

YAPAY SİNİR AĞLARI VE SOSYAL AĞ ANALİZİ YARDIMI İLE TÜRK TELEKOMÜNİKASYON PİYASASINDA MÜŞTERİ KAYBI ANALİZİ

Vildan GÜLPINAR *

Özet

Firmalar, mevcut müşterilerinin rakip bir firmaya yönelmelerini engellemek için müşteri kayıplarını en aza indirmeli ve müşteri kayıplarını iyi analiz etmelidirler. Rekabetin en yoğun yaşandığı sektörlerden biri olan telekomünikasyon piyasasında, numara taşıma serbestliği ile de müşteri kayıplarını engellemek ve müşteri bağımlılığını sağlamak giderek önem kazanmaktadır. Müşteri kaybı olayının zincirleme bir etki yarattığı göz önünde bulundurulduğunda, kayıp tahmin yönetiminin kayıpları önlemede tek başına yeterli olamayacağı açıktır. Bu nedenle tahminden sonraki süreçte, müşteri ağının analizi de aynı derecede önemlidir. Çünkü modern işletme yaklaşımlarında bir müşterinin, en yüksek kârı getirmediği halde, ağdaki güçlü konumundan dolayı firmaya daha yüksek değer katabileceği bilinmektedir.

Makalenin amacı, Türk telekomünikasyon piyasasında müşteri kaybını Yapay Sinir Ağları (YSA) ile tahmin etmek ve müşteri iletişim ağını Sosyal Ağ Analizi (SAA) yardımıyla analiz ederek kaybedilme riski taşıyan müşterilerin ağdaki konumlarını ve etkilerini incelemektir.

***Anahtar Kelimeler:** Yapay Sinir Ağları, Sosyal Ağ Analizi, Müşteri Kaybı Yönetimi, Telekomünikasyon Piyasası*

***JEL Sınıflaması:** C45, D85*

CUSTOMER CHURN ANALYSIS IN THE TURKISH TELECOMMUNICATION MARKET WITH THE HELP OF THE ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS AND SOCIAL NETWORK ANALYSES

Abstract

A company should minimize the customer churn and make a well analysis thereof in order to prevent their existing customers from choosing a rival company. In the telecommunication market, one of the markets where a fierce competition is underway, it becomes more and more important to prevent the loss of customers and attain the customer loyalty, especially due to free number porting applied in the market. It is obvious that the loss appraisal method would not be sufficient by itself, considering that the loss of customers creates a knock-on effect. Therefore, the analysis on the customer network has the same level of importance within the process after the appraisal. This is because, it is well known in the modern business approach that a customer would contribute a great value to a company due to his/her strong position in the network, even he/she does not bring the highest level of profit.

* Dr., İstanbul Aydın Üniversitesi, Anadolu Bil MYO, vildangulpinar@aydin.edu.tr

This paper is intended to estimate the loss of customers in the Turkish telecommunication market with the help of the Artificial Neural Networks (ANN) and examine the positions and effects on the network of the customers for whom there is a risk of loss, by analyzing the customer communication network with the help of the Social Network Analysis (SNA).

Keywords: Artificial Neural Networks, Social Network Analysis, Customer Churn Management, Telecommunication Market

JEL Classification: C45, D85

1. Giriş

İş dünyasındaki rekabetin yoğun olarak yaşandığı günümüzde, birçok müşteri ürün ve hizmet aldığı mevcut firmayı bırakarak, beklentilerine daha uygun olan rakip firmaları tercih etmektedir. Pazarlama tekniklerinde en iyi bilinen kural “yeni bir müşteri edinme maliyetinin, mevcut müşterileri elde tutma maliyetinin yaklaşık 5 katı; memnun olmayan bir müşteriyi geri kazanma maliyetinin ise mevcut müşteriyi elde tutma maliyetinin yaklaşık 10 katı” olduğudur. Mevcut müşterilerden sağlanan gelir ise, yeni müşterilerden kazanılanın yaklaşık 2 katıdır.

Müşteri kaybı yönetimi, ayrılmayı düşünen potansiyel abonelerin tahminini yapan ve onları iptalden uzaklaştırmanın yollarını arayan bir süreç olarak tanımlanabilir¹. Müşteri kaybının en yoğun ve hızlı yaşandığı sektörlerden biri olan telekomünikasyon piyasasında, yeni müşterilerin elde edilmesi pahalı bir süreçtir.

Türk telekomünikasyon sektörünün geçmişi 1840’a dayanmaktadır. Türkiye’nin GSM teknolojisiyle tanışması ise 23 Şubat 1994 tarihinde mümkün olmuştur. Tarihsel olarak genç bir sektör olmasına karşın Türk mobil telekomünikasyon piyasası çok kısa sürede dev bir yapıya dönüşmüştür².

Türkiye’de “mobil numara taşınabilirliği” ise 9 Kasım 2008’de uygulamaya geçmiştir. Uygulama tüketicinin yoğun ilgisiyle karşılaşmış ve kısa sürede mobil numara taşınabilirliğinden faydalanan abone sayısı hızla artmıştır. “Numara taşınabilirliği” ile kullanılan GSM numarasını değiştirmeden ve değiştirme maliyeti olmaksızın farklı bir operatöre geçişin mümkün olması, müşteri kayıplarını daha da hızlandırmıştır. Çünkü “numara taşınabilirliği” kullanıcı bağımlılığı ve değiştirme maliyetlerini azaltıcı etkisiyle, ilgili piyasada rekabeti artırıcı bir sonuç doğurmaktadır. Oransal olarak abonelerin yaklaşık %18’i numarasını değiştirmeden işletmecisini değiştirmiş durumdadır³. Numara taşınabilirliğinin başlamasından sonra işletmeler açısından yeni abone kazanmak ve hali hazırdaki abone kitlesini ellerinde tutmak daha da önem kazanmıştır.

Telekomünikasyon piyasasındaki müşteri kayıpları, “müşteri kaybı tahmini” ile değerlendirilmektedir. Bu analizlerde daha çok kaybedilme riski taşıyan müşterilerin tespiti, iptalin nedenlerini araştırma ve “etkili müşteriler”in firma sadakatlerinin artırılması hedeflenmektedir.

¹ Shin-Yuan Hung ve diğerleri, “Applying Data Mining to Telecom Churn Management”, *Expert Systems with Applications*, Volume 31, Issue 3, 2006, s. 515.

² Elektrik Mühendisliği Odası, Türkiye’de Telekomünikasyon Tarihçesi, 430. sayı, 2007, http://www.emo.org.tr/ekler/e52547a0e7bca35_ek.pdf?dergi=457, Erişim Tarihi (13.11.2012).

³ Müberra Güngör- Gökhan Evren, Mobil Numara Taşınabilirliği: Rekabete ve Tüketicilere Etkileri: Ardıl Düzenleyici Etki Analizi Çalışması, Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Raporu, 2010, s. 7, http://www.nts.gov.tr/files/DEA_MNT_v4.pdf, Erişim Tarihi (29.10.2012).

