıkmıştır. Örneğin Ondokuz Mayıs Üniversitesi toplamda Ege Üniversitesi'nin hemen hemen yarısı kadar yayın sayısına sahip olmasına karşın daha yüksek işbirliğine sahiptir.

Askeri alanda eğitim veren yüksek eğitim kurumlarına bakıldığında ise işbirliklerinin çok az olduğu görülmektedir. Bunun gerek savunma gerekse de askeri gelişmeleri etkilediği yorumu yapılabilir. Tabi bu kurumların gizlilik durumu işbirliklerinin az olmasının sebebi olabilir.

Türkiye geneli sonuç olarak, Ankara, Hacettepe ve İstanbul Üniversiteleri öncü üniversitelerdir denilebilir. Zaten bu üç üniversite en eski üniversiteler arasındadır. İşbirliği anlamında Ankara Üniversitesi, yayın sayısı bakımından ise Hacettepe Üniversitesi öncü üniversitedir yorumu yapılabilir. Ayrıca, İç Anadolu Bölgesi analizinde, bölgenin öncü üniversiteleri Hacettepe ve Orta Doğu Teknik Üniversiteleri iken, Türkiye geneli durumda Ankara Üniversitesinin Hacettepe Üniversitesi'nin önünde yer alması, Ankara Üniversitesi'nin bölge dışında daha çok işbirliği içerisinde olduğu anlamına gelmektedir.

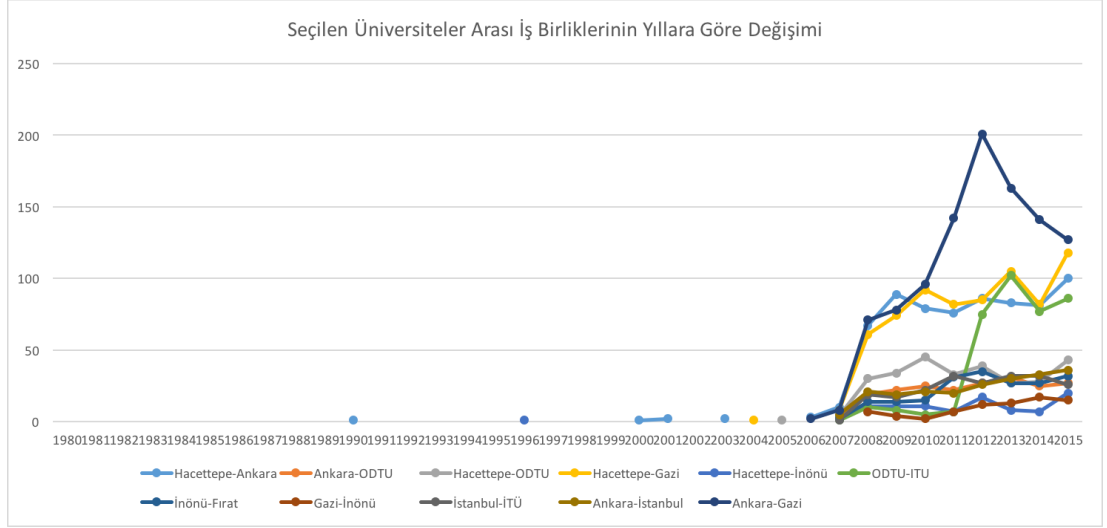
Türkiye geneli işbirliklerine veriler ışığında bakıldığında, genel olarak düşük olduğu söylenebilir. Şekil 5.36'da Türkiye üniversitelerinin yapmış olduğu işbirliklerinin yıl bazında grafiği görülmektedir. Özellikle 2007 yılına kadar işbirliği sayısı yok denecek kadar azdır.



Şekil 5.36. Türkiye geneli toplam işbirliği sayılarının yıllara göre değişimi

Şekil 5.37’de, seçilen bazı üniversiteler arası işbirlikleri yıl bazında incelenmiştir. 2007 yılında bütün işbirliği sayılarında bir artış görülmektedir. En fazla işbirliği Ankara ve Gazi Üniversiteleri arasında olmasına karşın, 2012 yılından sonra iki üniversite arasındaki işbirliği sayısında hızlı bir düşüş olduğu görülmektedir. Bu iki üniversite arasındaki işbirliği ile kıyaslandığında, incelenen diğer üniversiteler arasında daha kararlı bir işbirliği olduğu söylenebilir.

