

Sosyal Bilimler
EKEVAKADEMİ
dergisi

Makalenin geliş tarihi: 26.08.2025
1.Hakem Rapor Tarihi: 01.09.2025
2.Hakem Rapor Tarihi: 04.09.2025
Yayına Kabul Tarihi: 24.10.2025

eISSN:2148-0710 - pISSN:1301-6229

DOĞU ANADOLU BÖLGESİ HASTANELERİ ARASINDAKİ HASTA SEVK AĞLARININ SOSYAL AĞ ANALİZİ İLE İNCELENMESİ

Sezer HAKSEVER* - Erkan OKTAY**

Öz

Bu çalışmanın amacı, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki sağlık kuruluşlarının birbirleri arasındaki hasta sevk ağlarını inceleyerek bu sağlık kuruluşlarının bölgedeki rollerini belirlemede profesyonellere bilimsel destek sağlamaktır. Hastaların sevkleri, i hastanesinden j hastanesine yapılan sevk sayısını kenarların temsil ettiği, yönlü ve ağırlıklı bir ağ olarak modellenmektedir. Çalışmada merkezilik ve topluluk tespiti buna göre hesaplanmıştır. Ayrıca hasta tanımlarının ve sevk nedenlerinin analiziyle sağlık sisteminde geliştirilmesi gereken alanlara dikkat çekilmiştir. Çalışmada gerekli etik kurul onayı alındıktan sonra Doğu Anadolu Bölgesi İl Sağlık Müdürlükleri'nden elde edilen veriler kullanılmıştır. Bulguların ortaya çıkmasında sosyal ağ analizi yazılımı olan Gephi 0.10.1 paket programından faydalanılmıştır. Gephi programı ile yapılan ön analizler sayesinde doğru sağlık yatırımı kararları alınabileceği ve sağlık politikalarının bu doğrultuda geliştirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Erzurum Şehir Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi ve Kars Harakani Devlet Hastanesi bölgede en etkili, en erişilebilir ve en hızlı iletişim sağlayan kurumlar olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmanın hastanelerin hasta bakım kalitesinin artırabilmesine ve kaynaklarının etkin olarak kullanabilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sosyal ağ analizi, Hizmet kalitesi, Yönlü ağ, Sevk akışları, Sağlık politikası.

Jel Kodu: I18, C16, J28.

Analyzing Patient Referral Networks Among Hospitals in the Eastern Anatolia Region Using Social Network Analysis

Abstract

The purpose of this study is to provide scientific support to professionals in determining the roles of health institutions in the Eastern Anatolia Region by examining the patient referral networks between these health facilities. Patient referrals are modeled as a directed, weighted network where edges represent the number of referrals from hospital i to hospital j; centrality and community detection have been computed accordingly.. Additionally, by analyzing patient diagnoses and referral reasons, areas needing improvement in the healthcare system have been highlighted. In our study, data obtained from the Provincial Health Directorates of the Eastern Anatolia Region were used after obtaining the necessary ethics committee approval. The Gephi 0.10.1 software package, a social network analysis tool, was utilized to present the findings. It has been emphasized that accurate healthcare investment decisions can be made and health policies can be developed accordingly through preliminary analyses conducted with the Gephi program. Erzurum City Hospital, Erzurum Atatürk University Research Hospital, and Kars Harakani State Hospital have been identified as the most effective, accessible, and rapid communication providers in the region. This study is believed to contribute to improving the patient care quality of hospitals and enabling the effective utilization of their resources.

Keywords: Social network analysis, Service quality, Directed network, Referral flows, Health policy.

Jel Code: I18, C16, J28.

* Doktora Öğrencisi, Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Ana Bilim Dalı, sezerhaksever@gmail.com , <http://orcid.org/0000-0002-9187-3266>

** Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Ekonometri Ana Bilim Dalı, erkanoktay@atauni.edu.tr, <http://orcid.org/0000-0002-1739-3184>

1. Giriş

Sosyal ağ analizi, sistemlerdeki değişkenler arasındaki ilişkileri matematiksel yöntemle ortaya koyan ampirik ve tanımlayıcı bir analiz yöntemidir. Başka bir deyişle sosyal ağ analizi, aktörlerin birbirleri arasındaki sosyal ilişkileri ölçen ve bu aktörlerin davranışlarının nasıl etkilendiğini inceleyen bir analiz yöntemidir. Hasta sevk sistemleri, sağlık hizmetlerinin kaynakları optimize ederek, hizmet kalitesini artırarak ve maliyet etkinliği sağlayarak daha verimli çalışmasını sağlar. Kısacası, sevk sistemleri, sağlık hizmetlerinin erişilebilir, kaliteli, güvenli ve sürdürülebilir olmasında merkezi bir role sahiptir. Hasta sevk ağlarının analizi, hastaların farklı sağlık kuruluşları arasında nasıl hareket ettiğini (hangi hastaneye, ne sıklıkta sevk edildiklerini) inceleyen bir yaklaşımdır. Sağlık sisteminin işleyişindeki güçlü ve zayıf yönleri ortaya koyarak daha etkin, verimli ve kaliteli hizmeti mümkün kılar (Göktaş vd., 2017).

Bu çalışmada hasta sevkleri, bir hastaneden diğerine gerçekleşen sevklerin yönünü (kaynak ve hedef) ve yoğunluğunu (sevk sayısı) doğrudan yansıttığı için yönlü ve ağırlıklı bir ağ olarak modellenmiştir (Wasserman & Faust, 1994). Ayrıca, sevklerin nicel değeri (sevk sayısı), iki hastane arasındaki ilişkinin gücünü ve frekansını gösterdiğinden, bu bilginin kenar ağırlıkları olarak temsil edilmesi gerekmektedir, zira ağdaki ilişkilerin önemi bu şekilde doğru bir biçimde yansıtılmaktadır (Borgatti vd., 2013). Bu yaklaşım sayesinde, hastaneler arası bağımlılıklar ve sistemdeki kritik düğümler (hastaneler) daha gerçekçi bir şekilde ortaya konulabilmekte ve sağlık hizmeti politikalarının geliştirilmesi için sağlam bir temel sunulmaktadır.

Çalışmanın temel amacı, bölgedeki hastaneler arasındaki sevk ilişkilerinin yapısını, yoğunluğunu ve merkezi aktörlerini SNA metrikleri (örneğin; yoğunluk, derece merkezilik, aracılık merkezilik, kümelenme katsayısı) aracılığıyla tanımlamak ve bu ağ yapılarının hastanelerin demografik veya kurumsal özellikleri ile olası ilişkilerini incelemektir. Ek olarak çalışmada, Sosyal Ağ Analizi (SAA) paket programlarından biri olan Gephi'yi hasta sevkleri üzerinde kullanma, yorumlama ve tartışma denemesi yapılacaktır. Bu kapsamda öncelikle Gephi'de ağ grafiklerinin çizilmesinde farklı sistem fonksiyonları barındıran düzen algoritmaları üzerinde durulmuştur. Bu düzen algoritmalarının bazılarına ait matematiksel eşitlikler, çalışma üzerinde uygulanarak doğruluğu test edilmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki hastaneler arası hasta sevk ağlarının yapısı, yoğunluğu ve dinamikleri Gephi programı aracılığıyla incelenmiştir. Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki hasta sevk ağlarının analiziyle önemli, kritik ve kilit sağlık merkezlerinin tespiti mümkün olduğu gibi; sessiz, darboğaza girmiş ve izole olmuş hastaneler de belirlenebilir. Diğer taraftan bu hedeflerin hangi SAA terimi ile alakası olduğu belirtilerek sağlık yetkililerinin politika üretmesine zemin hazırlanabilir.

Bu çalışmanın birinci bölümünde sosyal ağ analizi yönteminin hasta sevk ağları analizi konusunda önemi ve Gephi paket programının hasta sevk konusunda ilk defa nasıl kullanıldığı ve denemelerinin yapıldığı anlatılmıştır. İkinci bölümde, çalışmada kullanılan verilerin toplanması, yorumlanması ve rapor edilmesi süreci açıklanmıştır. Bu bağlamda sosyal ağ analizi için hangi programın kullanıldığı ve bu programda hangi metriklerin çalışıldığı açıklanmıştır.

Üçüncü bölümde, Gephi paket programına ait bu çalışma için en faydalı düzen algoritmaları gösterilip yorumlanmıştır. Ayrıca bu bölümde aynı sosyal ağ analizi paket programının içerdiği filtreleme teknikleri çalışma üzerinde denenmiş ve elde edilen bulgular yorumlanıp tablo ve grafiklerle temsil edilmiştir. Dördüncü ve son bölümde ise elde edilen bulguların alan yazındaki diğer çalışmalarla benzerlikleri, farklılıkları ve sınırlılıkları ortaya konulmuştur. Ayrıca SAA metriklerinden elde edilen bulgulara göre sağlık politikaları üretilmeye çalışılmıştır.

Literatür Tarama

Demiral'ın (2020) yaptığı çalışmada, Doğu Karadeniz Bölgesi İlleri arasındaki hasta sevkleri baz alınmıştır. Sağlık hizmeti veren hastanelerin bölgedeki konumlarının, birbirleri ile olan ilişkilerinin aydınlatılmasının yanında hastaların demografik özellikleri, hasta sevk sayıları, sevk nedenleri ve tanıları da içerisine alan çalışma, etrafıca yapılmıştır. Yapılan çalışmada, bölgedeki hastanelerin geliştirilmesi ve iyileştirilmesi gereken alanlar hakkında sağlık sektörüne yönelik önerilerde bulunulmuştur.

Sosyal ağ analizi kavramları Gephi ve R paket programlarında ilk defa Türkçe kaynak olarak uygulamalarla tanıtılmıştır. Çalışmada ayrıca çizge kuramı sosyal ağ analizi temel ve ileri kavramlarıyla birlikte verilmiştir. Dahası çalışmada ağ modelleri tanıtılmış ve paket program uygulamaları gösterilmiştir (Gürsakaç & Aksan, 2023).

Lenger ve Beyan (2022) tarafından, Twitter'dan toplanan 3184 veri, sosyal ağ analiziyle değerlendirilmiştir. Eğitim ve sağlık gibi pandemiden en çok etkilenen meslek gruplarının Twitter'da daha fazla paylaşım yaptığı gözlenmiştir. Paylaşımlar genel olarak olumsuz yorumlar içermekte olup, sağlık çalışanları pandemiden en çok etkilenen grup olarak öne çıkmaktadır. Sosyal medya, kanun koyuculara ulaşmak için bir araç olarak kullanılmıştır. Bireylerin yaşadıkları mağduriyetlerin özgürce paylaşılıp tartışmaların önemli bir veri kaynağı olarak değerlendirilmesi ve bu verilerin, belirsiz bir ortamda geleceğe yönelik projeksiyonlar oluşturmak için kullanılabileceği tespit edilmiştir.

Kızıltuğ ve Tugay (2024) çalışmalarında örtük bilgi kavramının, sosyal ağ analizi ile bibliyometrik incelemesinin, gelecekteki araştırmalara yol göstermesi amacıyla somutlaştırılmasına odaklanmışlardır. Araştırmada, örtük bilgi kavramının (2015-2024 yılları arası yönetim organizasyon alanında Türkiye'de yapılmış bilimsel çalışmalarda) hangi kavramlarla birlikte ele alındığı, bu kavramlarla ilişki yoğunlukları ve yapısı ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Codal ve Coşkun (2016) yılında “Sosyal Ağ Türlerinin Karşılaştırılmasına İlişkin Bir Ağ Analizi” konulu çalışmalarına farklı sosyal ağların (arkadaşlık ağı, politik ağ ve Facebook ağı) merkezîyet ölçütleri açısından karşılaştırmalı bir analizini sunmuşlardır. Bu çalışma, ağları birbirinden ayıran farklı karakteristik özelliklerin her birinin kendi iç dinamikleri çerçevesinde değerlendirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Ayrıca, sosyal ağ analizi sürecinde karakteristik özelliklerin ölçütlerinin belirlenmesi konusunda gelecek çalışmalara katkıda bulunmayı hedeflemişlerdir.

Ayyıldız ve Kılıçarslan 2024 yılında yaptıkları çalışmada, açık alan rekreasyonuna dair çalışmaların 2019 yılından sonra artan bir ilgiyle daha fazla araştırılmaya başlandığını tespit etmişlerdir. Uluslararası literatürdeki nicelik ile karşılaştırıldığında, Türkçe literatürde açık alan rekreasyonu çalışmalarına daha fazla odaklanılması gerektiği vurgulanmıştır. Ayrıca yapılan çalışmada verilerin görselleştirilmesinde Gephi paket programı kullanılmıştır.