Son yıllara kadar “etkili müşteriler”in, fatura ya da gelir geçmişlerine dayalı olarak seçilmesi yaklaşımı, sıklıkla uygulanmaktaydı. Ancak bu yaklaşım, bireylerin sadece karakteristiklerini dikkate almakta yani şirkete en çok para kazandıran müşterileri en etkili müşteriler olarak kabul etmektedir. Oysa telekomünikasyon ağlarında bazı müşterilerin, bireysel katkılarından daha çok bağlantıları ve ilişkileri nedeniyle şirkete reel katkıları daha fazla olabilmektedir⁴.

İletişim toplulukları, her bireyin ağdaki diğer bireylerle zayıf ya da güçlü ilişki kurabildiği Sosyal Ağlar (SA) olarak ele alındığında, müşterilerin ağdaki etkisinin ortaya çıkarılması için Sosyal Ağ Analizi (SAA), güçlü bir yöntem kabul edilmektedir.

Müşteri kaybı olayı, zincirleme bir etkiye sahiptir. Bu zincir süreci, SAA’nın güçlü bir düğümü tarafından hattâ daha az gelir sağlayan fakat müşteri bağlılığı sürecinde güçlü etkiye sahip bir müşteri tarafından da başlatılabilir. Bu nedenle firmalar, etkileri yüksek müşterileri ortaya çıkarabilmelidirler. SAA’da güçlü ve merkezi düğüm olarak tanımlanan bu müşteriler, “müşteri kaybı” gibi zincirleme etki yaratan olaylarda ne kadar etkili olabildikleri dikkate alınarak seçilebilir. Böylece uygulanacak pazarlama yöntemi, etkileri yüksek bireylere göre belirlenebilir⁵.

SA merkezilik ölçüleri ile müşteriler arasındaki bağlantıların ağırlıkları, zincir sürecinin ağdaki etkisini ortaya koyabilmektedir. Müşteri bağlantılarının anlaşılması ve SA yapısında her zincirin merkezi çekirdeklerinin belirlenmesi kitlesel müşteri kaçışlarını önlemek ve böylece gelir kaybından kurtulmanın en iyi yoludur. SAA, topluluk içindeki müşteri kaybı olaylarında olası korelasyonları açığa çıkararak, olayın SA’nın çekirdek bir düğümü tarafından tetiklendiğinde daha güçlü etkileme gücüne sahip olduğu, oysa çevresel bir düğüm tarafından tetiklendiği zaman etkisinin daha az olduğunu kanıtlar⁶.

Yukarıda anlatılanlar ışığında makalenin amacı, müşteri kayıplarının çok hızlı yaşandığı telekomünikasyon piyasasında müşteri kaybını Yapay Sinir Ağları (YSA), yöntemiyle tahmin etmek ve gelen ve giden arama miktarları dikkate alınarak SAA sonucunda etkili müşteriler değerlendirilerek etkin bir pazarlama yöntemi sunmaktır.

2. Literatür

Telekomünikasyon piyasasında “müşteri kaybı” üzerine yapılan bir çok çalışma bulunmaktadır:

Kişioğlu ve Topçu 2011 yılında yayınlanan makalelerinde Türk Telekomünikasyon piyasasında müşteri kaybı analizini Bayes ağları yaklaşımıyla çözümlenmişlerdir. Makalede Bayes ağının temelini oluşturan bir nedensel harita oluşturulmuştur. Bayes ağının sonuçlarına göre abonelerin ortalama konuşma süreleri, ortalama fatura tutarları, farklı operatörleri ortalama arama sıklığı ve bağlı oldukları tarife türünün iptali açıklayan önemli değişkenler olduğu belirtilmiştir⁷.

Hamelin ve diğerleri, yapmış oldukları çalışmada Fas Telekomünikasyon piyasasında kayıp davranışlarını incelemişlerdir. Bu çalışmada %21’in üzerinde yüksek kayıp oranı ölçülmüş ve müşteri kaybının arkasındaki süreç incelenmiştir. Lojistik Regresyon Analizi ile müşteri kaybı

⁴ Carlos Andre Reis Pinheiro- Marus Helfert, “Mixing Scores from the Artificial Neural Network Analysis to Improve the Customer Loyalty”, **IEEE Computer Society**, 2009, s. 957.

⁵ Pinheiro ve Helfert, **Mixing...a.g.m.**, s. 958.

⁶ Pinheiro ve Helfert, **Mixing...a.g.m.**, s. 956.

⁷ Pınar Kişioğlu- Y. İlker Topçu, “Applying Bayesian Belief Network Approach to Customer Churn Analysis: A Case Study on the Telecom Industry of Turkey”, **Expert Systems with Applications**, 38, 2011, s. 7150-7157.

davranışları, müşteri kişisel karakteristikleri, operatör servisleri ve cep telefonu karakteristikleri arasındaki korelasyonlar açık bir şekilde tanımlanmıştır⁸.

Pinheiro ve Helfert, YSA'ya dayalı geleneksel tahmin yöntemleri ve SAA gibi yeni örüntü tanımlama metodlarının, müşteri ilişkileri ve bağlılığını yönetmek amacıyla ayırt edici bir yaklaşım yaratması için birlikte kullanılabileceğini öne sürmüşlerdir⁹.

Hung ve diğerleri, iletişim sektöründe kayıp tahmini için kümeleme, karar ağaçları ve YSA tekniklerini kullanmışlardır. Makalede elde edilen sonuçlara göre YSA, karar ağaçları'na göre; segmentasyon yapılmayan karar ağaçları, segmentasyon yapılan karar ağaçlarına göre daha iyi sonuç vermiştir¹⁰.

Karaçuha ve diğerleri, Türk GSM sektöründe müşteri sadakati, memnuniyeti, güven ve değiştirme maliyeti arasındaki dinamik ilişkileri yapısal denklem modelleme tekniği ile analiz ettikleri çalışmalarında, müşteri sadakatinin sağlanmasında müşteri memnuniyetinin tek başına yeterli olmayacağı, müşteri-marka ilişkisinin uzun vadede sürdürülebilmesi için memnuniyetin yanı sıra müşterilerin rakip markalara yönelmesini engelleyecek ek maliyetlerin ve marka güveninin oluşturulması gerektiğini öne sürmüşlerdir. Analiz sonucunda değiştirme maliyeti için geliştirilen modelin güvenilirlik ve geçerliliğinin bulunduğu, müşteri sadakati, müşteri memnuniyeti, değiştirme maliyeti ile güven faktörlerinden oluşan genel modelin beklenen yönde istatistiki olarak anlamlı ilişkiler içerdiği ve açıklama gücünün yüksek olduğu bulguları elde edilmiştir¹¹.

Ferreira ve diğerleri, yayınladıkları makalede mobil iletişim sektöründe değerli müşterilerin iptal etmesiyle ilgilenmişlerdir. İptal analizi için YSA, karar ağaçları, genetik algoritmalar ve *neuro-fuzzy* tekniklerinden faydalanılmıştır. Kullanılan tekniklerle yapılan analizlerin sonucunda iptal edebilecek müşterilerin sayısı tahmin edilmiştir. En iyi tahmin modelinin YSA'ya ait olduğu görülmüştür¹².