Orta Doğu Teknik ve İstanbul Teknik Üniversiteleri arasında 2011 yılından sonra işbirliklerinde ciddi bir artış meydana gelmiştir. Hacettepe ve Gazi Üniversiteleri arasında ise kararlı bir işbirliği gözlemlenmektedir. İncelenen ikililer arasında Ankara-Gazi Üniversiteleri hariç tamamının işbirliğine devam edeceği söylenebilecekken, Ankara ve Gazi Üniversitelerinin işbirliklerinin ileride daha da azalacağı yorumu yapılabilir. Şekil 5.37 aynı zamanda coğrafik yakınlığın ve çalışma alanlarındaki benzerliğin işbirliklerinde etkili olduğunun bir başka ifadesi olarak yorumlanabilir. Şöyle ki, İnönü-Fırat Üniversiteleri arasındaki işbirliği belli bir seviyede dengeli olarak devam etmiştir. Aynı kararlı ilişki Ankara ve Orta Doğu Teknik Üniversiteleri arasında da görülmektedir.



Şekil 5.37. Veriden seçilen bazı üniversiteler arası işbirliklerinin yıllara göre değişimi

Türkiye üniversiteleri arasında gerçekleşen işbirlikleri çizgeler üzerinden göreceli olarak yorumlandı. Ancak Çizgelge 5.12’de yıl bazında işbirliği ile gerçekleşen yayınların toplam yayın sayısındaki oranını göstermektedir. İşbirlikleri artan bir çizgide devam etmesine karşın 2015 yılında %8 civarına ulaşabilmiştir. Şekil 5.36 ve Şekil 5.37’den de gözlemlendiği gibi, 2007 yılında hızlı bir artış meydana gelmiş ancak devamında nispeten artış hızı azalmıştır.

Çizelge 5.12. Yıl bazında Türkiye üniversitelerinin yapmış olduğu toplam yayın sayıları, bu yayınlar içindeki işbirliği sayıları ve oransal ifadesi

Yıl	İşbirliği Sayısı	Toplam Yayın Sayısı	İşbirliği Yüzdesi
1980	2	240	0,833333333
1981	1	218	0,458715596
1982	2	246	0,81300813
1983		246	0
1984	2	306	0,653594771
1985	2	317	0,630914826
1986		360	0
1987	2	380	0,526315789
1988	4	512	0,78125
1989	5	635	0,787401575
1990	3	717	0,418410042
1991	4	789	0,506970849
1992	4	889	0,449943757
1993	2	1413	0,141542817
1994	4	1209	0,330851944
1995	2	1468	0,136239782
1996	6	1817	0,33021464
1997	6	2294	0,261551874
1998	5	2514	0,198886237
1999	6	2873	0,208840933
2000	8	2919	0,274066461
2001	5	3412	0,146541618
2002	9	4163	0,216190247
2003	12	4706	0,254993625
2004	27	5784	0,466804979
2005	22	5095	0,431795878
2006	66	6639	0,994125621
2007	534	11048	4,833454019
2008	1.490	24876	5,989708956
2009	1.850	27999	6,607378835
2010	2.066	29735	6,948041029
2011	2.281	30871	7,388811506
2012	2.517	33337	7,550169481
2013	2.714	35764	7,588636618
2014	2.906	32920	8,82746051
2015	3.105	38369	8,092470484

6. SONUÇLAR

Bu tez çalışmasında, genel olarak Türkiye’deki akademik işbirlikleri analiz edilmiştir. Öncelikle analizler istatistiki bilgi olarak verilmiştir. Bu analizlerde Türkiye’nin akademik anlamda 1980-2015 yılları arasında nasıl bir gelişim gösterdiği ve belirlenen alanlarda işbirliği durumu gösterilmiştir. Daha sonra, bir ülkenin gelişmişlik oranı ile doğrudan ilişkili olan, akademik işbirlikleri analizleri yer almıştır.