17. yüzyılın ikinci yarısında Osmanlı saray teşkilatında çeşitli pozisyonlardaki saray mensuplarının borç ilişkileri, sosyal ağ analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Saray bağlantılı kişilerin borç ilişkileri gibi literatürde eksik olan bir konu incelenerek bu alandaki boşluk doldurulmuştur. Makalede, 17. yüzyılda saray teşkilatında görev yapmış, kaynaklarda az yer bulan alt düzey saraylılar incelenmiştir (Uğur, 2023).

Suriye'den Türkiye'ye gerçekleşen kitlesel göç hareketin 10 yıllık sürecinde (2011-2021), Suriyelilere hizmet veren STK'lar arasındaki koordinasyon ve iş birliğinin yapısını ortaya koymak amacıyla gerçekleştirilen çalışmada SAA yöntemleri ve Gephi paket programı kullanılmıştır. Birleşmiş Milletler Mülteciler Yüksek Komiserliği (UNCHR) ağ merkezi olarak tespit edilmiştir. Ulusal sosyal ağ

haritasına göre ise: Türk Kızılayı ve İnsan Hak ve Hürriyetleri İnsani Yardım Vakfı (İHH) ağ merkezleri olarak tespit edilmiştir (Mengü, 2022).

Saraçoğlu (2023) tarafından yapılan çalışmada Gephi kullanılarak Victor Hugo'nun "Sefiller" romanındaki karakterler arasındaki ilişkiler analiz edilmiştir. Düğüm ve bağlantı sayıları üzerinden ağ yapısı incelenmiş ve düzen algoritmalarıyla karakterler arasındaki etkileşimler görselleştirilmiştir. Özellikle Force Atlas gibi düzenleme yöntemleriyle topluluklar ve merkez karakterler belirginleştirilmiştir.

Çebi Karaaslan vd. (2025) yaptıkları çalışmada Türkiye'de sağlık muayene hizmetlerinden duyulan memnuniyet düzeyi analiz edilmiştir. 2023 Yaşam Memnuniyeti Araştırması mikro verileri kullanılarak yapılan incelemede, Pearson'ın χ^2 testi ve lojistik regresyon yöntemi uygulanmıştır. Vatandaşların %61,85'inin sağlık muayene hizmetlerinden memnun olduğu tespit edilmiştir. Memnuniyetin sosyodemografik, bireysel ve kurumsal faktörlerden anlamlı biçimde etkilendiği ortaya konmuştur. Sağlık hizmetlerinde güven unsurunun ve dijitalleşme sürecinin memnuniyet üzerinde belirleyici olduğu sonucuna ulaşılmış; bu doğrultuda geliştirilecek politikalarla sağlık sistemine duyulan güvenin artırılabilceği değerlendirilmiştir.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Bu çalışma için Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki hastaneler arasındaki hasta sevk ağlarını incelemek amacıyla nicel bir araştırma paradigması içinde konumlanan, tanımlayıcı ve ilişkisel bir Sosyal Ağ Analizi (SNA) deseni benimsenmiştir. Benzer biçimde, Lee vd. (2011) ile De Brún vd. (2018) tarafından yürütülen çalışmalarda da sosyal ağ yapılarının betimleyici ve ilişkisel yönlerini ortaya koymak amacıyla tanımlayıcı ve ilişkisel SNA desenleri benimsenmiştir. Bu yaklaşım, sağlık kurumları arasındaki etkileşimlerin hem nicel (örneğin ağ yoğunluğu ve derece merkeziliği) hem de yapısal (örneğin bağlantısallık ve ağ bütünlüğü) özelliklerinin eşzamanlı biçimde incelenbilmesine imkân tanımaktadır. Ayrıca, bu yöntemsel tercih aracılığıyla, sağlık sistemlerinde ortaya çıkan sevk akışlarının açıklanması ve kurumlar arası ilişkisel dinamiklerin görünür hâle getirilmesi yönünde etkili bir analitik çerçeve oluşturulmaktadır.

2.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evreni 2020, 2021, 2022 ve 2023 yıllarına ait, Erzurum, Erzincan, Kars, Ağrı, Muş, Tunceli il veya ilçe hastanelerinden diğer hastanelere ambulans veya kendi imkanları ile sevk edilen 142.442 hastanın sevk planlamalarını içermektedir. Hasta sevkleri 54 il ve 172 hastane arasında gerçekleşmiştir. Sevk ağında 45 devlet hastanesi (DH), 17 özel hastane, 23 EAH ve 32 üniversite hastanesi bulunmaktadır.

Erzurum İl Sağlık Müdürlüğü tarafından elde edilen verilere göre, Erzurum ili dışından Erzurum Şehir Hastanesi'ne 2020-2023 yılları arasında sevk edilen hasta sayısı 100'dür. Erzurum Şehir Hastanesi'nden 2020-2023 yılları arasında; il dışındaki hastanelere sevk edilen hasta sayısı 1.651, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi'ne sevk edilen hasta sayısı ise 16.438 olarak bildirilmiştir. Bu kapsamda toplam 18.189 hastanın sevk bilgisi tarafımıza ulaşmıştır. Erzurum dışındaki illerden 2020-2023 yılları arasını kapsayan veriler ise; Ağrı İl Sağlık Müdürlüğü'nden 6.957, Muş İl Sağlık Müdürlüğü'nden 83.299 ve Kars İl Sağlık Müdürlüğü'nden 32.134 şeklindedir. Tunceli İl Sağlık Müdürlüğü'nden ise 1.933 hastanın yalnızca hangi hastanelere sevk edildiğine dair sayı bilgisi ile 14 hastanın Erzurum Şehir Hastanesi'ne sevk edildiği bilgisi tarafımıza ulaşmıştır. Elâzığ, Bingöl, Bayburt, Ardahan İl Sağlık Müdürlükleri yoğun istek ve taleplerimize rağmen değişik nedenlerle hasta sevk verilerini tarafımıza gönderememişlerdir.

2.3. Verilerin Analizi

Sosyal Ağ Analizi (SNA), sosyal sistemlerdeki aktörler ve bu aktörler arasındaki ilişkiler bütününe incelemeye olanak tanıyan yapısal bir analiz yöntemidir. Bu yaklaşım, toplumsal, kurumsal veya örgütsel düzeydeki etkileşimlerin görünmeyen örüntülerini açığa çıkararak, ağın bütününe bir “ilişkiler haritası” şeklinde betimlemeyi amaçlamaktadır (Wasserman & Faust, 1994). SNA, bireyler, gruplar ya da kurumlar arasındaki bağlantıların yoğunluğunu, yönünü ve niteliğini inceleyerek, sistem içindeki bilgi, kaynak veya hasta akışlarının hangi yollarla gerçekleştiğini ortaya koyar (De Brún vd., 2018). Bu yönüyle, sosyal ağ analizi, karmaşık toplumsal ilişkilerin yalnızca bireysel özellikler üzerinden değil, ilişkisel bağlamları aracılığıyla çözümlenmesine imkân tanıyan güçlü bir metodolojik çerçeve sunmaktadır (Borgatti vd., 2013).

Bu araştırmada, Doğu Anadolu Bölgesindeki illerden elde edilen veriler, Sosyal Ağ Analizi yönteminin uygulanabilmesi amacıyla öncelikle veri temizleme sürecinden geçirilmiştir. Verilerin bütünlüğü ve analiz edilebilirliği sağlandıktan sonra, hasta sevk akışlarını temsil eden veriler Gephi paket programına aktarılacak üzere yapılandırılmıştır. Bu kapsamda, veri setinde her bir sevk işlemi için kaynak (source) ve hedef (target) değişkenleri belirlenmiş; yani hastaların hangi hastaneden sevk edildiği ile hangi hastaneye yönlendirildiği tanımlanmıştır. Kaynak ve hedef hastaneler belirlendikten sonra, her bir bağlantı (edge) için hasta sevk sayıları ilişkilendirilmiştir. Program içerisinde öncelikle çeşitli düzen (layout) algoritmaları kullanılarak ağın yapısal özellikleri görselleştirilmiştir. Farklı düzenleme teknikleri sayesinde, ağın genel görünümü, aktörlerin birbirleriyle olan bağlantı yoğunlukları ve merkezî konumları daha açık biçimde ortaya konmuştur. Ardından, ağ üzerindeki etkileşimlerin analizi amacıyla Gephi yazılımının sunduğu temel sosyal ağ analiz metrikleri hesaplanmıştır. Bu kapsamda, arasındalık, derece ve yakınlık merkeziliği gibi göstergeler kullanılarak ağdaki en kritik hastaneler, bağlantı noktaları ve olası dar boğazlar belirlenmiştir. Ayrıca, filtreleme ve sınıflandırma teknikleri kullanılarak ağdaki önemli aktörlerin görsel olarak vurgulanması sağlanmıştır. Elde edilen metriksel bulgular doğrultusunda, bölgesel sağlık sistemi içerisindeki hasta sevk ağlarının yapısal özellikleri değerlendirilmiş; hastaneler arası sevk ilişkilerinin merkezilik, yoğunluk ve yönlülük düzeyleri yorumlanmıştır. Bu analizlerin sonuçları, sağlık sisteminin etkinliğini artırmaya ve sevk zincirindeki darboğazların azaltılmasına yönelik politika önerileri geliştirilmesinde kullanılmıştır.

2.3.1 Gephi Ortamında Kullanılan Sosyal Ağ Analizi Metrikleri

Gephi’de bağlantılar arası filtreleme (sevkleri filtreleme) oldukça kullanışlı bir özelliktir. Bu özellik sayesinde, ağdaki tüm hastaneler yerine analiz için kritik olan belirli kenar gruplarına odaklanılabilmektedir. Ayrıca, düğüm büyüklükleri ve kenarlar farklı renklerle görselleştirilerek, ağ yapısının daha pratik ve anlaşılır yorumlanması mümkün hâle gelmektedir (Bastian vd., 2009). Bu sayede, hasta sevk ağındaki merkezi hastaneler, kritik geçiş noktaları ve olası dar boğazlar belirlenebilir ve analiz sonuçları sağlık politikaları geliştirmek için kullanılabilir.

2.3.1.1. Bağlantılar Arası Yetki (Authority) Filtresi

Çalışmada en fazla etkinliğe, merkeziliğe ve öneme sahip hastanelerin belirgin hale gelmesi için bu yetki filtresi kullanılmıştır. Bu filtre değeri yüksek olan hastaneler, belirli bir uzmanlık alanı, kompleks vakaların yönetimi veya genel olarak referans merkezi olma anlamında diğer hastaneler tarafından çok güvenilen ve sevk için tercih edilen kurumlardır. Bu hastaneler, hasta akışının önemli bir kısmını yönetir ve ağın verimli çalışmasında kilit noktalardır.

2.3.1.2. Bağlantılar Arası Arasındalık Merkeziliği Filtrelemesi

Yüksek arasındalık değeri, düğümün bilgi veya kaynak akışında bir "köprü" veya "aracı" rolü oynadığını gösterir. Farklı coğrafi bölgeler veya hastane türleri arasındaki sevk zincirlerinde kritik bir

geçiş noktası olan hastaneleri belirgin hale getirilir. Bu hastaneler, sevklerin kesintisiz akışında önemli bir yetkiye sahiptir.

2.3.1.3. Bağlantılar Arasında Yakınlık Merkeziliği Filtresi

Bu algoritma fonksiyonu, ağdaki hastanelere ait düğümlerin diğer hastanelere olan mesafelerinin ortalama bir değerini hesaplar. Yüksek yakınlık merkeziliğine sahip bir hastane, ağ içindeki hasta akışına hızlıca erişebilir ve diğer hastanelerle kolayca bağlantı kurabilir. Böylece bu tip hastaneler ağda iyi konumlanmış ve potansiyel olarak verimli bir sevk noktası haline gelir.