Mozer ve diğerleri tarafından Amerika'da yapılan çalışmada GSM abonelerini elde tutmak ve karlılığı artırmak amacıyla öncelikle iptal etme olasılığı olan abonelerin tahmin edilmesi için modellerin kurulması, modelleri kurduktan sonra olası tasarrufları hesaplayarak tahminlerin karar verme sürecine etkisi hesaplanmıştır. Abonelerle ilgili veriler; ayrıntılı arama kayıtları, finansal veriler, sunulan hizmetler ve aboneye ait demografik verilerden elde edilmektedir. Analiz edilecek değişkenlerin belirlenmesinde müşteri memnuniyetini etkileyen faktörler göz önüne alınmıştır. Lojistik regresyon, karar ağaçları ve YSA kullanılan tekniklerdendir. Elde edilen sonuçlara göre YSA'nın, lojistik regresyon ve karar ağaçları tekniklerine göre daha iyi sonuç vermektedir¹³.

Telekomünikasyon piyasasında iptali yani sadakatsizliği etkileyen faktörler de bir çok çalışmanın doğrudan ya da dolaylı konusu olmuştur. Burada, yapılan çalışmalarda ortak olarak yer verilen faktörler sıralanacaktır:

⁸ Hamelin ve diğerleri, "Determining Churn Drivers in Moroccan Telecom Sector", **Journal of International Business Disciplines**, Volume 4, Issue 2, 2010, s.16-34.

⁹ Pinheiro ve Helfert, **Mixing...a.g.m.**, s. 954-959.

¹⁰ Hung ve diğerleri, "Applying Data Mining to Telecom Churn Management", **Expert System with Applications**, 2006, s. 515-524.

¹¹ Karaçuha ve diğerleri, "Türk GSM Sektöründe Müşteri Sadakati, Memnuniyeti, Güven ve Değiştirme Maliyeti Arasındaki Dinamik İlişkiler: Yapısal Denklem Modelleme Tekniği", **İktisat, İşletme ve Finans Dergisi**, Cilt 19, Sayı 219, 2004, s. 46-61.

¹² Ferreira ve diğerleri, "Data Mining Techniques on the Evaluation of Wireless Churn", **European Symposium on Artificial Neural Networks**, 2004, s. 483-488.

¹³ Mozer ve diğerleri, "Churn Reduction in the Wireless Industry", **Advances in Neural Information Processing Systems**, Volume 12, 2000, s. 690-696.

Geppert yaptığı analizde telekomünikasyon piyasasında iptali etkileyen faktörleri fiyat, servis kalitesi, gizlilik, şeffaflık ve yeni rakiplerin piyasaya girişi olarak sıralamıştır¹⁴.

Hamelin ve diğerleri bağımsız değişkenlere gelir, cinsiyet, yaş ve eğitim düzeyini de ilave ederek, Geppert'e destek vermişlerdir. Çünkü çalışmalar, düşük gelire sahip kullanıcıların iptal etmeye daha meyilli olduğunu ve yüksek gelire sahip grupların fiyat duyarlılığının daha az olduğunu göstermiştir. Cinsiyet değişkeninin de müşteri davranışlarında önemli bir rol oynadığı ileri sürülmüştür. Çalışmalar, kadınların karar verirken erkeklerden daha fazla bilgiye dayalı karar verdiklerini ve dolayısıyla bağlılık oranının daha yüksek olduğunu göstermiştir. Ayrıca analizlerde yaşlı tüketicilerin, genç tüketicilere göre satın alma alışkanlıklarının değişmediği ve dolayısıyla marka bağlılıklarının daha güçlü olduğu sonucuna varılmıştır. Eğitilmiş insanların ise daha az eğitilmiş insanlara göre genellikle daha fazla bilgi topladıkları ve karar vermede daha fazla bilgi kullandıkları öne sürülmektedir¹⁵.

3. Metodoloji

Türk telekomünikasyon piyasasında müşteri kaybının tahmini için kullanılacak teknik olan YSA ve YSA algoritmalarından Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) tanıtılmış ve kaybedilme riski taşıyan müşterilerin ağıdaki konumlarını ve etkilerini analiz amacıyla başvuru yöntem olan SAA incelenmiştir.

3.1. Yapay Sinir Ağları

YSA, deneysel bilgiyi alan, depolayan ve kullanan fiziksel hücreli sistemlerdir¹⁶. YSA, “makine öğrenmesi” yaparak ve gerçekleşmiş örnekleri kullanarak olayları öğrenebilen, insan beyninin fonksiyonel özelliklerine benzer şekilde, öğrenme, ilişkilendirme, sınıflandırma, genelleme, özellik belirleme, optimizasyon ve tahmin gibi konularda başarılı bir şekilde uygulanabilen bilgisayar sistemleridir¹⁷.

Haykin (2009) YSA'nın iki açıdan insan beynine benzerliğini ortaya koymuştur¹⁸: Birincisi, bilginin ağ tarafından öğrenme süreci boyunca onun çevresinden edinilmesi ve ikincisi, sinaptik olarak bilinen nöronlar arası bağlantı kuvvetinin, edinilen bilgiyi saklamak için kullanılmasıdır.

YSA doğrusal olmayan, çok boyutlu, gürültülü, karmaşık, kesin olmayan, eksik verilerinin olması ve problemin çözümü için özellikle bir matematiksel modelin ve algoritmanın bulunmaması hallerinde sıklıkla kullanılan bir yöntemdir.

Sinir hücrelerinin bir araya gelmesi rasgele olmaz. Genel olarak hücreler 3 katman halinde ve her katman içinde paralel olarak bir araya gelerek ağı oluştururlar. Bu katmanlar; girdi katmanı, ara katmanlar ve çıktı katmanıdır. Girdi katmanındaki nöronlar dış dünyadan bilgileri ara katmanlara transfer etmekle sorumludurlar. Bazı ağlarda girdi katmanında herhangi bir bilgi işleme olmaz. Ara katmanlardaki nöronlar, girdi katmanından gelen bilgileri işleyerek çıktı katmanına

¹⁴ Carl Geppert, Customer Churn Management: Retaining High-Margin Customer with Customer Relationship Management Techniques, 2003, s. 2-3, https://www.amr.kpmg.com/microsite/kpmgme/downloads/CHURN_02_26final.pdf, Erişim Tarihi (04.09.2012).

¹⁵ Hamelin ve diğerleri, **Determining...a.g.m.**, s. 22.

¹⁶ Jacek M. Zurada, **Artificial Neural Systems**, New York, West Publishing Company, 1992, s. 37

¹⁷ Ercan Öztemel, **Yapay Sinir Ağları**, İstanbul, Papatya Yayınları, 2006, s. 29

¹⁸ Simon Haykin, **Neural Networks and Learning Machines**, 3.ed., New Jersey, Pearson Education, 2009, s.32

gönderirler. Bir ağ için birden fazla ara katman olabilir. Çıktı katmanında bulunan nöronlar ise ara katmandan gelen bilgileri işleyerek ağına girdi katmanından sunulan girdi seti için üretmesi gereken çıktıyı üretirler. Üretilen çıktı dış dünyaya gönderilir¹⁹.