Akademik işbirliklerinin incelenmesinde öncelikle spektral çizge bölüntüleme yöntemi kullanılarak, elde edilen işbirliği çizgesi bölüntülenmiş ve bu işlem sonucu ortaya çıkan alt çizgeler yorumlanmıştır. Bu yöntemin veri kaybından ötürü incelenen veriye uygun olmadığına karar verilmiştir. Çünkü algoritmanın öz yinelemeli olarak çalıştırılması sonucu, önceki durumlardan bağımsız alt çizgeler elde edilmekte ve her seviyede çizge kesme işlemi sonucu veri kaybı olmaktadır. Bu kayıplardan dolayı Türkiye’nin akademik işbirlikleri analiz sonuçlarında tutarsızlıklar ve kopukluklar olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple analizlerin topluluk temelli yapılmasına karar verilmiştir.

Belirlenen topluluk kriteri hizip olduğundan BK algoritması tercih edilmiştir. Ancak, veride gözlemlenen ve düzeltilmesi mümkün olmayan hatalardan dolayı, bir bakıma gürültü temizleme işlemi yapma ihtiyacı duyulmuştur. Ayrıt ağırlıklarına rasgele bir alt değer tanımlamak yerine, istatistiki olarak kabul görmüş merkezi limit teoremi, bir ön veri işleme adımı olarak kullanılmıştır. Ön veri işleme yöntemi ile BK algoritması birleştirilerek, iBK algoritması önerilmiştir. Önerilen algoritmanın bölgesel bazda yapılan incelemede BK algoritmasına göre daha tutarlı hizipler ortaya çıkardığı söylenebilir. Özellikle öncü üniversiteler arası yapılan analizde, yapılan eklemenin analizi derinleştirdiği ve daha anlamlı sonuçlar ürettiği gözlemlenmektedir.

Yapılan çalışmalar sonucu Türkiye’nin akademik işbirliklerini etkileyen faktörler olarak şu sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Mekânsal olarak yakın olan üniversiteler daha fazla işbirliği içerisindedir.
2. Üniversitenin ön plana çıktığı araştırma alanları benzer olan üniversiteler daha fazla işbirliği içerisindedir.

3. Kuruluş aşamasında işbirliği içerisinde olan üniversiteler, bu işbirliklerini akademik çalışmalarında da sürdürmektedirler.

Ayrıca, Türkiye'nin akademik işbirliği durumu hakkında, aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır;

1. Bir ülkedeki araştırmacıların eksik olduğu noktalarda ülke geri kalmaktadır. Örnek olarak mekanik alanındaki eksiklik gösterilebilir.
2. Bölgesinde öncü olarak ortaya çıkan üniversiteler genellikle kuruluş tarihi olarak daha eski olan üniversitelerdir ve bu üniversiteler, çoğu araştırma alanında da öncülüklerini korumaktadırlar ve koruyamadıkları araştırma alanlarında da çok geriye düşmemektedir. Ancak kuruluş olarak nispeten daha yeni olan üniversiteler araştırma alanlarına göre büyük sıra değişiklikleri gösterebilmektedirler.
3. Eski üniversiteler arası işbirliği oranları daha yüksektir.
4. Devlet üniversiteleri hem yayın anlamında hem de işbirliği anlamında vakıf üniversitelerinden daha önde yer almaktadırlar.