2.3.1.4. Bağlantılar Arasında Derece Merkeziliği Filtresi

Ağ grafiğinde hangi hastanelerin en güçlü ve otoriter olduğunu tespit etme amacıyla geliştirilmiş bir merkezilik ölçüsüdür (Kolaczyk, 2009). Bu ölçü, bir düğümün diğer düğümlerle olan kenar sayısı olarak düşünülmelidir. Yönsüz bir ağ grafiğinde, doğrudan ortak kenara sahip olunan diğer düğümlerin sayısı olarak düşünülebilir. Büyük ağlarda derece merkeziliği değeri büyük olacağından, böylesine büyük düğümlerin etkisini azaltmak amacıyla normalleştirilmiş bir ölçüm geliştirilmiştir. Burada üzerinde çalışılan düğümün sahip olduğu bağlantı sayısının maksimum bağlantı sayısına oranı hesaplanmaktadır (Knoke ve Yang, 2008, s. 63).

$$M'_{D_i} = \frac{i \text{ düğümün ilişkili olduğu bağlantı sayısı}}{n - 1}$$

2.3.1.5. Bağlantılar Arasında Kümeleme Katsayısı Filtrelemesi

Ağ teorisinde bir düğümün komşularıyla ne kadar bağlantılı olduğunu ölçen bir metriktir. Bu çalışmada hastanelerin komşu hastanelerle ne kadar iyi iş birliği içerisinde olduğunun bir göstergesi olarak düşünülebilir. Yüksek kümelenme katsayısına sahip bir hastane, hasta sevk ağında yerel olarak güçlü, koordineli ve muhtemelen belirli bir uzmanlık alanına veya coğrafi bölgeye odaklanmış bir kümenin merkezinde yer alır.

2.3.1.6. Bağlantılar Arası Özvektör Merkeziliği Filtrelemesi

Bu, sevk zincirinde kilit rol oynayan yani diğer önemli hastanelerle yoğun sevk ilişkisi olan hastaneleri tespit etmek anlamına gelir. Bu hastaneler, ağın genel işleyişi ve hasta akışı üzerinde büyük etkiye sahip olabilir. Bu filtreleme algoritması, farklı hastane grupları veya coğrafi bölgeler arasındaki hasta akışını sağlayan aracı hastaneleri veya kritik sevk bağlantılarını tespit etmek için ideal filtreleme yöntemidir.

2.3.1.7. Bağlantılar Arası Modularity Class Filtrelemesi

Bir ağda, kendi içlerinde daha yoğun bağlantılara sahip olan ve farklı gruplarla daha az bağlantısı olan düğüm gruplarını belirleme yöntemidir. Sosyal ağ analizinde "topluluk tespiti" olarak da bilinir. Örneğin, bir hastane sevk ağında coğrafi yakınlığa, uzmanlık alanlarına veya idari yapılara göre kümelenmiş hastanelerden oluşan topluluklar olabilir. Yüksek değerler genellikle ağın gelişmiş, karmaşık yapısını ölçen bir değerdir. Düşük modülerlik puanı ağın gelişmiş yapısının zayıf olduğunu ve ağın alt ağlara bölünmesine elverişsiz olduğu anlatır. Modularity istatistiğinin matematiksel alt yapısı; toplam bağıntı yoğunluğu (m), her topluluğun kenar sayısı (e_i), her topluluğun derece (a_i) ve modularity hesaplaması (Q) olmak üzere,

$$Q = \frac{1}{2M} \sum_i e_i - a_i^2$$

şeklinde tanımlanmıştır.

2.3.1.8. Bağlantılar Arası Güçlü Bağlılık Kavramı

Ağ analizinde bir düğümden diğer düğümlere ulaşabilme kriteri olarak tanımlanmıştır. Hangi güçlü sevk bağları, farklı hastane toplulukları arasında hasta akışını kolaylaştırıyor? Güçlü bağlar yoluyla köprü görevi gören hastaneler, ağdaki genel hasta sevk sistemini nasıl etkiliyor? Ağda, çok sayıda güçlü bağa sahip olan ancak düşük bağlantılar arası merkeziliğe sahip hastaneler var mı? Hangi hastaneler hem yüksek bağlantılar arası merkeziliğe hem de güçlü sevk bağlarına sahip? Sorularına cevap arama adına güçlü bir filtreleme tekniğidir.

2.3.1.9. Bağlantılar Arası Ağırlıklı Derece Kavramı

Ağdaki aktörler arasındaki bilgi ve iletişim bağlarının ne kadar güçlü olduğu hakkında ortalama bir fikir sağlar. Bu filtreleme ile şu soruların cevabını bulmak ve önemini anlamak mümkündür. Hasta sevk ağındaki en kritik hastaneler hangileridir? Yani, hem farklı sevk grupları arasında köprü görevi gören hem de üzerinden çok sayıda hastanın geçtiği (yüksek ağırlıklı derece) hastaneler hangileridir. Bu hastaneler, sistemin en önemli aktörleridir. Ayrıca bağlantılar arası merkeziliği yüksek, ancak ağırlıklı derecesi düşük olan hastaneler (sessiz köprüler) sevk sisteminde mevcut mudur? Bu hastaneler stratejik bir konumda olsalar da üzerlerinden geçen hasta sayısı az olabilir. Matematiksel olarak ağırlıklı derece kavramı aşağıdaki gibidir.

$$\text{Ortalama Ağırlıklı Derece} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m w_{ij}}{n}$$

2.4. Araştırmanın Etiği

Bu çalışmanın verileri Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulu Başkanlığından E.88656144-000-2200415107 sayılı, 14.12.2022 tarihli etik kurulu onay belgesi temin edilerek ve ulusal/uluslararası araştırma etiği ilkelerine uygunluk gözetilerek elde edilmiştir. Tüm kişisel veriler anonimleştirilerek gizlilik ve veri güvenliği sağlanmıştır. Elde edilen bulguların doğruluğu, tarafsızlığı ve şeffaflığı, araştırma etiği kurallarına bağlı kalınarak temin edilmiştir.

3. Bulgular

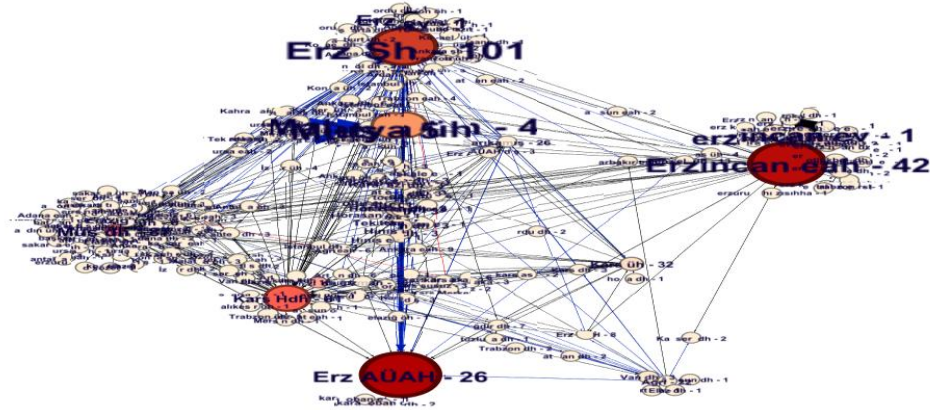
3.1. Gephi ile Düzen Algoritmalarının Yorumu

3.1.1. Kuvvet Yönlendirmeli Düzenleme Algoritması (Force Atlas)

Grafikte derece merkeziliği yüksek hastaneler, Erzurum Şehir Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Kars Hrakani Devlet Hastanesi ve Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi şeklindedir. Yüksek derece merkeziliğine sahip olan bu hastanelerin itme- çekme kuvveti de yüksek olacaktır. Dolayısıyla düşük dereceli sağlık kurumları itme-çekme kuvvetinin etkisinde kalmışlardır. Grafik 1’de çalışmanın en yetkili hastaneleri ve hastane gruplaşmaları görülebilir.

Grafik 1

Gephi Programı Yardımıyla Force Atlas Düzeninde Hasta Sevk Ağları



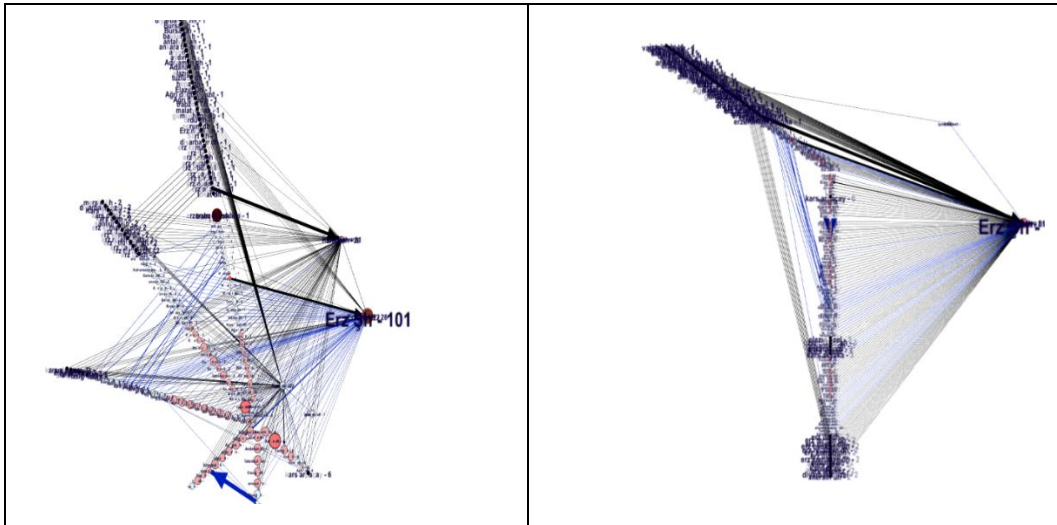
*Yerleşim: Fruchterman Reingold (temel) ve Force Atlas 2 (scaling=1,5, gravity= 1, linlog= false);
Düğüm boyutu: degree; Renk: in-degree; Kenar kalınlığı: sevk sayısı; Ok yönü: sevk yönü.*

3.1.2. Yayılı Eksen Düzeni (Radial Axis Layout)

Bu algoritma düzeninde knockdown özelliği ağda güçlü çekim kuvvetlerine sahip düğümlerin etkisini azaltma işlevi görür. Knockdown axes özelliği seçili hale geldiği zaman sağdaki grafikteki gibi hiyerarşik bir netleşme sağlanmış ve ana sevk yolları daha belirgin hale gelmiştir. Bu özellik sayesinde söz konusu çalışma hem fazla karmaşadan kurtulmuş hem de ana sevk yolları üzerindeki kritik öneme sahip olan hastaneler tespit edilmiştir. Grafik 2’de görüldüğü gibi, ağ grafiğindeki kilit referans noktaları olan sağlık kurumları Erzurum Şehir Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi ve Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi iken Diyarbakır Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Malatya Turgut Özal Üniversitesi Turgut Özal Tıp Merkezi (Üniversite Hastanesi) ve Muş Devlet Hastanesi ise sevk yolları üzerindeki kritik öneme sahip kurumlardır.

Grafik 2

Gephi Programı Yardımıyla Radial Axis Layout Düzeninde Hasta Sevk Ağları (Solda Knockdown Axes/Spars Seçili Değil İken Sağ Tarafda Seçili Halde)



Yerleşim: Fruchterman Reingold (temel) ve Radial Axis Düzeni (Number of axes= 3); Düğüm boyutu: degree; Renk: in-degree; Kenar kalınlığı: sevk sayısı; Ok yönü: sevk yönü.

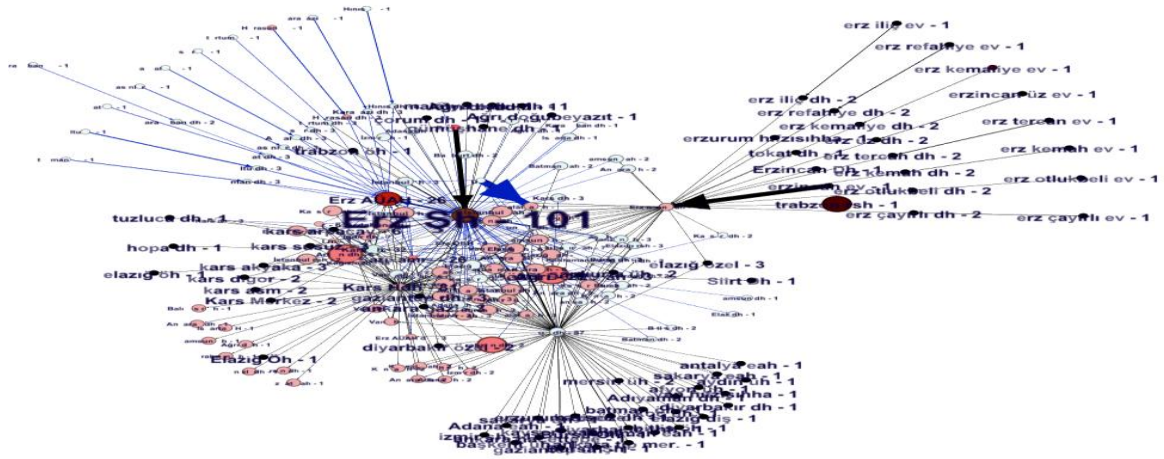
Burada grafik çizimi Fruchterman Reingold düzen algoritması aktif halde iken Radial Axis düzen algoritması uygulanmıştır. Gephi paket programı doğrudan Radial Axis algoritmasını uygulamamaktadır. Knockdown Axes/Spars ayarı ise Radial Axis algoritması içeriğinde olan özel bir eklentidir. Gephi 0.10.1 programının ancak güncel sürümlerinde bulunabilmektedir.