Yukarıda sıralanan avantajlarının yanı sıra YSA'nın bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan en önemlileri; ağına parametre değerlerinin (öğrenme katsayısı, her katmandaki nöron sayısı, katman sayısı vb.) belirlenmesinde belli kuralların olmaması ve ağına eğitiminin ne zaman bitirileceğine karar vermek için geliştirilmiş bir yöntemin olmayışıdır.

YSA tahmin yöntemlerinden Çok Katmanlı Algılayıcı (ÇKA) müşteri kaybı tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır. ÇKA, YSA modelleri içerisinde en çok kullanılan ağ tipidir. ÇKA, ağdaki her nöronun modeli farklılaştırılabilen doğrusal olmayan aktivasyon fonksiyonu içerir. ÇKA'da ağ, hem girdi hem de çıktı düğümleri dışında bir ya da daha fazla gizli katman içermektedir.

ÇKA ağ yapısında girdi sinyali katmanlar boyunca ileriye doğru işlenerek çıktı değeri üretilmektedir. Bu tip bir ağda bilgi sırasıyla üç katmandan ileri doğru geçirilmektedir. İlk katman olan girdi katmanının görevi bilgiyi bir sonraki katman olan gizli katmana aktarmaktır. Burada veri herhangi bir işlemden geçirilmemektedir. Gizli katman olarak adlandırılan ikinci katmanda yer alan sinir hücreleri veriyi transfer fonksiyonundan geçirerek bir sonraki katman olan çıktı katmanına yollarlar. Çıktı katmanı kendisine gelen bu bilgiyi kendi transfer fonksiyonundan geçirerek çıktıyı üretmiş olur. Elde edilen çıktı istenilen çıktı değeriyle karşılaştırılır. Ortaya çıkan hata payı ağ boyunca ağırlıklara geri yayılır. Düzenlemeler yapılarak veri seti ağa tekrar sunulur, başta anlatılan süreç tekrarlanarak çıktı tekrar elde edilir ve istenilen çıktı değeriyle karşılaştırılır. Bu işlem istenilen çıktıya kabul edilir hata değerine yaklaşılan kadar sürdürülür. Bu işlem için kullanılan en yaygın kabul görmüş algoritma geri yayılım algoritmasıdır²⁰.

ÇKA ağları denetimli öğrenme stratejisine göre çalışırlar ve ileri beslemeli ağ yapısına sahiptirler. Denetimli öğrenme, hata düzeltilmeli öğrenme temeline dayanır²¹. Geri Yayılım Algoritması ise, hata kareleri ortalamasının minimize edilerek bağlantı ağırlıklarının yeniden ayarlanması mantığına dayanır. Geri yayılım algoritmasına "Genelleştirilmiş Delta Kuralı" da denilmektedir. Delta kuralında veriler sürekli olmalıdır²².

YSA'ya dayalı geleneksel denetimli öğrenme modelleri, müşteri davranışları hakkında seçkin bir bilgi oluşturabilir. Bu türden bir model müşteri kaybı olaylarının tahmin edilmesi gibi spesifik amaçlara uygundur²³. Bu sebeple analizde, YSA denetimli öğrenme yöntemlerinden ÇKA kullanılmıştır. "hata düzeltilmesi" için geri yayılım algoritması tercih edilmiştir.

3.2. Sosyal Ağ Analizi

Sosyal Ağlar (SA), köşelerde insanların ya da bazen insan gruplarının yer aldığı ve arkadaşlık gibi aralarındaki sosyal etkileşimlerinin bazı formlarının kenarlar tarafından temsil edildiği ağlardır. Köşeler insanları yani aktörleri ve kenarlar bağlantıları temsil eder. Kenarlar bireyler arasındaki arkadaşlığı temsil edebildiği gibi profesyonel ilişkileri, para ya da ürün takasını ya da diğer farklı bağlantıları temsil edebilir²⁴. SAA'da en temel analiz yöntemi "merkezlilik ölçüleri"dir.

¹⁹ Öztemel, **Yapay...a.g.k.**, s. 52

²⁰ Öztemel, **Yapay...a.g.k.**, s. 76

²¹ Haykin, **Neural...a.g.k.**, s.65

²² Zurada, **Artificial...a.g.k.**, s. 182

²³ Pinheiro ve Helfert, **Mixing...a.g.m.**, s. 956.

²⁴ M.E.J. Newman, **Networks : An Introduction**, New York, Oxford University Press, 2010, s. 37.

İstatistik sürekli olarak varyans, korelasyon ve regresyon gibi analizlere ağaçlardan çok ormanın tümüne, ortalamasına odaklanmamızı bize öneriyor. Buna karşılık ağ bilimi gibi yeni yaklaşımlar, hem birimler arasındaki etkileşimlere hem de birimlerin özelliklerine (ağaçlara) odaklanmamızı sağlıyor ve bir anlamda mikro ile makro arasındaki geçişi sağlayan bir köprü oluşturuyor²⁵.

Ağ analizi ve sosyal bilimlerdeki diğer yaklaşımlar arasındaki temel fark, aktörlerin kişisel özelliklerinden çok, aktörler arasındaki ilişkilere odaklanılmasıdır.

SA'nın gösteriminde, çizge (graphs) ve matris gösterimi sıklıkla kullanılır. Komşuluk matrisi (*adjacency matrix*), her i satırının ve her j sütununun bir düğümü temsil ettiği ve (ij) ile gösterilen hücrenin i 'den j 'ye bağlantıyı temsil ettiği matrise denir. Ağ, n tane düğüme sahipse, komşuluk matrisi $n \times n$ boyutlu kare bir matristir. Örneğin, A_{ij} şeklinde bir gösterim, i satır ve j sütuna sahip olan ve ij düğümü bilgi içeren bir A sosyomatrisini temsil eder.

SA, “yönlü” ve “yönsüz” ilişkileri gösterebilmektedir. “Yönlü ilişki” için, düğümlerin sıralı çiftleri düşünüldüğünde (A_i ve A_j), 1. düğüm sıralı çiftlerde 2. ile ilişki içindedir ya da değildir. İlişki yönlü olduğundan dolayı A_i ve A_j aktör çifti, A_j ve A_i aktör çiftinden farklıdır. (A_i 'nin A_j ile olan ilişkisi, A_j 'nin A_i ile olan ilişkisinden farklıdır.) “Yönsüz ilişki” ise, A_i 'nin A_j ile olan ilişkisi, A_j 'nin A_i ile olan ilişkisine eşittir. SA, ilişkilerin yönünü gösterebildiği gibi, değerini yani ağırlığını da gösterebilir. Komşuluk matrisinin i . elemanı ile j . elemanı arasında var olan bir ilişkinin gücünün sayısal bir değer ile ölçülmesi sonucunda “ağırlıklı ağlar” meydana gelmektedir²⁶.