7. KAYNAKLAR

- [1] D. H. Lee, I. W. Seo, H. C. Choe, and H. D. Kim, *Collaboration network patterns and research performance: The case of Korean public research institutions*, **Scientometrics**, vol. 91, no. 3 (Jun. 2012) pp. 925–942.
- [2] A. Çavuşoğlu and I. Türker, *Patterns of collaboration in four scientific disciplines of the Turkish collaboration network*, **Phys. A Stat. Mech. its Appl.**, vol. 413 (2014) pp. 220–229.
- [3] Wang, C., Tang, W., Sun, B., Fang, J. and Wang, Y. Review on community detection algorithms in social networks, in *2015 IEEE International Conference on Progress in Informatics and Computing (PIC)*, Nanjing University of Science and Technology, Dec 18-20, China, (2015)
- [4] M. E. J. Newman, *Scientific collaboration networks. I. Network construction and fundamental results*, **Phys. Rev. E**, vol. 64, no. 1 (2001) p. 16131.
- [5] S. Zhang and M. Van Der Schaar, *From Acquaintances to Friends: Homophily and Learning in Networks*, **IEEE J. Sel. Areas Commun.**, vol. 35, no. 3 (2017) pp. 680–690.
- [6] C. Y. Huang and Y. S. Tsai, *Effects of friend-making resources/costs and remembering on acquaintance networks*, **Phys. A Stat. Mech. its Appl.**, vol. 389, no. 3 (2010) pp. 604–622.
- [7] L. Euler and L. Euler, *Solutio problematis ad geometrian situs pertinentis*, **Coment. Acad. Sci. Petropolitanae**, vol. 8 (1736) pp. 128–140.
- [8] R. Diestel, *Graph Theory (Graduate Texts in Mathematics)*, Electronic. Springer-Verlag, 2000.
- [9] M. Girvan and M. E. J. Newman, *Community structure in social and biological networks*, **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.**, vol. 99, no. 12 (2001) pp. 7821–6.
- [10] X. F. WANG, *Complex Networks: Topology, Dynamics and Synchronization*, **Int. J. Bifurc. Chaos**, vol. 12, no. 5 (2002) pp. 885–916.
- [11] R. Meusel, S. Vigna, O. Lehmberg, and C. Bizer, *Graph structure in the web -- revisited*, in *Proceedings of the 23rd International Conference on World Wide Web - WWW '14 Companion*, vol. 33, no. 1 (2014) pp. 427–432.
- [12] E. Bullmore and O. Sporns, *Complex brain networks: Graph theoretical analysis of structural and functional systems*, **Nat. Rev. Neurosci.**, vol. 10, no. 3 (2009) pp. 186–198.

- [13] T. H. Cormen, C. E. Leiserson, R. L. Rivest, and C. Stein, *Introduction to Algorithms*, 3rd Editio., no. 2. The MIT Press, 1988.
- [14] S. Fortunato, *Community detection in graphs*, **Phys. Rep.**, vol. 486, no. 3–5 (2010) pp. 75–174.
- [15] A. Lancichinetti and S. Fortunato, *Community detection algorithms: A comparative analysis*, **Phys. Rev. E - Stat. Nonlinear, Soft Matter Phys.**, vol. 80, no. 5, (2009).
- [16] M. E. J. Newman and M. Girvan, *Finding and evaluating community structure in networks*, **Phys. Rev. E**, vol. 69, no. 2 (Feb. 2003) p. 26113.
- [17] T. Hastie, R. Tibshirani, and J. Friedman, *The Elements of Statistical Learning, Elements*, vol. 1 (2009) pp. 337–387.
- [18] A. Clauset, M. E. J. Newman, and C. Moore, *Finding community structure in very large networks*, **Phys. Rev. E**, vol. 70, no. 6 (2004).
- [19] E. A. Leicht and M. E. J. Newman, *Community structure in directed networks*, **Phys. Rev. Lett.**, vol. 100, no. 11 (2008).
- [20] K. Ersahin, I. G. Cumming, and R. K. Ward, *Segmentation and Classification of Polarimetric SAR Data Using Spectral Graph Partitioning*, **IEEE Trans. Geosci. Remote Sens.**, vol. 48, no. 1 (2010) pp. 164–174.
- [21] M. Fatih Talu, *Multi-level spectral graph partitioning method*, **J. Stat. Mech. Theory Exp.**, vol. 2017, no. 9 (2017) p. 93406.
- [22] A. Mirzal and M. Furukawa, *Eigenvectors for clustering: Unipartite, bipartite, and directed graph cases*, ICEIE 2010 - 2010 Int. Conf. Electron. Inf. Eng. Proc., vol. 1, no. Iceie (2010) pp. 303–309.
- [23] M. Li, Y. Deng, and B. H. Wang, *Clique percolation in random graphs*, **Phys. Rev. E - Stat. Nonlinear, Soft Matter Phys.**, vol. 92, no. 4 (2015) pp. 1–6.
- [24] G. Palla, I. Derényi, I. Farkas, and T. Vicsek, *Uncovering the overlapping community structure of complex networks in nature and society*, **Nature**, vol. 435, no. 7043 (2005) pp. 814–818.
- [25] U. Von Luxburg, *A tutorial on spectral clustering*, **Stat. Comput.**, vol. 17, no. 4 (Dec. 2007) pp. 395–416.
- [26] A. E. Brouwer and W. H. Haemers, *Topics in Algebraic Graph Theory*. Cambridge University Press, 2004.
- [27] J. Reichardt and S. Bornholdt, *Statistical mechanics of community detection*, **Phys. Rev. E - Stat. Nonlinear, Soft Matter Phys.**, vol. 74, no. 1 (2006) pp. 1–16.