3.1.3. Yifan Hu Düzeni

Bu yöntem düğümlerin ve kenarların yayılmasına imkân verir. Diğer grafiklere göre daha anlaşılır bir yapı sunmaktadır. Ağın yapısını gösterme amacına daha fazla hizmet etmektedir (Cherven, 2015).

Grafik 3

Gephi Programı Yardımıyla Yifan Hu Düzeninde Hasta Sevk Ağları



Yerleşim: Dairesel düzen (temel) ve Yifan Hu (Relative strength=0,3, step ratio=0,5, adaptive cooling=doğru); Düğüm boyutu: degree; Renk: in-degree; Kenar kalınlığı: sevk sayısı; Ok yönü: sevk yönü.

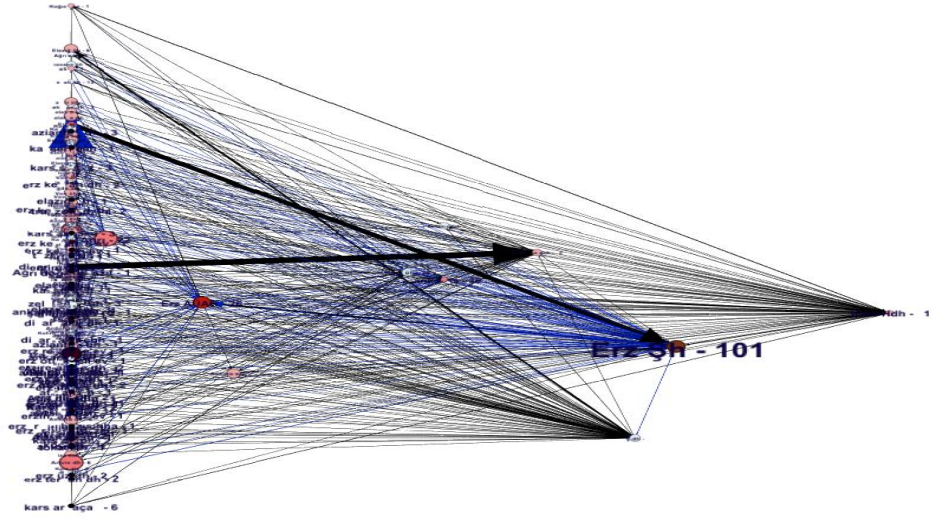
Bu düzen algoritması sayesinde sadece önemli ve büyük hastaneler değil bu hastanelerin çevresindeki küçük sağlık kurumlarının ve bu sağlık kurumlarına hangi bölgelerden sevk geldiği de kümelenmiş bir vaziyettedir. Grafik 3'te Erzincan Eğitim ve Araştırma Hastanesine öncelikle Erzincan ilçelerindeki hastanelerden ve bu ilçe hastanelerine de hangi evlerden hastaların geldiği komiteler şeklinde görülmektedir. Ayrıca bu algoritma sayesinde sevk sistemindeki potansiyel bölgeler ve darboğazlar daha net bir şekilde ortaya konularak, sağlık planlaması ve politikası için somut görsel kanıtlar sunulmaktadır. Çalışmamızdaki potansiyel sevk bölgeleri (darboğazlar), Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi, Muş Devlet Hastanesi, Erzurum Şehir Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Trabzon Ruh ve Sinir Hastalıkları Hastanesi ve Ağrı Devlet Hastanesi olarak belirlenmiştir.

3.1.4. Ordered Graph Layout

Bu çalışmada yakınlık merkeziliği ve merkeze toplama özelliği seçili olarak bu algoritma çalıştırılmıştır. Bu fonksiyon, düğümlerin belirli bir eksen veya doğrultu üzerinde daha düzenli ve anlaşılır bir şekilde yerleşmesini sağlar. Grafik 5'teki ağ grafiği yakınlık merkeziliği kriterine göre düzenlenmiştir. Bu işlev yakınlık merkeziliği yüksek olan düğümleri öyle bir noktaya yerleştirir ki, bağlantılı tüm düğümlere olan mesafe ortalama olarak en düşük olur. Böylece hasta sevkleri en kolay yollarla sağlanmış olur.

Grafik 4

Gephi Programı Yardımıyla Ordered Graph Düzeninde Hasta Sevk Ağları



*Yerleşim: Dairesel düzen (temel) ve Ordered Graph (Force strength=4, gravity=1, center= doğru);
Düğüm boyutu: degree; Renk: in-degree; Kenar kalınlığı: sevk sayısı; Ok yönü: sevk yönü.*

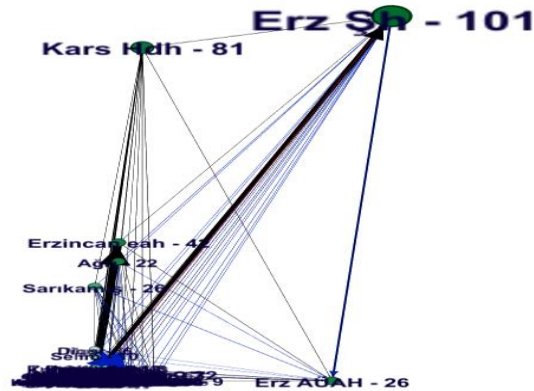
Söz konusu çalışmada yakınlık merkezitesi en yüksek olan hastaneler; Erzurum Şehir Hastanesi, Muş Devlet Hastanesi, Erzurum Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kars Harekani Devlet Hastanesi ve Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi olduğundan bu hastaneler en merkezi konuma yerleşmişlerdir. Böylece en hızlı bilgi/hasta alabilen kurumlardır. Grafik 4'te de görüldüğü üzere yüksek yakınlık merkezitesi değerleri sayesinde en sağdaki katmanlarda yer alan (Kars HDH, Erzurum ŞH gibi) hastaneler hasta akışının ve sevk verimliliğinin yüksek olduğu hastanelerdir. Dolayısıyla bu hastanelerde bir sorun yaşanırsa ağıdaki hastane hizmeti alma ve sevk hızı ciddi şekilde etkilenecektir.

3.1.5. Çok Boyutlu Ölçekleme (MDS) Düzeni

Kruskal ve Wish 1978 yılında yaptıkları çalışmada MDS stres değerinin sahip olduğu aralıklara göre çalışmanın uyumu hakkında çıkarımlarda bulunmuşlardır. Burada bu çalışma için " $0,05 < \text{Stres} \leq 0,10$: İyi uyum" hükmü kullanılmıştır. Bu mesafe yapılandırmasının stresi: 0,0835310690582911 (2 boyut seçildi ve tüm mesafeler eşit ağırlıklı ayarlandı) olduğundan söz konusu çalışma uyum kriterine göre kabul edilebilir değere sahiptir. Ayrıca bu algoritma, düğümleri seçilen farklı birden fazla kriter gere boyutlandırarak grafiği daha fazla anlamlandırmaya çalışır. Mesela aşağıda pagerank ve eigenvektor merkeziliği fonksiyonları seçildi. Bu durumda grafikte en yukarıda tüm okların yöneldiği hastaneler olarak; Erzurum ŞH, Kars HDH gibi, bu iki kriter değeri de yüksek olan hastanelerin yer aldığı görülmektedir. Aynı şekilde sağdaki grafikte yakınlık ve arasındalık merkeziliği en yüksek olan hastaneler en yukarıdan aşağıya doğru sıralandığı görülmektedir (Grafik 5).

Grafik 5

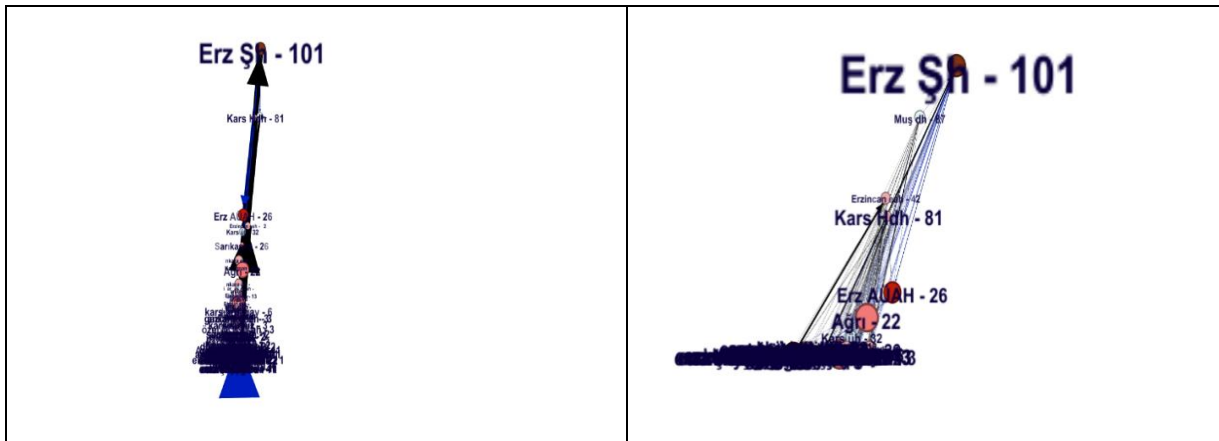
Gephi Programı Yardımıyla MDS Düzeni Hasta Sevk Ağları (Ağırlıklı Yol Mesafeleri ve Boyut 2)



Yerleşim: Dairesel düzen (temel) ve MDS (Boyut=2, network scale=1000); Düğüm boyutu: degree; Renk: in-degree; Kenar kalınlığı: sevk sayısı; Ok yönü: sevk yönü.

Grafik 6

Mds Düzeni; Solda pagerank ve eigenvektor, Sağda arasındalık ve yakınlık merkeziliği



Yerleşim: Dairesel düzen (temel) ve MDS (Boyut=2, network scale=1000, sol= pagerank+eigenvektor, sağ= arasındalık+ yakınlık filtreleri); Düğüm boyutu: degree; Renk: in-degree; Kenar kalınlığı: sevk sayısı; Ok yönü: sevk yönü.

Sayfa derecesi ve öz vektör merkeziliği değerlerine göre soldaki grafik incelendiğinde hem en popüler hem de en etkili hastanelerin Erzurum Şehir Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Kars Kafkas Üniversitesi Araştırma Hastanesi ve Sarıkamış Devlet Hastanesi olduğu tespit edilmiştir. Sağdaki grafik ise arasındalık ve yakınlık merkeziliği değerlerine göre incelendiğinde, hem en iyi entegre olmuş ve erişilebilir hem de kritik aracı rol oynayan hastanelerin Erzurum Şehir Hastanesi, Muş Devlet Hastanesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi ve Ağrı Devlet Hastanesi olduğu net bir şekilde tespit edilmiştir. Gephi programı sayesinde farklı filtreleme teknikleri bir arada kullanıldığında istenen amaca hizmet edecek sonuçlara ulaşılabilmektedir (Grafik 6).