SAA'da önemli kavramlardan biri patika ve patikaya dayalı olarak hesaplanan geodezik mesafe (*geodesic distance*)dir. Bir SA'da yürüyüş, aktörlerle başlayıp aktörlerle bitmekte olan aktörler ve bağlantılar sırasındadır. Yürüyüşler, kısıtlamasızdır yani aynı aktör veya aynı ilişkiyi çok defa içerebilmektedir. Bir patika, çizgedeki diğer her bir aktörün ve diğer her bir bağlantının, en fazla bir kez kullanılabilirdiği bir yürüyüştür²⁷. Geodezik mesafe ise ağ boyunca bir köşeden diğerine ulaşmak için geçilmesi gereken aktörlerin (düğümlerin) en küçük sayısıdır²⁸. Diğer bir deyişle en kısa patika mesafesi, iki aktör arasındaki en kısa uzunluktur²⁹.

SAA uygulamalarında, ağın hublarının/ otoritelerinin belirlenmesi ve ağın yoğunluğunun bilinmesi de önemlidir. Bir ağda çıktı bağlantıları çok olan düğümler hub adını alırken, girdi bağlantıları çok olan düğümler otorite adını almaktadır. Yoğunluk ise, ağdaki mevcut bağlantı sayısının olası bağlantı sayısına oranıdır. Diğer bir ifadeyle yoğunluk, bir ağda bağlantı sayısının en yüksek bağlantı sayısına yakın olup olmadığını gösteren bir ölçüdür³⁰. Yoğunluk 0 ile 1 değerleri arasındadır. Ağın tüm düğümlerinin birbirine bağlantılı olduğu durumda yoğunluk 1'e eşittir.

Bir ağ çizgesindeki köşe ile ilgili sorulabilecek pek çok soru onun ağdaki önemini anlamaya yöneliktir. SA'daki hangi aktörler “gücü elinde tutar”, bir internet sitesinin hangi sayfası otoriter olarak değerlendirilir? Merkeziliğin ölçüleri böyle önemli nosyonları nitelendirmek ve böylece böyle bir sorunun cevaplanmasını kolaylaştırmak için tasarlanmıştır³¹. Bir düğümün gücü, derecesi

²⁵ Necmi Gürsagal, **Sosyal Ağ Analizi**, Bursa, Dora Yayın, 2009, s. 184.

²⁶ Newman, **Networks...a.g.k.**, s. 111.

²⁷ Robert A. Hanneman ve Mark Riddle, *Introduction to Social Network Methods*, 2005, s.103- 104 <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/> Erişim Tarihi (19.10.2012).

²⁸ Newman, **Networks...a.g.k.**, s.60.

²⁹ David Knoke ve Song Yang, **Social Network Analysis**, 2. Baskı, Londra, Sage Publications, 2008, s. 60.

³⁰ Newman, **Networks...a.g.k.**, s.134

³¹ Eric D. Kolaczyk, **Statistical Analysis of Network Data Methods and Models**, Boston, Springer, 2009, s. 88.

(ağa bağladığı bağlantı sayısı) ve etkisi (bağlantı değerleri) ile arasındalık (*betweenness*) ve yakınlık (*closeness*) ölçüleri ile orantılıdır³².

Önemli merkezilik ölçüleri şunlardır:

Derece merkezliği (*degree centrality*), bir aktörün diğer aktörlere olan bağlantı sayısına eşittir³³. Yönsüz bir ikili (*binary*) çizgede aktör derece merkeziliği, bir düğümün sosyal ağdaki diğer düğümlerle ne oranda bağlandığını ölçer. n aktörlü yönsüz bir çizgede, i aktörü için derece merkeziliği, i 'lerin diğer $n-1$ aktörle olan doğru dan bağlantılarının toplanmasıdır.

$$C_D(x) = x \text{ düğümünün derecesi} \quad (1)$$

Yakınlık merkeziliği (*closeness centrality*), sosyal bir ağda, bir düğümün diğer düğümlere ne kadar yakın olduğunu yansıtmaları için geliştirilmiştir. Aktörlerin yakınlık merkeziliği, onların diğer tüm düğümler için en kısa patika mesafelerinin bir fonksiyonudur³⁴. Düğümler arasındaki bağlantıların zayıf ya da kuvvetli olmaları yakınlık merkeziliği ile ölçülebilir³⁵. Yakınlık merkeziliği d_{ij} , i 'den j 'ye jeodezik mesafeyi göstermek üzere

$$C_i = \frac{1}{\sum_j d_{ij}} \quad (2)$$

şeklinde hesaplanmaktadır.

Bir aktör için yüksek yakınlık, söz konusu aktörün az sayıda yolla, diğerleriyle ilişkili olduğu anlamına gelmektedir. Yakınlık ve mesafe, aktörlerin diğerleriyle ne kadar hızlı etkileşim kurabildiklerini gösterir³⁶. Bir SA içerisinde yakınlık merkeziliği yüksek düğümlerin fikirleri, topluluk içerisindeki diğer kişilere, daha yüksek ortalama uzaklığa sahip diğer kişilerin fikirlerinden daha hızlı bir şekilde ulaşmaktadır.

İletişim ağlarında diğer birimlere olan yakınlık tek başına önemli değildir. Birimin diğer birim çiftleri arasındaki en kısa patikalarda bulunması daha önemli görülmektedir. Bu birimler, ağdaki bilgi akışının kontrolünü ellerinde tutarlar³⁷.

Arasındalık merkeziliği (*betweenness centrality*) kavramı, doğrudan bağlantılı olmayan ikili öğelerin arasındaki ilişkilerin nasıl diğer aktörler tarafından kontrol edildiği ya da nasıl yönlendirildiği ile ilgilidir. Aktör arasındalık merkeziliği, ağdaki diğer aktörlerin ağdaki aktör çiftleri arasında ne oranda en kısa mesafesi üzerinde bulduklarını ölçer. Arasındalık merkeziliği, bir ağ içindeki aşırı bilgi değişimi ya da kaynak akışının kontrolünün önemli bir göstergesidir³⁸.

³² Ted G. Lewis, **Network Science: Theory and Applications**, New Jersey, John Wiley& Sons, Inc., 2009, s. 25.

³³ Evelien Otte ve Ronald Rousseau, "Social Network Analysis: A Powerful Strategy, Also for the Information Sciences", **Journal of Information Science**, 28/6, 2002, s. 443.

³⁴ Knoke ve Yang, **Sosyal...a.g.k.**, s. 65.

³⁵ Gürsakal, **Sosyal...a.g.k.**, s.93.

³⁶ Otte ve Rousseau, **Sosyal...a.g.k.**, s. 443.

³⁷ Gürsakal, **Sosyal...a.g.k.**, s. 94.

³⁸ Knoke ve Yang, **Sosyal...a.g.k.**, s. 68.

Arasındalık merkeziliği, n_{st}^i , s' 'den t' 'ye i 'den geçen geodezik yolların sayısı (en kısa patika mesafesi); g_{st} , s' 'den t' 'ye jeodezik yolların sayısını göstermek üzere,

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

şeklinde hesaplanmaktadır.

4. Araştırma Yöntemi

Analizlerde kullanılacak veriler, Türkiye'nin farklı illerinde ikamet etmekte olan 100 farklı GSM operatörü kullanıcılarına anket uygulanarak elde edilmiştir. 14 sorudan oluşan anket 2 bölümden oluşmaktadır.