- [28] C. Bron and J. Kerbosch, *Algorithm 457: finding all cliques of an undirected graph*, **Commun. ACM**, vol. 16, no. 9 (1973) pp. 575–577.
- [29] E. Tomita, A. Tanaka, and H. Takahashi, *The worst-case time complexity for generating all maximal cliques and computational experiments*, **Theor. Comput. Sci.**, vol. 363, no. 1 (2006) pp. 28–42.
- [30] A. Çavuşoğlu and I. Türker, *Scientific collaboration network of Turkey*, **Chaos, Solitons and Fractals**, vol. 57 (2013) pp. 9–18.
- [31] M. E. J. Newman, *The structure of scientific collaboration networks*, **Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.**, vol. 98, no. 2 (2001) pp. 404–409.
- [32] Anonymous. (2015). <https://apps.webofknowledge.com>. (on-line access on 01-Jan-2015).
- [33] K. İnce, An Application for Retrieving Data from Web Pages in a DB Like Manner, in International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (2016) pp. 396–399.
- [34] V. V. Mazalov and B. T. Tsinguev, Kirchhoff centrality measure for collaboration network, in Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) (2016) vol. 9795, pp. 147–157.
- [35] Z. Hui, X. Cai, J. M. Greneche, and Q. A. Wang, *Structure and collaboration relationship analysis in a scientific collaboration network*, **Chinese Sci. Bull.**, vol. 56, no. 34 (2011) pp. 3702–3706.
- [36] G. Wood, *The structure and vulnerability of a drug trafficking collaboration network*, **Soc. Networks**, vol. 48 (2017) pp. 1–9.
- [37] M. Çakıcı, A. Oğuzhan, and T. Özdil, *İstatistik*, 2nd ed. Ekin Basım Yayın Dağıtım, 2015.
- [38] L. Grady and E. L. Schwartz, “Isoperimetric graph partitioning for image segmentation,” *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 28, no. 3, pp. 469–475, 2006.
- [39] J. Ruan and W. Zhang, *Identifying network communities with a high resolution*, **Phys. Rev. E - Stat. Nonlinear, Soft Matter Phys.**, vol. 77, no. 1 (2008).
- [40] R. Van Driessche and D. Roose, *An improved spectral bisection algorithm and its application to dynamic load balancing*, **Parallel Comput.**, vol. 21, no. 1 (1995) pp. 29–48.

- [41] W. E. Donath and A. J. Hoffman, *Lower Bounds for the Partitioning of Graphs*, **IBM J. Res. Dev.**, vol. 17, no. 5 (Sep. 1973) pp. 420–425.
- [42] M. Fiedler and M. Fiedler, *A property of eigenvectors of nonnegative symmetric matrices and its application to graph theory*, **Czechoslov. Math. J.**, vol. 25, no. 4 (1975) pp. 619–633.
- [43] E. Süli and F. F. Mayers, *An Introduction to Numerical Analysis*. Cambridge University Press, 2003.
- [44] K. İnce, Analyzing Tendency of Academic Growth in Turkey, in *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium* (2016) pp. 400–403.
- [45] K. İnce and A. Karcı, Analysing and Modelling of Academic Collaboration of Turkey, in *International Conference on Natural Science and Engineering* (2016) pp. 2772–2776.