3.2. Gephi Programı Filtreleme Çalışmaları

3.2.1. Bağlantılar Arası Authority Yetki Filtresi

Yetki filtrelemesi kullanıldığında Tablo 1’deki şu bulgular elde edilmiştir. Erzurum AÜAH, en yüksek uzmanlık ve referans gücüne sahip hastanedir. Belirli uzmanlık alanlarında ulusal ve bölgesel bir referans merkezidir. Hasta sevk analizimiz de en güvenilir ve son durak olarak algılanmaktadır. Uzman hekim kadrosu, teknolojik altyapısı, hastanenin kapasitesi en önemli sebeplerdir. Aynı zamanda bölgemizdeki Erzurum Şehir Hastanesi ve diğer hastaneler için önemli bir seçenektir. Doğu Anadolu Bölgesi’nden sevk edilen il dışındaki en önemli referans merkezi ise Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Ankara Üniversite Hastanesi olarak tespit edilmiştir. Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesinde uzman hekim eksikliği gibi bir sorun yaşanması durumunda, bu durum tüm hasta sevk ağını olumsuz etkileyerek diğer hastaneler üzerinde büyük bir yük oluşturacaktır.

Tablo 1

Gephi Programı Yardımıyla Bağlantılar Arası Authority (Yetki) Filtresi En Yüksek Sağlık Kurumları

Hastane	Otorite Değeri
Erzurum AÜAH	0,2752718
Ankara EAH	0,22523321
Erzurum ŞH	0,20030256
Ankara ÜH	0,1850125
Diyarbakır EAH	0,16602966

3.2.2. Bağlantılar Arası Arasındalık Merkeziliği Filtrelemesi

Çalışmamızdaki bulgulara göre en kritik yollar üzerinde olan ve sevk sisteminde köprü görevi gören hastanelerden başlıcaları Erzurum ŞH, Muş DH, Erzincan EAH, Kars HDH ve Erzurum AÜAH şeklindedir. Matematiksel olarak; n_{st}^i , s’ den t’ye i’den geçen en kısa (geodesik) yolların sayısı ve g_{st} , s’den t’ ye geodesik yolların sayısını göstermek üzere, i. hastanenin arasındalık merkeziliği,

$$M_{A_i} = \sum_{st} \frac{n_{st}^i}{g_{st}}$$

şeklinde hesaplanmaktadır (Newman, 2010, s187). Söz konusu bu çalışmada Gephi programındaki veriler çok uzun ve burada göstermek gereksiz olduğundan Tablo 2’de sadece bazı örnek veriler gösterilmiştir. Erzincan Eğitim ve Araştırma Hastanesi üzerinde arasındalık merkeziliği filtrelemesi uygulandığında aşağıdaki sonuç elde edilmiştir.

$$M_{A_{erzincan}} = \sum_{st} \frac{n_{st}^{erzincan}}{g_{st}} = 11,842$$

Tablo 2*Gephi Programı Yardımıyla Arasındalık Merkeziliği Örnek Değerleri*

Hastane Çiftleri	g_{st}	$n_{st}^{aüah}$	$n_{st}^{aüah} \cdot g_{st}$
Erzurum ŞH -Erzurum AÜAH	21	1	1/21
Erzurum ŞH- Samsun EAH	1	1	1
Erzurum ŞH – Ankara EAH	7	1	1/7
Erzurum ŞH – Elâzığ EAH	4	1	1/4
Erzurum ŞH – Ankara ÜH	4	1	1/4
...Toplam			11,842

Ancak bu değer Gephi paket programı yardımıyla normalleştirme işlemine uğratılmış olduğundan genel olarak, 0-1 arası bir değere sahip olması beklenir. Burada aslında arasındalık değerinin düzenlenmiş köşe çiftlerine bölmek gerekmektedir. Yani normalleştirilmiş arasındalık merkezilik formülü;

$$M'_{A_i} = \frac{1}{n^2} \sum_{st} \frac{n_{st}^i}{g_{st}}$$

şeklinde (Newman, 2010). Burada n^2 değeri, Erzincan EAH ile sevk ilişkisi içerisinde olan (gelen=3 ve giden=17) düğüm sayılarının çarpımından elde edilmiştir. Yani Erzincan Eğitim ve Araştırma Hastanesini köprü olarak kullanan tüm geodesik yollar manasındadır. O halde, n^2 değeri düzenlenmiş köşe çiftleri 51 adet olarak tespit edildiğinden çalışmamızdaki normalize edilmiş arasındalık merkezi değeri;

$$M'_{A_{erzincan}} = \frac{1}{n^2} \sum_{st} \frac{n_{st}^{erzincan}}{g_{st}} = \frac{1}{51} \cdot (11,842) \cong 0,23$$

şeklinde yaklaşık olarak bulunur. Bu değer Gephi programının sunduğu değerle aynıdır.

Tablo 3*Gephi Programı Yardımıyla Bağlantılar Arası Arasındalık Merkeziliği Filtrelemesi*

Sağlık Kurumu	Arasındalık Merkeziliği Değeri
Erzurum ŞH	0,43
Muş DH	0,35
Erzincan EAH	0,23
Kars HDH	0,20
Erzurum AÜAH	0,09

Bu filtreleme ile Tablo 3' te de görülebileceği üzere şu sonuçlar elde edilmiştir. Erzurum Şehir Hastanesi en kritik köprü veya aracı hastanedir. Vazgeçilmez bir geçiş noktasıdır. Bölgemizdeki hastaneleri birbirine bağlayan en önemli aktördür. Sevk sürecinde hasta veya kaynak akışının kontrol noktası konumundadır. Dolayısıyla bu hastanenin kapasitesi verimliliği ve koordinasyon yeteneği ağırlıklı genel performansı için hayati öneme sahiptir. Bu filtreleme bakımından alt sıralardaki hastaneler ise bahsedilen nitelikler bakımından daha düşük derecelere sahiptir.

3.2.3.Bağlantılar Arasında Yakınlık Merkeziliği Filtresi

Çalışmada yakınlık merkezilik değeri yüksek olan hastaneler daha erişilebilir ve etkin konumlanmışlardır. Bu sağlık kurumları bilgi alışverişi ve koordinasyon anlamında daha yoğun çalışmaktadırlar. Dolayısıyla hasta yükleri diğer hastanelere göre daha fazla olabilmektedir. Eğer aşağıdaki tabloda verilen hastaneler herhangi bir sebeple ağ sisteminden ayrılırlarsa, ağın genel yapısı, işleyişi ve dayanıklılığı önemli ölçüde zayıflayacaktır. Bu durum, sağlık hizmetlerinin kalitesinde düşüşe, erişilebilirlik sorunlarına ve sistem genelinde verimsizliğe yol açabilir. Çalışmada ağ sistemi bir insana ait iskelet sistemine benzetilirse bu hastaneler çalışmanın omurgalarıdır. Tablo 4'teki yakınlık merkeziliği verilerine göre çalışmadaki en kritik öneme sahip ve en hızlı iletişim kurabilen sağlık kurumları, Erzurum ŞH, Muş DH, Erzurum AÜAH, Kars HDH ve Erzincan EAH şeklindedir.

Tablo 4

Gephi Programı Yardımıyla Bağlantılar Arası Yakınlık Merkeziliği Filtresi

Hastaneler	Yakınlık Merkeziliği
Erzurum ŞH	0,6349
Muş DH	0,5676
Erzurum AÜAH	0,5174
Kars HDH	0,5092
Erzincan EAH	0,5052

3.2.4.Bağlantılar Arasında Derece Merkeziliği Filtresi

Bu ölçü, bir düğümün diğer düğümlerle olan kenar sayısı olarak düşünülmelidir (Otte & Rousseau, 2002). Ağ grafiğinde hangi hastanelerin en güçlü ve otoriter olduğunu tespit etme amacıyla geliştirilmiş bir merkezilik ölçüsüdür (Kolaczyk, 2009). Burada üzerinde çalışılan düğümün sahip olduğu bağlantı sayısının olası en fazla komşu sayısına oranı hesaplanmaktadır (Knoke & Yang, 2008, s.63). Örneğin, Erzurum Şehir Hastanesine doğrudan sevk gönderen hastane sayısı 25 ve olası maksimum komşu sayısı 193 olduğundan bu sağlık kurumunun normal gelen derece merkezilik değeri,

$$M'_{D_1} = \frac{i \text{ düğümün ilişkili olduğu bağlantı sayısı}}{n - 1} = \frac{25}{193} = 0,129534$$

şeklinde hesaplanabilir. Tablo 5'ten de anlaşılacağı üzere çalışmadaki en güçlü ve otoriter hastaneler; Erzurum Şehir Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi ve Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi olarak sıralanmaktadır.

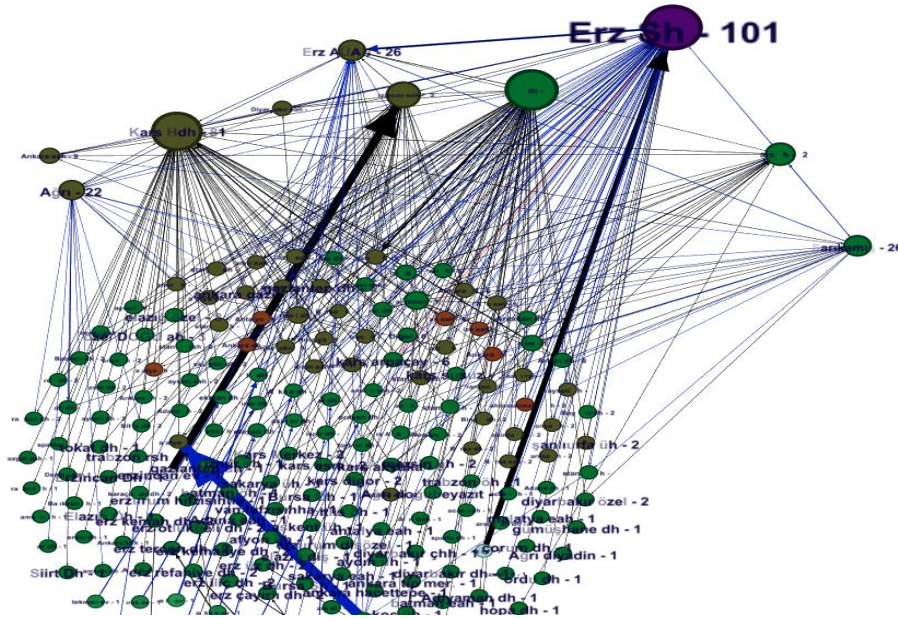
Tablo 5

Gephi Programı Yardımıyla Bağlantılar Arası Derece Merkeziliği Filtresi En Yüksek Sağlık Kurumları

Hastane	Gelen Sevk	Giden Sevk	Toplam Sevk	Normal Gelen	Normal Giden	Normal Tüm
Erzurum ŞH	25	58	101	0,129534	0,300518	0,215026
Kars HDH	4	53	81	0,020725	0,274611	0,147668
Erzincan EAH	2	22	42	0,010363	0,11399	0,062176
Erzurum AÜAH	20	0	26	0,103627	0	0,051813
Ankara EAH	5	0	9	0,025907	0	0,012953

Grafik 7

Gephi Programı Yardımıyla Bağlantılar Arası Derece Merkeziliği (Fruchterman Reingold Layout)



Bu ağ grafiğinde düğüm büyüklükleri derece filtrelemesine göre ayarlandı. En büyük düğüm büyüklükleri ağ grafiğinden de anlaşılacağı üzere tablodaki değerlerle uyumaktadır. Grafik 7'ye göre en güçlü ve otoriter hastanelerin başlıcaları; Erzurum Şehir Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi ve Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesidir.

3.2.5. Bağlantılar Arasında Kümeleme Katsayısı Filtrelemesi

Bu filtreleme tekniği, hastanelerin komşu hastanelerle iş birliği derecesinin bir ölçüsüdür. Çalışmamızda kümeleme katsayısı yüksek olan hastaneler; Şanlıurfa DH, Batman DH, Manisa ÜH, Bursa DH, Bitlis DH, Kars DH, Elâzığ RSH, Ardahan DH şeklinde sıralanabilir. Burada Doğu Anadolu Bölgesinden Kars DH, Bingöl DH, Bitlis DH ve Ardahan Devlet Hastaneleri bulunmaktadır. Matematiksel olarak, bir düğümün komşularıyla yaptığı halihazırda var olan bağlantı sayısının (kombinasyon mantığıyla) olabilecek tüm bağlantı sayısına oranı şeklinde tanımlanır. Şöyle ki, bir düğümün yerel kümeleme katsayısı olan C_i yi hesaplamak için D_i var olan üçgen sayısı ve l_i olarak da düğümün derecesi kullanılır. Bu durumda formül şu şekildedir.

$$C_i = \frac{2 \cdot D_i}{l_i \cdot (l_i - 1)}$$

Aşağıdaki Tablo 6'da gösterilen bazı kümeleme katsayısı değerleri formül kullanılarak bulunmuştur. Örneğin; Iğdır Devlet Hastanesi'nin sahip olduğu üçgen sayısı 8 ve derece sayısı 7 olduğundan,

$$C_{\text{Iğdır}} = \frac{2 \cdot D_{\text{Iğdır}}}{l_{\text{Iğdır}} \cdot (l_{\text{Iğdır}} - 1)} = \frac{2 \cdot 8}{7 \cdot (7 - 1)} = \frac{16}{42} = 0,381$$

şeklinde bulunmuş olur. En fazla farklı değere sahip 5 hastaneye ait filtreleme uygulandı. Bu hastaneler aşağıdaki Tablo 6'daki gibidir.