SAA'ya uygun olabilmesi için veriler “kartopu örnekleme” tekniğiyle elde edilmiştir. Bu tekniğe göre anket bir kişiye uygulanmış ve o kişiden bir ay içerisinde GSM üzerinden sesli arama gerçekleştirdiği ilk 5 kişinin listesi istenmiştir. Daha sonra aynı anket, listede yer alan 5 kişiye de uygulanmıştır. Böylelikle ağıdaki bireylerin en az bir farklı bireyle iletişim kurduğu 100 kişilik bir “iletişim ağı” oluşturulmuştur. Anketler Mart 2012 ile Haziran 2012 dönemleri içerisinde, yüz yüze, e-mail ve telefon aracılığıyla uygulanmıştır. Analizde kullanılan değişkenler literatür çalışmaları incelenerek ve Türkiye’de hizmet veren GSM operatör şirketlerinden birinin Ar-Ge yetkililerinin uzman görüşlerine başvurularak belirlenmiştir.

YSA, MATLAB 11 programında analiz edilmiştir. MATLAB kullanımına, açık kaynak kodlu bir program oluşu, model üzerinde değişiklik yapmaya izin vermesi ve farklı YSA algoritmalarını denemeye imkan tanıması sebepleriyle, uzman görüşleri ve literatür çalışmaları dikkate alınarak karar verilmiştir.

SAA için, özellikle görsel gösterim avantajı ve kullanım kolaylığından dolayı Pajek programı tercih edilmiştir.

5. Analiz ve Bulgular

Uygulamanın birinci aşamasında YSA ile müşteri kayıpları tahmin edilmiştir. Çünkü müşteri kaybı tahmini sonucunda elde edilen değerler, müşterilerin kaybedilecek sınıfa ne kadar yakın veya uzak olduklarının, yani kaybedilecek müşteriler arasında olup olmadıklarının bir göstergesidir. Bu tahmin değerleri ile, kendilerine atanmış müşteri kaybı riskine göre, müşterileri elde tutabilmek için spesifik yaklaşımlar önerilebilir. Bu amaçla, Tablo 1’de yer alan bireylerin karakteristik ve GSM kullanım bilgileri bağımsız (girdi) değişkenler olarak belirlenmiştir. Kaybın ölçülmesi için ise Tablo 1’de görüldüğü gibi, hedef değişken likert ölçeğiyle belirlenmiştir. Analizde likert ölçeğinin kullanılmasının sebebi, iptal etme eğilimini ayrıntılı olarak ölçme imkanı tanınmasıdır.

Böylelikle YSA için; cinsiyet, yaş, medeni durum, eğitim durumu, ortalama aylık gelir, GSM operatörü markası, GSM operatörü kullanım süresi, abonelik türü, ortalama aylık GSM gideri, ortalama aylık konuşma süresi ve ortalama aylık SMS/MMS sayısı değişkenleri, ağın girdisini oluşturmaktadır. Mevcut GSM operatörünü gelecekte de kullanmaya devam etme eğilimi ise ağın çıktı (hedef) değişkenini vermektedir.

YSA için kullanılan değişkenler ve kategorik değişkenlerin “değişken şıkları” Tablo 1’de gösterilmektedir.

Tablo 1. YSA için Girdi ve Çıktı Değişkenleri

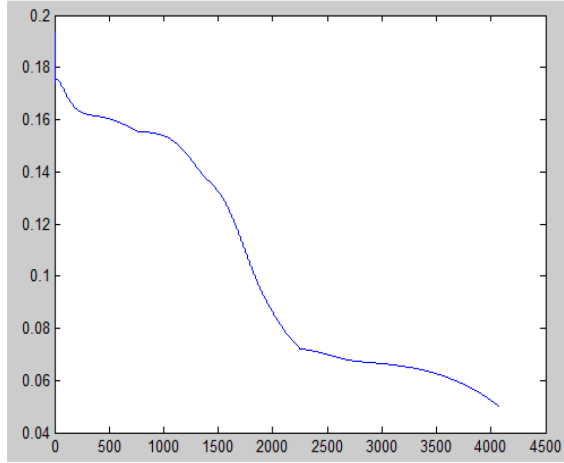
Girdi Değişkenleri	
Cinsiyet	Kadın, Erkek
Yaş	15 altı, 15-24, 25-34, 35-44, 45-54, 55 üstü
Medeni durum	Evlü , Bekar, Dul, Boşanmış
Eğitim durumu	İlköğretim, Lise, Ön lisans, Lisans, Y.Lisans, Doktora
Ortalama aylık gelir (son 6 ayın ortalaması)	1000 altı, 1001-2000, 2001-3000, 3001-4000, 4000 üstü
GSM operatörü markası	A, B, C
GSM operatörü kullanım süresi	1 den az, 1-3 yıl, 3-5 yıl, 6 dan Fazla
Abonelik türü	Faturalı, Ön Ödemeli (Faturasız)
Ortalama aylık GSM gideri (son 6 ayın ortalaması)	Nümerik
Ortalama aylık konuşma süresi (dakika)	Nümerik
Ortalama aylık SMS/MMS sayısı	Nümerik
Çıktı (Hedef) Değişken	
Gelecekte aynı GSM operatörüyle devam etmeyi düşünüyorum.	-2: Kesinlikle katılmıyorum -1: Katılmıyorum 0: Ne katılıyorum ne katılmıyorum 1: Katılıyorum 2: Kesinlikle katılıyorum.

Oluşturulan YSA model ayrıntıları Tablo 2’de verilmiştir.

Tablo 2. YSA Model Ayrıntıları

<i>Eğitim Tipi</i>	:	Denetimli Öğrenme
<i>Fonksiyon Tipi</i>	:	Çok Katmanlı Algılayıcı
<i>Hata Düzeltme</i>	:	Geri Yayılım Algoritması
<i>Performans Fonksiyonu</i>	:	EKK (MSE)
<i>Gizli Katman Sayısı</i>	:	2
<i>Nöron Sayısı</i>	:	12
<i>Aktivasyon Fonksiyonu</i>	:	Lojistik Sigmoid Fonksiyonu
<i>Momentum Katsayısı</i>	:	0,5
<i>Öğrenme Oranı</i>	:	0,3- 0,4 - 0,5
<i>Ölçekleme</i>	:	Lineer Ölçekleme
<i>Hata</i>	:	Hata, 0,05’in altına düştüğünde eğitim durdurulur.

Ağın performans grafiği ise Şekil 1’de görülmektedir.