EK 1

Türkiye’deki 131 adet üniversitenin toplam yayın sayıları ve içinde bulundukları hizip sayısı

Üniversite	Yayın Sayısı	Hizip Sayısı
Ankara Üniversitesi	13015	451
Hacettepe Üniversitesi	17215	433
İstanbul Üniversitesi	16669	414
Ondokuz Mayıs Üniversitesi	6020	408
Erciyes Üniversitesi	7119	404
Ege Üniversitesi	12123	398
Selçuk Üniversitesi	7568	395
Süleyman Demirel Üniversitesi	4715	370
Atatürk Üniversitesi	7871	368
Gazi Üniversitesi	12139	340
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi	4047	305
Uludağ Üniversitesi	5680	301
Marmara Üniversitesi	6163	292
Karadeniz Teknik Üniversitesi	6006	268
Akdeniz Üniversitesi	5378	261
Abant İzzet Baysal Üniversitesi	2303	256
Yüzüncü Yıl Üniversitesi	3463	222
Gülhane Askeri Tıp Akademisi (Gata)	6278	221
Kocaeli Üniversitesi	4262	216
Dicle Üniversitesi	3982	207
Çukurova Üniversitesi	6554	201
Gaziantep Üniversitesi	4055	197
Orta Dogu Teknik Üniversitesi	13549	191
Mersin Üniversitesi	2564	164
İstanbul Teknik Üniversitesi	12226	141
Dokuz Eylül Üniversitesi	7628	138
İnönü Üniversitesi	3418	137
Cumhuriyet Üniversitesi	2959	130
Pamukkale Üniversitesi	3354	121
Sakarya Üniversitesi	3093	119
Fırat Üniversitesi	5258	114
Afyon Kocatepe Üniversitesi	2571	110
Çanakkale 18 Mart Üniversitesi	2912	100
Celal Bayar Üniversitesi	2737	95
Yıldız Teknik Üniversitesi	4840	94
Başkent Üniversitesi	4945	92
Gaziosmanpaşa Üniversitesi	2357	89

Düzce Üniversitesi	1672	84
Buğent Ecevit Üniversitesi	2074	82
Mustafa Kemal Üniversitesi	2755	72
Harran Üniversitesi	2290	69
Adnan Menderes Üniversitesi	2475	61
Trakya Üniversitesi	2795	60
Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	1979	50
Anadolu Üniversitesi	3364	44
Dumlupınar Üniversitesi	1694	40
Boğaziçi Üniversitesi	6017	38
Balıkesir Üniversitesi	1667	38
Yeditepe Üniversitesi	2245	34
Kafkas Üniversitesi	1345	34
Kırıkkale Üniversitesi	2225	30
Niğde Üniversitesi	1489	22
Fatih Üniversitesi	2289	21
Namık Kemal Üniversitesi	1224	18
Doğuş Üniversitesi	1131	14
Karabük Üniversitesi	816	13
Aksaray Üniversitesi	916	9
Adıyaman Üniversitesi	834	9
İzmir Katip Çelebi Üniversitesi	848	7
Muğla Üniversitesi	1025	6
Erzincan Üniversitesi	580	6
Bilkent Üniversitesi	5844	5
Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi	320	5
Bozok Üniversitesi	909	5
Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi	725	5
Bahçeşehir Üniversitesi	878	5
İstanbul Aydın Üniversitesi	310	5
Atılım Üniversitesi	1201	4
Tobb Ekonomi Ve Teknoloji Üniversitesi	1619	4
Ahi Evran Üniversitesi	674	4
İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü	1546	3
Sabancı Üniversitesi	2385	3
Acıbadem Üniversitesi	965	3
Ordu Üniversitesi	580	3
Giresun Üniversitesi	533	3
Sinop Üniversitesi	482	2
Işık Üniversitesi	492	2
Maltepe Üniversitesi	521	2
Bartın Üniversitesi	452	2