Tablo 7*Gephi Programı Yardımıyla Bağlantılar Arası Özvektör Merkeziliği Filtresi*

Sağlık Kurumu	Özvektör Merkeziliği
Erzurum ŞH	1,0
Kars HDH	0,784
Muş DH	0,789
Erzurum AÜAH	0,479
Erzincan EAH	0,445

3.2.7. Bağlantılar Arasında Merkezilik (Hub) Filtrelemesi

Ağ analizinde grafikteki düğümlerden en fazla merkezi konuma sahip olan aktörler manasına gelir. Bu hastaneler, en merkezi kurum olup yüksek hub değerine sahip aktörler ağın bilgi akışını kontrol ettiği gibi ağın dayanıklılığı ve verimliliği için de son derece önem arz ederler. h_i , i. düğümün hub merkeziliği ve O_i , i. düğümün otorite merkeziliği olmak üzere φ değeri bir katsayı olarak düşünüldüğünde hub merkeziliği,

$$h_i = \varphi \sum_j O_{ji} X_j$$

şeklinde matematiksel formda gösterilebilir (Newman, 2010, s.179). Bu formül, Muş ve Tunceli Devlet Hastanesi için uygulanmıştır. Burada Muş Devlet Hastanesi'nin Gephi programında bağlantılı olduğu 80 sağlık kurumu tespit edilmiştir. Çalışmada bu sağlık kurumlarının otorite değerleri işleme dahil edilmiş fakat Tablo 8'de sadece örnek bazı sağlık kurumları gösterilmiştir.

Tablo 8*Muş Devlet Hastanesi ile Bağlantılı Hastanelerin Örnek Bazı Otorite Değerleri*

Sağlık Kurumu	Bağlantılı Hastane	Otorite Değeri
Muş DH - Muş DH	Diyarbakır DH	0,040899813
Muş DH - Muş DH	Adana ÜH - Adana ÜH	0,07575758
Muş DH - Muş DH	Samsun ÜH - Samsun ÜH	0,13218881
Muş DH - Muş DH	Ankara EAH - Ankara EAH	0,22523321
Muş DH - Muş DH	İstanbul DH - İstanbul DH	0,1218948
...Toplam		7,263367

Örneğin; Muş Devlet Hastanesinin merkezilik değerinin matematiksel alt yapısı aşağıda gösterilmiştir.

$$h_{Muş} = \varphi \sum_{muş} O_{Muş} DiydH + O_{Muş} İsteah + O_{Muş} İstöh + O_{Muş} İstüh + O_{Muş} samsun üh +$$

$$O_{Muş} MalatyaüH + O_{Muş} ErzşH + O_{Muş} Adana üH + O_{Muş} Ankara eah + \dots +$$

$$O_{Muş} Ankara gazi = 0,041 + 0,200 + 0,053 + 0,105 + 0,088 + 0,132 + 0,063 + 0,075 + 0,225 + 0,121 + \dots +$$

$$0,11231987 = \varphi .7,26367$$

Tablo 9*Tunceli Devlet Hastanesi ile Bağlantılı Hastanelerin Örnek Bazı Otorite Değerleri*

Sağlık Kurumu	Bağlantılı Hastane	Otorite Değeri
Tunceli DH	Erzurum ŞH	0,20030256
Tunceli DH	Erzurum AÜAH	0,2752718
Tunceli DH	Elâzığ EAH	0,15225677
Tunceli DH	Elâzığ ÜH	0,1389472
Tunceli DH	Malatya ÜH	0,06384651
...Toplam		1,71042881

Tablo 9’da Tunceli Devlet Hastanesi’nin bağlantılı olduğu hastanelerin otorite değerleri gösterilmiştir. Şimdi de Tunceli Devlet Hastanesi için Tablo 9’daki veriler kullanılarak bu formül uygulanırsa, aşağıdaki gibi bir eşitlik elde edilir.

$$h_{Tunceli} = \varphi \sum_{Tunceli} O_{Erzsh} + O_{ErzAüah} + \dots + O_{Diyarbakireah} = \varphi \cdot 1,71042881$$

Şimdi de bağlantılı hastanelerin hub değerlerini veren ifadeleri Gephi programı yardımıyla hesaplanan hub değerlerine eşitleyerek katsayıların eşit olduğu gösterilecektir.

$$\varphi_{muş} \cdot 7,263367 = 0,5601199 \text{ ise buradan } \varphi_{muş} = \frac{0,5601199}{7,263367} = 0,077116$$

$$\varphi_{Tunceli} \cdot 1,7104288 = 0,124895 \text{ ise buradan } \varphi_{Tunceli} = \frac{0,124895}{1,7104288} = 0,073019$$

Analizde elde edilen hub katsayıları arasındaki ufak farklılıklar, HITS algoritmasının iteratif özvektör güncellemelerine dayalı yakınsama sürecinin doğal bir sonucudur; bu farklar, algoritmanın tek bir sabit katsayıya değil, karşılıklı bağımlılığa dayalı yinelemeli bir dengeye ulaşma prensibiyle uyumludur. Çalışmada, en fazla bağlantı gönderen ve ağ yapısı açısından en kritik öneme sahip hastaneler; Muş Devlet Hastanesi, Erzurum Şehir Hastanesi, Kars Haraçani Devlet Hastanesi, Erzincan Eğitim ve Araştırma Hastanesi ile Sarıkamış Devlet Hastanesi olarak belirlenmiştir. Söz konusu hastaneler Tablo 10’da sunulmuştur.

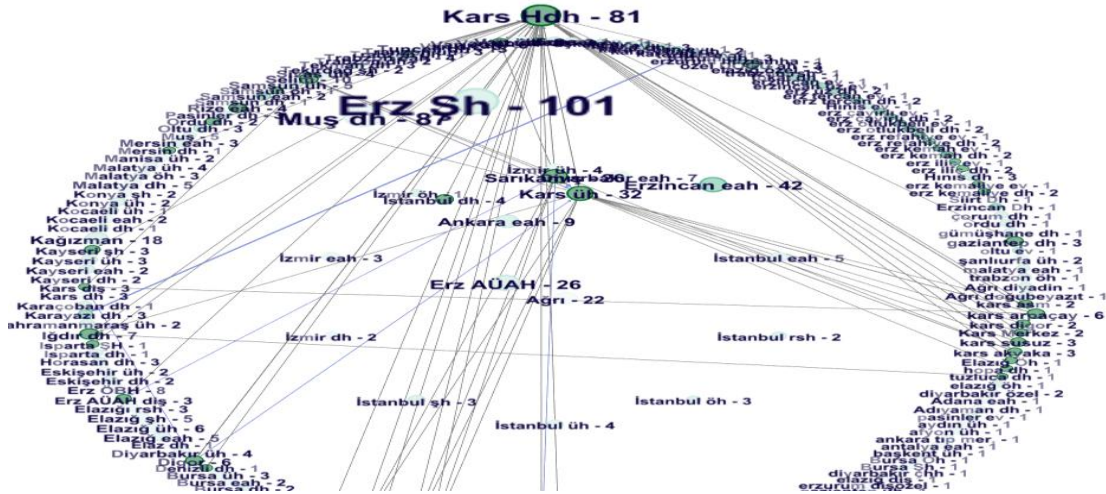
Tablo 10*Tunceli Devlet Hastanesi ile Bağlantılı Hastanelerin Örnek Bazı Otorite Değerleri*

Sağlık Kurumu	Merkezilik (Hub) Değeri
Muş DH	0,5601199
Erzurum ŞH	0,5007179
Kars HDH	0,47737455
Erzincan EAH	0,23976432
Sarıkamış DH	0,19563606

3.2.8. Bağlantılar Arası Modularity Filtrelemesi

Grafik 9

Modularity Class Görünümü (Düğüm Renkleri ve Büyüklükleri Modularity Class Olarak Filtrelenmiştir)



Çalışmadaki modularity raporunda hastanelerin kenar ağırlıkları kullanılmış ve Grafik 9'daki ağ grafiğinin çözünürlük değeri 1 olarak ayarlanmıştır. Bu şartlar altında çalışmanın modularity değeri 0,723 olarak bulunmuştur. Ağ grafiğindeki topluluk sınıfı sayısı ise 23 olarak tespit edilmiştir. 23 adet ayrı topluluk sınıfı olması ağın gelişmiş ve karmaşık yapısı olduğunu göstermektedir. Ayrıca bu 23 topluluk sınıfı birbirinden ilginç alt gruplar olduğunu ve çalışmanın geniş ve çeşitli düğümlere sahip olduğunu göstermektedir.

Modularity puanının 0,723 olması ise; çalışmamızın küçük ve işlevsel alt gruplara başarılı bir şekilde ayrılabilmesini ve aynı zamanda hastaneler arasındaki iç bağlantıların güçlü olduğunu göstermektedir. Matematiksel formülün temel yapısını ispatlamak amacıyla Gephi programında randomize komutu seçilmiş, topluluk sayısı 4 olarak ayarlanmış ve kenar ağırlık değerleri pasifize edilmiştir. Bu ayarlamalarla modularity değeri (0,297) hesaplanmıştır. Modularity değeri formül yardımıyla,

$$Q = \frac{1}{2M} \sum_i e_i - a_i^2$$

$$Q = \frac{1}{2.437} \sum_i \left(8 - \frac{45^2}{386} \right) + \left(69 - \frac{229^2}{386} \right) + \left(3 - \frac{18^2}{386} \right) + \left(56 - \frac{232^2}{386} \right) + \left(2 - \frac{1^2}{4} \right) + 9. \left(2 - \frac{1^2}{4} \right) + \left(8 - \frac{49^2}{386} \right) + 8. \left(2 - \frac{1^2}{3} \right) + \left(77 - \frac{241^2}{386} \right) = \frac{255,5}{874} = 0,293$$

şeklinde hesaplanmıştır.

3.2.9. Bağlantılar Arası Güçlü Bağlılık Kavramı

Ağ analizinde aktörler arasındaki ilişkilerin yoğunluğunu ve sürekliliğini anlatan bir kavramdır. Çalışmadaki bazı hastanelerin gelen hasta sayıları ve gönderdikleri hasta sayıları diğerlerine göre daha düşüktür. Bununla birlikte bu hastaneler sadece önemli bazı hastanelere sevk yapmaktadırlar. Bu, bir anlamda "kendi kendine yeten" veya "kapalı döngü" bir sevk sistemi olduğunu anlatan SAA kavramıdır.

Tablo 11*Güçlü Bağlılık Kimliği En Yüksek Değere Sahip Hastaneler*

Sağlık Kurumu	Güçlü Bağlılık Kimliği
Tekman DH	102
Karayazı DH	101
Oltu DH	100
Karaçoban DH	99
Horasan DH	98

Çalışmada tespit ettiğimiz Tablo 11'deki hastaneler, önemli aktör hastanelerle arasında karşılıklı bir sağlık kümesi oluşturan ve bazı uzmanlık alanlarını kendi içinde karşılayabilen sağlık kurumlarıdır. Başka bir ifadeyle bu hastane kümeleri, kapalı devre sağlık hizmeti sağlayıcısı fonksiyonuna sahiptir. Bu durum, ya belirli bir uzmanlık alanında (örneğin, o bölgedeki tek yanık merkezi) ya da genel olarak yüksek kalitede hizmet sunarak kendi bölgesindeki diğer hastanelerin birincil sevk adresi olmasıyla açıklanabilir.