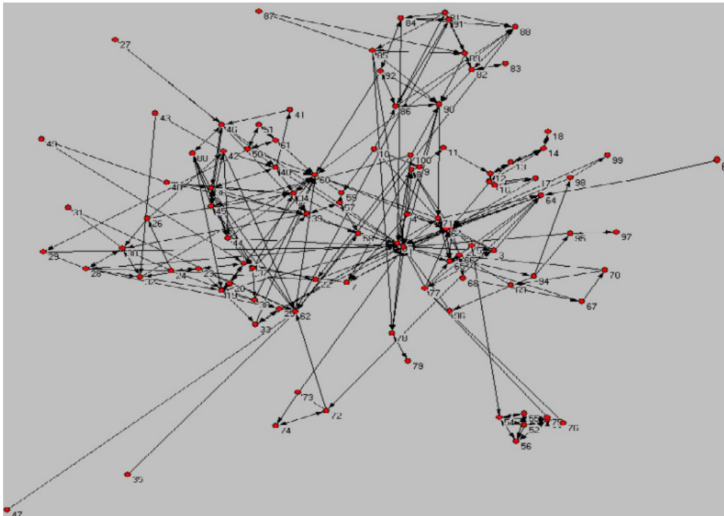
Şekil 1. Ağın Performans Grafiği

Şekil 1’den de görüldüğü gibi 4100. iterasyonda ağın hatası 0,05’in altına inmiştir. Özellikle sosyal bilimlerde yapılan araştırmalarda hatanın 0,05’inin altında olması veriler arasında anlamlı ilişkiler olduğunun açık bir göstergesidir. Bu, aynı zamanda ağın doğru tahminler yapabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla ağın eğitiminde gösterilmeyen örneklerin kayıp tahmini için de doğru tahminler vereceği ön görülmektedir.

Ağın tahmin sonuçları gerçek değerlerle karşılaştırılarak Ek 1’de verilmiştir.

Uygulamanın ikinci aşamasında müşteri kaybı değerleri tahmin edilen müşterilerin, gelen ve giden arama miktarları dikkate alınarak iletişim ağı oluşturulmuştur. Bu SA’daki önemli düğümler (otoriteler/ hublar) tespit edilmiş, ağın yoğunluğu ve SA merkezilik ölçüleri hesaplanmıştır.

Müşterilerin SA’daki görüntüleri Şekil 2’de gösterilmektedir.



Şekil 2. Sosyal Ağ Görüntüsü

Şekil 2’den de görüldüğü gibi ağda bazı düğümler (müşteriler) merkezi, bazıları ise çevresel konumdadır. SA görüntüsü incelendiğinde 2, 1, 60 ve 34. düğümlerin ağda daha merkezi konumda oldukları; 27, 35, 47 ve 63. düğümlerin ise ağ ile bağlantılarını sağlayan tek bir düğümün bulunduğu görülmektedir.

SA görüntüsü, ağ hakkında yaklaşık bir bilgi vermekle birlikte, detaylı analizinin yapılabilmesi için ağın önemli düğümlerinin ve merkezilik ölçülerinin bilinmesi gerekmektedir.

Ağdaki önemli düğümleri belirlemek için ağın hub ve otorite değerleri Pajek programı yardımıyla belirlenmiş ve en yüksek değere sahip ilk 10 düğüm Tablo 3’de gösterilmiştir. Ağın önemli düğümlerini gösteren hublar/ otoriteler sırasıyla 53, 6, 5, 2, 1, 60, 65 ve 71. müşterilerdir.

Tablo 3. Hublar ve Otoriteler (En Yüksek %10’luk Kısım)

	Birey No.	Hublar/ Otoriteler Değerleri		Birey No.	Hublar/ Otoriteler Değerleri
1	53	0.9746067	6	60	0.2013982
2	6	0.7949213	7	65	0.2009888
3	5	0.3893343	8	71	0.1000527
4	2	0.3499610	9	3	0.1000527
5	1	0.3408396	10	6	0.0960452

Ağın yoğunluğu ise 0.0334’dür ve bu, “ağın yoğunluğunun düşük olduğu” şeklinde yorumlanabilir. Ağın yoğunluğunun düşük olmasının sebebi, veriler elde edilirken bireylerin her birinin en sık arama yaptığı kişi sayısının 5 ile sınırlandırılmasıdır. Diğer bireylere ulaşmanın kolaylaştırılması için yapılan bu sınırlama ağda, bir kişinin en fazla 5 giden bağlantı sayısına sahip olduğu anlamını taşımaktadır.

Merkezilik ölçülerinden öncelikle derece merkeziliğine bakılacaktır.

Derece merkeziliği; girdi derece merkeziliği, çıktı derece merkeziliği ve tüm derece merkeziliğidir ve Tablo 4’de ayrı ayrı gösterilmektedir.

Tablo 4. Derece Merkezilikleri (En Yüksek % 10’luk Kısım)

	Birey No.	Girdi Derece Merkeziliği	Birey No.	Çıktı Derece Merkeziliği	Birey No.	Tüm Derece Merkeziliği
1.	1	0.2121212	1	0.0505051	1	0.1313131
2.	60	0.1616162	2	0.0505051	60	0.1010101
3.	2	0.1414141	60	0.0505051	2	0.0959596
4.	62	0.1010101	90	0.0505051	62	0.0757576
5.	93	0.0909091	65	0.0505051	93	0.0656566
6.	6	0.0909091	36	0.0505051	65	0.0656566
7.	65	0.0808081	3	0.0505051	6	0.0656566
8.	36	0.0808081	71	0.0505051	36	0.0656566
9.	34	0.0707071	90	0.0505051	90	0.0555556
10.	90	0.0606061	62	0.0505051	34	0.0555556

Tablo 4'te görüldüğü gibi girdi derece merkezilikleri en yüksek düğümler sırasıyla 1,60, 2, 62 ve 93 nolu düğümlerdir. Girdi derece merkezilikleri, bireylere gelen arama miktarlarının ölçüsüdür. Burada, özellikle çıktı derece merkeziliklerinin aynı değerler aldığı görülmektedir. Bunun nedeni bireylerin giden arama bilgilerinin 5 kişi ile sınırlanmasıdır. Ağda, giden arama sayıları 5 kişinin altında olan bireyler de bulunmaktadır ve dolayısıyla çıktı derece merkezilikleri 0,050'den daha düşüktür.

Ek 2'de ağdaki tüm düğümlerin (müşterinin) yakınlık ve arasındalık merkezilikleri verilmiştir. Ağda, en yüksek yakınlık ve arasındalık ölçülerine sahip düğümlerin %25'lik kısmı ve bu kısımda kalan düğümlerin yakınlık ve arasındalık değerleri Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5'de bireylerin yakınlık merkeziliklerine bakıldığında sırasıyla 2, 1, 60, 93 ve 71. düğümlerin en yüksek yakınlık derecesine sahip oldukları ve bu bireylerin bilgiye erişim gücünün diğer bireylere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Yakınlık merkeziliği en düşük düğümler ise sırasıyla 18, 56, 55, 52 ve 11. düğümlerdir ve bu düğümler ağın en uzak düğümleri olarak ifade edilmektedir.