Kadir Has Üniversitesi	471	2
Uşak Üniversitesi	330	2
Okan Üniversitesi	361	2
İstanbul Bilim Üniversitesi	541	2
Kastamonu Üniversitesi	435	2
Gümüşhane Üniversitesi	480	2
Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi	326	2
Zirve Üniversitesi	333	2
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi	156	1
İstanbul Bilgi Üniversitesi	427	1
İstanbul Kültür Üniversitesi	446	1
Çankaya Üniversitesi	745	1
Galatasaray Üniversitesi	361	1
Beykent Üniversitesi	273	1
Yalova Üniversitesi	213	1
Özyeğin Üniversitesi	424	1
Bingöl Üniversitesi	400	1
Bitlis Eren Üniversitesi	248	1
Kilis 7 Aralık Üniversitesi	202	1
İstanbul Ticaret Üniversitesi	305	1
Hava Harp Okulu Komutanlığı	95	1
Yaşar Üniversitesi	340	1
İzmir Ekonomi Üniversitesi	730	1
Çağ Üniversitesi	99	1
Ufuk Üniversitesi	394	1
Hitit Üniversitesi	486	1
Haliç Üniversitesi	165	1
Bilecik Üniversitesi	122	1
Artvin Çoruh Üniversitesi	237	1
Amasya Üniversitesi	304	1
Nevşehir Üniversitesi	423	1
Kırklareli Üniversitesi	242	1
Siirt Üniversitesi	243	1
Batman Üniversitesi	285	1
Çankırı Karatekin Üniversitesi	389	1
İstanbul Arel Üniversitesi	107	1
Muş Alparslan Üniversitesi	189	1
Bayburt Üniversitesi	179	1
Piri Reis Üniversitesi	87	1
Hakkari Üniversitesi	69	1
Melikşah Üniversitesi	110	1
Iğdır Üniversitesi	119	1

Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi	76	1
Tunceli Üniversitesi	300	1
Yeni Yüzyıl Üniversitesi	84	1
Erzurum Teknik Üniversitesi	119	1
Bursa Teknik Üniversitesi	123	0
Deniz Harp Okulu Komutanlığı	68	0
Kara Harp Okulu Komutanlığı	29	0
Ardahan Üniversitesi	71	0
Şırnak Üniversitesi	91	0
Bezmialem Üniversitesi	7	0