3.2.10. Bağlantılar Arası Ortalama Ağırlıklı Derece Kavramı

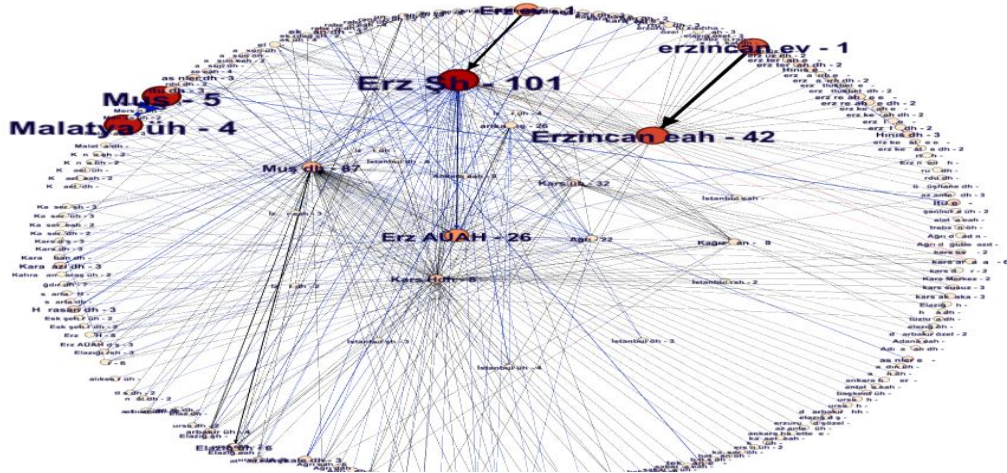
Çalışmada tüm düğümlerin ağırlıklarının ortalaması alınarak elde edilen bu değer 2673,052 olarak bulunmuştur. Bu filtre ile tespit edilen hastaneler sevk grupları arasında köprü görevi gören hastanelerdir. Bu niteliklere sahip olan en önemli hastaneler Tablo 12'de gösterildiği üzere Erzurum ŞH, Muş DH, Malatya ÜH, Erzincan EAH şeklindedir. Çalışmada Muş ve Kars Harakani Devlet Hastanelerinin merkezilik değerlerinin yüksek olması fakat ağırlıklı derece değerlerinin nispeten daha düşük olması, bu hastanelerin sessiz köprü niteliğinde olduklarını ortaya koymaktadır. Dolayısıyla herhangi bir afet veya kriz anında bu hastanelerin sevk yükleri artacak ve bu sağlık kurumları çalışamaz duruma gelebilecektir (Grafik 10).

Tablo 12*Ağırlıklı Derece Değeri En Yüksek Sağlık Kurumları*

Sağlık Kurumu	Ağırlıklı Derece
Erzurum ŞH	59329
Muş DH	55009
Malatya ÜH	54567
Erzincan EAH	44686
Erzincan Ev	40436
Erzurum AÜAH	28389

Grafik 10

Hasta Sevk Ağları (Düğüm Büyüklükleri ve Renklerin Koyuluk Oranı Ağırlıklı Derece Filtresi Baz Alındı)

**4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler****4.1. Sonuç**

Bu çalışmanın ağ analizi bulguları, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki hastaneler arası hasta sevk ağlarında önemli bir dengesizlik olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle ağırlıklı derece metriğine göre yüksek merkeziliğe sahip hastaneler (Erzurum ŞH, Muş DH) ile düşük merkeziliğe sahip hastaneler (Oltu DH, Kars ÜH) arasındaki kaynak ve uzmanlık farkı, sevk sisteminin verimliliğini olumsuz etkilemektedir. Bu sorunu çözmek için, bu çalışmada önerilen dijital konsültasyon platformları, bölgedeki sağlık hizmetlerinin erişilebilirliğini ve kalitesini artırabilecek yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ, 2022), tele-tıp ve dijital konsültasyon sistemlerinin, özellikle kaynak kısıtlı bölgelerde hasta sevk zincirlerini iyileştirdiğini ve gereksiz sevkleri azalttığını vurgulamaktadır. Benzer şekilde, bu çalışmanın sonuçları, dijital konsültasyon platformlarının, yüksek merkeziliğe sahip hastanelerin uzmanlık birikimini daha geniş bir ağa yayarak bölgesel eşitsizlikleri azaltabileceğini göstermektedir. Ayrıca, bu tür platformların gerçek zamanlı veri paylaşımı ve akıllı yönlendirme algoritmaları sayesinde, sevk süreçlerinin daha hızlı ve verimli yönetilmesine katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Gephi programında kullanılan düzen algoritmaları, ağ verilerinin görselleştirilmesi ve yapısal analizinde kritik bir rol oynamaktadır. Force Atlas, Fruchterman-Reingold ve Yifan Hu algoritmaları, fiziksel itme-çekme kuvvetlerine dayalı yerleşim stratejileriyle düğümler arasındaki ilişkileri sezgisel biçimde ortaya koyarken, özellikle topluluk yapılarının ve merkez düğümlerin belirginleşmesini sağlar. Yifan Hu algoritması, büyük ölçekli ağlarda hızlı ve okunabilir düzenler üretmesiyle öne çıkmaktadır. Çok Boyutlu Ölçekleme (MDS) yöntemi, yüksek boyutlu verileri iki veya üç boyutlu alana indirgerken düğümler arasındaki benzerlikleri koruyarak sezgisel bir görselleştirme sunar. Radial Axis Layout ise hiyerarşik yapıları merkezden çevreye doğru düzenleyerek özellikle organizasyonel ve sınıflandırılmış sistemlerin görselleştirilmesinde etkili bir çözüm sunar. Bu algoritmaların doğru seçimi, ağın yapısına ve analiz amacına bağlı olarak, verilerin daha anlaşılır ve etkili biçimde yorumlanmasına olanak tanımaktadır.

Herhangi bir sağlık yatırımı gerçekleştirilmeden önce, Gephi programı aracılığıyla yapılan ön analizler sayesinde doğru ve stratejik yatırım kararları alınabilmektedir. Örneğin, hasta sevk trafiğinin yoğun olduğu hastaneler belirlenerek, yeni hastanelerin hangi bölgelerde kurulması gerektiği tespit

edilebilmektedir. Aynı zamanda bu ana aktör konumundaki hastanelerin yüklerinin hafifletilmesi amacıyla sağlık yatırımları yönlendirilebilir. Buna ek olarak, sevk bağlantılarının zayıf ya da hiç bulunmadığı bölgeler saptanarak, bu alanlara sağlık harcamalarının aktarılması planlanabilir. Özetle, sağlık yetkililerinin güncel veriler doğrultusunda Gephi programı üzerinden yapılan analizleri dikkate almaları ve bu doğrultuda sağlık politikalarını geliştirmeleri önerilmektedir.

Hasta sevk ağı sosyal ağ analizi söz konusu bu çalışmada hangi hastanelerin yetki bakımından zayıf olduğu ve uzman hekime ihtiyacı olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu hastanelerin en fazla hangi uzmanlık alanlarından sevk yaptığı konusuna yer verilmemiştir. Daha sonraki çalışmalarda bu konuyla alakalı elde edilecek verilerle daha net kazanımlar elde edilebilecektir.

Bu çalışmada SAA temel kavramlarından olan arasındalık merkeziliği, bağlantılar arası merkezilik (hub) filtresi, bağlantılar arası üçgen sayısı metriği hesaplamaları yapılırken ağıdaki yoğun nümerik hesaplamalar ile karşılaşıldı. Burada ağ grafiği ile tablodaki değerlerin birlikte değerlendirilmesinin daha doğru olacağı tespit edilmiştir. Sadece ağ grafiğine yoğunlaşmak küçük hastanelerin gözden kaçmasına sebebiyet verebilmektedir.

4.2. Tartışma

Bu çalışma, sosyal ağ analizi kavramlarının Gephi paket programı aracılığıyla hasta sevk ağlarının incelenmesinde kullanıldığı; sosyal ağ analizi metrikleri ve filtrelerinin yorumlanarak, bunların matematiksel altyapısının uygulamalı olarak gösterildiği ilk çalışmadır. Gephi programında kullanılan radial axis layout (yayılı eksen düzeni) sayesinde, hastaneler arasındaki kritik bağlantı yolları ve önemli köprü noktaları tespit edilmiştir. Söz konusu algoritma, ağın kesme noktalarında yer alan en kritik hastaneleri (darboğazları) açık bir şekilde ortaya koyarak ağın yapısal analizi açısından önemli bilgiler sunmuştur. Türkçe literatüre olan katkı bu bağlamda iltir. Her ne kadar literatürde Demiral (2020), Doğu Karadeniz Bölgesi hastanelerine yönelik yaptığı çalışmada sosyal ağ analizi (SAA) yöntemi kullanılmış olsa da bu çalışmada farklı bir SAA yazılımı olan Gephi tercih edilmiştir. Gephi programı üzerinden analiz edilen sosyal ağ kavramları çalışmanın özgün bağlamı doğrultusunda yorumlanmış; ilgili metrikler matematiksel olarak uygulanarak kavramların geçerliliği ispatlanmıştır. Demiral'ın 2020 yılında gerçekleştirdiği çalışmada sağlık politikası önerileri sınırlı bir çerçevede sunulmuş ve analizler sosyal ağ analizi tekniklerine değil, ağırlıklı olarak SPSS programına dayandırılmıştır. Buna karşılık, bu çalışmada sosyal ağ analizi programı olan Gephi kullanılarak, neredeyse tüm metrikler ilgili matematiksel altyapısıyla birlikte değerlendirilmiş; elde edilen bulgular doğrultusunda sağlık politikalarına yönelik kapsamlı öneriler geliştirilmiştir.

Demiral (2020), gerçekleştirdiği çalışmada, sosyal ağ analizi (SAA) yazılımlarından NodeXL'in ASOS yazılımına entegrasyonu sayesinde sevk ağlarının takibinin kolaylıkla yapılabileceğini ifade etmiştir. Bu entegrasyonun, sağlık yöneticileri ve planlayıcılarının çevrimiçi olarak sevk süreçlerini izlemelerini ve daha kısa sürede gerekli iyileştirmeleri gerçekleştirmelerini mümkün kıldığı belirtilmiştir. Buna karşın, bu çalışmada dijital sevk platformu olarak önerilen sistem herhangi bir yazılım entegrasyonuna ihtiyaç duymadan, tamamen bağımsız bir şekilde işleyebilecek biçimde tasarlanması önerilmektedir.

Saraçoğlu (2023) çalışmasında, Gephi programı kullanılarak Victor Hugo'nun "Sefiller" romanındaki karakterler arasındaki ilişkiler sosyal ağ analizi yöntemiyle incelenmiştir. Düğüm ve bağlantı sayıları üzerinden ağın yapısı değerlendirilmiş; Force Atlas gibi düzen algoritmaları aracılığıyla karakterler arasındaki etkileşimler görselleştirilmiş ve topluluk yapıları ile merkez karakterler belirginleştirilmiştir. Bu çalışma ile çalışmamız arasında temel bir benzerlik, Gephi'nin düzen algoritmalarının ağ yapısını anlamlandırmak amacıyla kullanılmasıdır. Ancak kendi çalışmanızda, edebi bir metin yerine sağlık kurumları arasındaki sevk ilişkilerini analiz etmekte; merkezilik ölçütleri

(arasındalık, yakınlık, derece) üzerinden hastanelerin ağ içindeki stratejik konumlarını belirlemekte ve bu analizleri doğrudan sağlık politikası önerilerine dönüştürmektedir. Dolayısıyla Saraçoğlu'nun çalışması daha betimleyici ve görselleştirici bir amaç taşıırken, bizim çalışmamızda karar destek mekanizmalarına yönelik, uygulamaya dönük ve yapısal bir model geliştirme hedefiyle farklılaşmaktadır.