EK 2

İç Anadolu Bölgesi Üniversiteler Arası Ağırlıklı İşbirliği Çizgeleri

	Hacettepe	Ankara	Bilkent	ODTÜ	Anadolu	Erciyes	Gazi	Selçuk	GATA	Cumhuriyet	Osmangazi	Niğde	Başkent	Çankaya	Atılım	Kırıkkale	Aksaray	Bozok	TOBB	Kara Harp Okulu	Ufuk	Ahi Evran	Nevşehir	Karatekin	K. Mehmetbey	Melikşah
Hacettepe	0	680	109	284	170	120	708	163	254	86	142	33	300	13	18	161	66	20	23	0	29	24	4	8	5	0
Ankara	680	0	71	200	56	200	1029	203	162	96	80	54	218	16	19	245	56	29	461	1	110	69	11	41	19	0
Bilkent	109	71	0	165	25	5	138	2	6	0	2	0	8	11	12	8	5	4	40	0	0	11	3	3	0	0
ODTÜ	284	200	165	0	42	31	276	78	43	25	27	28	87	54	189	51	16	4	79	1	1	41	15	6	15	0
Anadolu	170	56	25	42	0	30	84	31	4	10	793	0	2	1	2	12	8	11	2	1	0	1	0	7	7	0
Erciyes	120	200	5	31	30	0	272	157	86	117	42	112	44	0	0	51	20	158	4	2	2	6	95	20	22	18
Gazi	708	1029	138	276	84	272	0	250	171	90	99	55	193	29	46	276	177	51	417	3	40	136	54	25	4	2
Selçuk	163	203	2	78	31	157	250	0	57	55	59	49	120	2	0	65	67	21	6	0	3	24	19	12	48	2
GATA	254	162	6	43	4	86	171	57	0	36	36	0	68	0	0	41	8	7	3	0	17	3	0	0	0	0
Cumhuriyet	86	96	0	25	10	117	90	55	36	0	26	17	26	0	6	13	3	20	0	0	1	7	2	2	1	0
Osmangazi	142	80	2	27	793	42	99	59	36	26	0	18	21	0	0	28	19	12	0	0	3	3	2	17	0	0
Niğde	33	54	0	28	0	112	55	49	0	17	18	0	2	0	0	2	39	13	3	0	0	10	9	3	5	11
Başkent	300	218	8	87	2	44	193	120	68	26	21	2	0	4	4	43	2	4	7	7	17	2	0	0	1	0
Çankaya	13	16	11	54	1	0	29	2	0	0	0	0	4	0	20	1	2	5	7	0	0	0	4	2	0	0
Atılım	18	19	12	189	2	0	46	0	0	6	0	0	4	20	0	2	2	0	2	0	0	0	0	3	0	0
Kırıkkale	161	245	8	51	12	51	276	65	41	13	28	2	43	1	2	0	8	2	7	0	17	7	8	7	3	0
Aksaray	66	56	5	16	8	20	177	67	8	3	19	39	2	2	2	8	0	1	0	0	0	3	1	3	2	1
Bozok	20	29	4	4	11	158	51	21	7	20	12	13	4	5	0	2	1	0	1	0	0	0	1	2	5	0
TOBB	23	461	40	79	2	4	417	6	3	0	0	3	7	7	2	7	0	1	0	1	1	0	0	2	1	0
Kara Harp Okulu	0	1	0	1	1	2	3	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ufuk	29	110	0	1	0	2	40	3	17	1	3	0	17	0	0	17	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Ahi Evran	24	69	11	41	1	6	136	24	3	7	3	10	2	0	0	7	3	0	0	0	0	0	6	6	0	0
Nevşehir	4	11	3	15	0	95	54	19	0	2	2	9	0	4	0	8	1	1	0	0	0	6	0	1	2	2
Karatekin	8	41	3	6	7	20	25	12	0	2	17	3	0	2	3	7	3	2	2	0	0	6	1	0	5	0
K. Mehmetbey	5	19	0	15	7	22	4	48	0	1	0	5	1	0	0	3	2	5	1	0	0	0	2	5	0	0
Melikşah	0	0	0	0	0	18	2	2	0	0	0	11	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad : Kenan İNCE
Doğum Yeri ve Tarihi : Malatya – 16.06.1982
Adres : İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar
Mühendisliği Bölümü / MALATYA
E-Posta : kenanince@gmail.com
Listans : İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik
Fakültesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü – İzmir
(2009)
Yüksek Lisans : İnönü Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Bilgisayar
Mühendisliği Bölümü – Malatya (2012)

Yayın listesi:

TEZDEN TÜRETİLEN YAYINLAR/SUNUMLAR

İnce, K., & Karcı, A. *Akademik İşbirliklerinin Yeni Bir Çizge Olarak Modellenmesi ve İstatistik Analizi*, Gazi Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, (Kabul aldı).

İnce, K., & Karcı, A., “Analysing and Modelling of Academic Collaboration of Turkey,” in *International Conference on Natural Science and Engineering*, 2016, pp. 2772–2776.

İnce, K., “An Application for Retrieving Data from Web Pages in a DB Like Manner,” in *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium*, 2016, pp. 396–399.

İnce, K., “Analyzing Tendency of Academic Growth in Turkey,” in *International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium*, 2016, pp. 400–403.

İnce, K., & Karcı, A. (2017). Collaboration network analysis of Turkey in regional basis. In *2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IDAP.2017.8090241>

İnce, K., & Karıcı, A. (2017). Collaboration graph as a new graph definition approach. In *2017 International Artificial Intelligence and Data Processing Symposium (IDAP)* (pp. 1–4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IDAP.2017.8090242>