Çebi-Karaaslan'ın 2025 yılında yaptığı çalışma ile bu çalışma birbirini tamamlayıcı niteliktedir. Her iki çalışma sağlık hizmetlerine ilişkin memnuniyet düzeylerini analiz etse de, yöntemsel yaklaşım ve odak noktaları bakımından önemli farklılıklar göstermektedir. Bahsi geçen çalışmada, 2023 Yaşam Memnuniyeti Araştırması'nın mikro veri seti kullanılarak sağlık muayene hizmetlerinden memnuniyet; sosyodemografik, bireysel ve kurumsal faktörler temelinde değerlendirilmiştir. Bu yaklaşım, bireylerin sağlık hizmeti deneyimlerini çok boyutlu olarak ele alarak memnuniyetin arkasındaki nedenleri ortaya koymaktadır. Özellikle SGK hizmetlerinden memnuniyet, dijital sağlık uygulamalarının kullanımı ve sağlık personeli yeterliliği gibi değişkenler bireysel memnuniyetin belirleyicileri olarak öne çıkmaktadır. (Burada dijital sağlık uygulamalarının kullanımı önerilmiştir. Kendi çalışmamızda bu öneriyi destekler mahiyette söz konusu uygulamanın dijital konsültasyon platformu olabileceği önerilmiştir). Buna karşılık bu çalışmada, birey temelli değil; sağlık kurumları arasındaki sevk ilişkilerini ağ analizi yöntemiyle inceleyerek sistem düzeyinde bir değerlendirme sunmaktadır. Gephi aracılığıyla yapılan görselleştirmeler ve merkezilik ölçütleri sayesinde, sağlık kurumlarının ağ içindeki stratejik konumları belirlenmiş ve bu konumların sağlık sisteminin verimliliği üzerindeki etkileri tartışılmıştır. Dolayısıyla, ilgili çalışma bireylerin algısına ve deneyimlerine odaklanırken, bu çalışmada kurumsal etkileşimleri analiz ederek yapısal politika önerileri geliştirilmiştir.

4.3. Öneriler

4.3.1. Arasındalık Merkeziliği Metriğine Göre Politika Önerileri

Bu metriğe göre, hasta sevk sisteminin verimliliği ve hızı açısından hangi hastanelerin kapasitelerinin artırılması gerektiği ve uzman hekim ihtiyaçlarının öncelikli olarak karşılanması gereken merkezler belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda, ağın genel performansı açısından hayati öneme sahip olduğu tespit edilen hastaneler; Erzurum Şehir Hastanesi, Muş Devlet Hastanesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi ve Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi şeklindedir. Bu hastanelerin, hasta sevk ağındaki merkezi konumları nedeniyle kaynak tahsisinde önceliklendirilmesi ve kapasitelerinin güçlendirilmesi önerilmektedir.

4.3.2. Yetki (Authority) Merkeziliği Metriğine Göre Politika Önerileri

Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Doğu Anadolu Bölgesi'nin en yüksek uzmanlık ve referans gücüne sahip sağlık kurumu olarak öne çıkmaktadır. Ancak bu hastanede yaşanabilecek uzman hekim eksikliği, tüm sevk sistemini olumsuz etkileyerek diğer hastaneler üzerinde ciddi bir yük oluşturabilir. Van, Iğdır ve Elâzığ'daki alt sıralarda yer alan hastanelerin kapasiteleri artırılmalı; uzmanlık alanlarındaki açıklar kapatılarak uzman hekim ihtiyacı karşılanmalıdır. Bu sayede bölgesel sağlık hizmetleri dengelenebilir ve sevk sisteminin sürdürülebilirliği sağlanabilir.

4.3.3. Yakınlık Merkeziliği Metriğine Göre Politika Önerileri

Yakınlık merkeziliği analizine göre Erzurum Şehir Hastanesi, Muş Devlet Hastanesi, Erzincan Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi ve Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi ağın en erişilebilir ve iletişimi en hızlı sağlayan kurumları olarak öne çıkmaktadır. Bu hastaneler, yalnızca fiziksel erişim açısından değil, aynı zamanda bölgesel koordinasyon ve acil müdahale kapasitesi açısından da stratejik bir konuma sahiptir. Bu bağlamda, söz konusu hastaneler

“bölgesel sağlık erişim merkezleri” olarak tanımlanmalı ve bu rol kurumsal bir statüye kavuşturulmalıdır. Bu merkezlerde, sevk süreçlerinin yönetimi için özel olarak yapılandırılmış “hızlı müdahale ve yönlendirme birimleri” kurulmalı; bu birimler, çevre hastanelerden gelen acil sevk taleplerini önceliklendirme, yönlendirme ve kaynak eşleştirme görevini üstlenmelidir. Ayrıca, bu merkezlerin çevresindeki düşük merkezilik değerine sahip hastanelerle (hizmet kalitesi ve erişim hızı iyileştirmesi amaçlı) ikili işbirliği protokolleri geliştirilmelidir.

4.3.4. Derece Merkeziliği Metriğine Göre Politika Önerileri

Derece merkeziliği yüksek olan hastaneler; Erzurum Şehir Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi, Ankara Eğitim ve Araştırma Hastanesi ve Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi olarak tespit edilmiştir. Bu sağlık kurumları, bölgesel hasta yükünü taşıyan ana merkezlerdir. Bu hastanelere: yatak kapasitesi artırımı, poliklinik ve acil servis genişletmesi, hekim ve hemşire sayısında artış ve dijital sevk sistemleri entegrasyonu önerilmektedir.

4.3.5. Kümelenme Katsayısı Metriğine Göre Politika Önerileri

Sağlık Bakanlığı tarafından Kars DH, Bingöl DH, Bitlis DH ve Ardahan DH kurumları, Doğu Anadolu Bölgesi’nde yerel liderler olarak tanımlanabilir. Bu hastanelerin, kendi kümeleri içindeki diğer hastanelerle daha bütünleşmiş çalışacakları, ortak tanı ve tedavi protokolleri geliştirecekleri, eğitim ve kaynak paylaşım programlarına öncülük edecekleri bir yapıya teşvik edilmesi önerilmektedir. Ayrıca, bu yerel lider hastaneler aracılığıyla geliştirilecek bölgesel sevk zincirleri optimizasyonu, hastaların uygun düzeyde ve zamanında sağlık hizmetine ulaşmasını kolaylaştırarak, ikincil ve üçüncül basamak sağlık kuruluşlarındaki yığılmaları azaltmaya yardımcı olabilir.

4.3.6. Özvektör Merkeziliği Metriğine Göre Politika Önerileri

Bu analiz ölçümüne göre en yüksek değere sahip sağlık kurumları (darboğazlar); Erzurum Şehir Hastanesi, Kars Harakani Devlet Hastanesi, Muş Devlet Hastanesi, Erzurum Atatürk Üniversitesi Araştırma Hastanesi ve Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Mengücek Gazi Eğitim ve Araştırma Hastanesi olarak tespit edilmiştir. Yüksek özvektör merkeziliği değerleri, bu hastanelerin geniş bir etki alanına sahip olduğunu ve sağlık hizmeti kalitesini artırma potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Bu bağlamda, söz konusu beş hastanenin; kendi bağlantılı olduğu veya etkileşimde bulunduğu diğer hastaneler için kalite standartlarının belirlenmesi, akreditasyon süreçlerinin desteklenmesi ve iyi klinik uygulamaların yaygınlaştırılması gibi konularda liderlik rolü üstlenmesi önerilmektedir.

5. Kaynakça

- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. In *Proceedings of the international AAAI conference on web and social media*. 3(1), pp. 361-362). <https://doi.org/10.1609/icwsm.v3i1.13937>
- Cherven, K. (2015). *Gephi ağ görselleştirmesinde ustalaşma*.
- Codal, K.S., & Coşkun, E. (2016). Sosyal ağ türlerinin karşılaştırılmasıyla ilişkin bir ağ analizi. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 16 (1), 143-158. <https://doi.org/10.11616/basbed.vi.455794>
- Çebi-Karaaslan, K., Diğer, H., & Çebi, T. (2025). Sağlık muayene hizmetlerine ilişkin kamu algısının anlaşılması: Türkiye’de memnuniyeti etkileyen temel faktörler. *PLoS One*, 20 (5), e0324125. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0324125>

- Dünya Sağlık Örgütü. (2022). *Konsolide tele-tıp uygulama kılavuzu*. Dünya Sağlık Örgütü.
- Demiral, Ö. G. D. G., & Üstün, Ö. (2020). Hastaneler arası hasta sevkleri: Doğu karadeniz hastaneleri üzerine bir uygulama. *18*(4), 190-208. <https://doi.org/10.11611/yead.815880>
- Gürsakar, N., & Aksan, A. (2023). *Sosyal ağ analizi-r, nodexl, gephi, ucinet uygulamalı*. Dora.
- Jacomy, M., Venturini, T., Heymann, S., & Bastian, M. (2014). ForceAtlas2, Gephi yazılımı için tasarlanmış kullanışlı ağ görselleştirmesi için sürekli bir grafik düzeni algoritması. *PloS one*, 9 (6), e98679. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0098679>
- Kılıçarslan, F., & Ayyıldız Durhan, T. (2024). Açık alan rekreasyonu çalışmalarına dair bibliyometrik analiz. *Tourism and Recreation*, 6(2), 235-245. <https://doi.org/10.53601/tourismandrecreation.1430149>
- Kızıltuğ, T., & Tugay, Ç. (2024). Sosyal ağ analizi yöntemiyle örtük bilgi kavramının bibliyometrik analizi: 2015-2024 yılları arası bir değerlendirme. *Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 13(2), 56-73. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eyad/issue/89584/1599704>
- Knoke, D., & Yang, S. (2008). *Sosyal ağ analizi* (No. 154). Adaçayı.
- Kolaczyk, E. D. (2009). *Statistical analysis of network data: Methods and models* [Kitap incelemesi]. *Sociological Methods & Research*, 40(1), 1–48. <https://doi.org/10.1177/0049124110384066>
- Kruskal, J. B. & Wish, M. (1978). *Çok boyutlu ölçekleme* (Sage Üniversitesi Sosyal Bilimlerde Nicel Uygulamalar Dizisi, No. 07-011). Sage. <https://doi.org/10.4135/9781412985130>
- Lee, B. Y., McGlone, S. M., Song, Y., Avery, T. R., Eubank, S., Chang, C. C., Bailey, R. R., Wagener, D. K., Burke, D. S., Platt, R., & Huang, S. S. (2011). Social network analysis of patient sharing among hospitals in Orange County, California. *American Journal of Public Health*, 101(4), 707-713. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.202754>
- Lenger, A., & Beyan, A. (2022). COVID-19 salgınının ve esnek çalışma sisteminin çalışma hayatı üzerine etkilerinin sosyal ağ analizi ile incelenmesi. *İzmir Göğüs Hastanesi Dergisi*, 36(1), 13-21. <https://doi.org/10.14744/igh.2022.39358>
- Mengü, E. (2022). Suriyelilere Yönelik Çalışan Sivil Toplum Kuruluşları Üzerine Bir Sosyal Ağ Analizi İstanbul Örneği. *Middle East Journal of Refugee Studies*, 7(2), 5-29. <https://dergipark.org.tr/en/pub/mejrs/issue/74821/1167649>
- Neal, Z. (2015). [S. P. Borgatti, M. G. Everett ve J. C. Johnson tarafından yazılan *Analyzing Social Networks* adlı kitabın incelemesi]. *Matematiksel Sosyoloji Dergisi*, 39(3), 221-222. <https://doi.org/10.1080/0022250X.2015.1053371>
- Newman, M. (2010). *Networks: An Introduction*. Oxford University.
- Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: a powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of information Science*, 28(6), 441-453. <https://doi.org/10.1177/016555150202800601>
- Göktaş, B., Önder Ömer, R., Duran, M., ... Şakar, S. (2017). Türkiye’de Sağlık Bilgi Sistemleri Üzerine Bir Araştırma. *Ankara Sağlık Bilimleri Dergisi*, 6(1), 125-138. https://doi.org/10.1501/Asbd_00000000066
- Saraçoğlu, TN. (2023). *Tarihi İlişkileri Yeniden Okumak: Gephi ile Sosyal Ağ Analizi*. <https://www.digitalottomanstudies.com/post/tarihi-i-li%C5%9Fkileri-yeniden-okumak-gephi-ile-sosyal-a%C4%9F-analizi?lang=tr>

- Ward, M.E., De Brún, A., Beirne, D., Conway, C., Cunningham, U., English, A., Fitzsimons, J., Furlong, E., Kane, Y., Kelly, A., McDonnell, S., McGinley, S., Monaghan, B., Myler, A., Nolan, E., O'Donovan, R., O'Shea, M., Shuhaiber, A., & McAuliffe, E. (2018). Sağlık Ekipleri için Güvenlik Kültürünü İyileştirmek Amacıyla Ortak Tasarım Kullanarak Toplu Liderlik Müdahalesi Geliştirmek. *Uluslararası Çevre Araştırmaları ve Halk Sağlığı Dergisi* ,15 (6), 1182. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061182>
- Wasserman, S., & Faust, K. (1994). *Social network analysis: Methods and applications*. Cambridge University.
- Uğur, Y. (Ed.). (2023). *Dijital beşerî bilimler ve Osmanlı çalışmaları*. Vakıf Bank Kültür.