Tablo 5. Yakınlık ve Merkezilik Dereceleri (En Yüksek %25'lik Kısım)

	Birey No.	Yakınlık Merkeziliği	Birey No.	Arasındalık Merkeziliği
1.	2	0.4562212	1	0.2368183
2.	1	0.4541284	2	0.1257430
3.	60	0.4361233	34	0.1210448
4.	93	0.4285714	65	0.0916815
5.	71	0.4177215	93	0.0897216
6.	65	0.3837209	39	0.0880609
7.	34	0.3822394	60	0.0820503
8.	64	0.3822394	36	0.0817102
9.	90	0.3764259	45	0.0631901
10.	3	0.3735849	62	0.0629212
11.	44	0.3721805	66	0.0564787
12.	77	0.3721805	19	0.0519654
13.	62	0.3707865	30	0.0504833
14.	46	0.3586957	94	0.0501958
15.	25	0.3574007	77	0.0448877
16.	6	0.3523132	6	0.0440247
17.	40	0.3485915	71	0.0437975
18.	88	0.3473684	80	0.0417210
19.	22	0.3461538	64	0.0415670
20.	36	0.3461538	15	0.0355551
21.	33	0.3449477	40	0.0351758
22.	29	0.3437500	37	0.0342013
23.	19	0.3402062	32	0.0341887
24.	28	0.3402062	72	0.0336736
25.	7	0.3390411	90	0.0322904

Bireylerin arasındalık merkeziliklerine bakıldığında ise sırasıyla 1, 2, 34, 65 ve 93. düğümlerin en yüksek arasındalık derecesine sahip oldukları görülmektedir ve bu, bireylerin ağda daha yüksek derecede köprü görevi gördükleri şeklinde yorumlanabilir. Yüksek arasındalık ölçüsüne sahip olan bireylerin, yüksek derecede aktif olan anahtar oyuncular olduğu ve bu bireylerle yüksek dereceden bağlantılar kurulduğu anlamını taşır. Çünkü yüksek arasındalık değerine sahip aktörler, farklı grupları bağlama rolü oynamakta ve “aracı” niteliğinde bulunmaktadır.

Ağda, 20 düğümün (4, 5, 13,...) arasındalık merkeziliği sıfırdır. Bu ilgili düğümlerin, hiç bir ikili düğümün yolu üzerinde bulunmadığı anlamını taşımaktadır.

Bu çalışma ile telekomünikasyon piyasasında müşteri kaybı tahmini yapılmıştır. Daha sonra müşterilerin her biri ağın düğümlerini ve müşterilerin birbirlerini arama miktarları ağın bağlantı değerlerini göstermek üzere iletişim ağı incelenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında, telekomünikasyon piyasasında kaybedilme riski taşıyan abonelerin tahminini veren YSA sonuçları dikkate alınarak, iletişim ağındaki bazı müşterilerin SA'daki etkinlikleri şu şekilde incelenebilir:

- Ağın hem önemli (hublar/ oteritelere göre) hem de güçlü (merkezilik ölçülerine göre) düğümleri arasında yer alan 1 nolu müşterinin kaybedilme riski -1,6118 olarak tahmin edilmiştir ve bu değer kaybedilmeye en yakın müşteri grubuna işaret etmektedir. Arasındalık merkeziliği en yüksek yani ağın ikili düğümlerinin yolları arasında en fazla bulunan müşteri olduğu düşünüldüğünde, kaybedilmesi durumunda, kaybı diğer müşterilere en kolay ve en hızlı (yakınlık merkeziliğinden dolayı) yayacak ve zincirleme kaybı başlatacak müşteri olacaktır. Ağda bu kadar güçlü olan 1 nolu müşterinin firmaya sağladığı gelire dayalı kazanca bakıldığında ise ortalama bir müşteriden daha az gelir getirdiği görülmektedir (bkz. Ek 3). Bu nedenle firmanın 1 nolu müşteriye (ve bu değer aralıklarına sahip diğer müşterilere) uygulayacağı pazarlama stratejisi, hem kaybedilme riskinin fazlalığından hem de ağdaki gücünden dolayı birinci dereceden öneme sahiptir. Özellikle 39, 45 ve 65 nolu müşterilerin de ağda, 1 nolu müşteri konumunda oldukları görülmektedir.

- Ağın hem önemli hem de güçlü diğer bir düğümü ise 2 nolu müşteridir. 2 nolu müşterinin kaybedilme riski düşüktür (1,1662) yani yakın zamanda kaybedilmesi beklenmemektedir. 1 nolu müşterinin analizinde bahsedilen sebepler geçerli olmak üzere, 2 nolu müşteriye sunulan hizmetlerin sürekliliği önem kazanmaktadır. 2 nolu müşterinin, 1 nolu müşteride olduğu gibi, ağdaki etkinliğinin tersine firmaya sağladığı gelirin ortalamasının çok altında hatta minimum değere yakın olması dikkat çekmektedir. 36, 60 ve 62 nolu müşterilerin de ağda etkin oldukları ve kaybedilme riski taşımadıkları görülmektedir.

- Ağın merkezilik ölçülerinin her biri yüksek olan düğümlerden biri de 93 nolu müşteridir. 93 nolu müşterinin kaybedilme riski 0,4924 olarak tahmin edilmiştir. Bu değer, müşterinin firmayı değiştirip değiştirmeme konusunda bir fikrinin olmadığı ya da kararsız olduğu durumu göstermektedir. Yine ağdaki zincirleme bir sürece yapacağı olumlu ya da olumsuz katkı göz önünde bulundurulduğunda 93 nolu müşteri, özel pazarlama stratejilerinin uygulanmasını gerektiren müşteri grubuna girmektedir. İlgili müşterinin de ortalama aylık GSM ödeme tutarına bakıldığında, firma için etkili müşterinin firmaya en çok karı getiren müşteri olmadıkları görülmektedir. Özellikle 66 nolu müşteri de ağda benzer konuma sahiptir.

- Ağın en düşük merkezilik derecelerine sahip düğümlerine bakıldığında ise 18, 27, 47 ve 63. nolu müşteriler dikkat çekmektedir. Bu müşterilerin YSA tahmin sonuçlarının sırasıyla 0,4886, 0,7421, 0,9410 ve -1,2511; firmaya sağladıkları aylık ortalama gelirlerin ise sırasıyla 100, 30, 80 ve 85 TL olduğu görülmektedir. Ortalama değerler incelendiğinde yine müşterilerin ağdaki etkinliğinin gelirle orantılı olmadığı gözlemlenmektedir.

6. Sonuç ve Öneriler

Müşterileri elinde tutma, sadece en iyi ve faydalı müşterileri rakiplerden korumak değil, aynı zamanda onlar arasındaki ilişki ve bağlantıları sürdürmek ve böylece hizmet kullanımını ve buna bağlı geliri korumaktır. Müşterinin değeri belirlenirken ilişki yapıları esas alınmalıdır. Çünkü müşterilerin değeri kişisel davranışlarından çok etki faktörlerine bağlıdır. Müşterinin etkisi ne kadar büyükse değeri de o kadar yüksek olur. Bağlantılar ve başka müşterilere atfedilen göreceli değerler sonuçta müşterinin değerini oluşturur. Müşteri kaybı gibi bir zincir olayında tüm yapıyı anlamak ve sadece yüksek değerli düğümleri değil, bağlantılara atanan tüm yapıyı korumak zorunlu olmaktadır³⁹. Bu noktadan hareketle, makale kapsamında kayıp tahmini yapılan müşterilerin iletişim ağı yapısına bakılmıştır.

Bu çalışma ile bireylerin karakteristik özelliklerinin müşteri kaybını belirlemede önemli olduğu ancak tek başına yeterli olmadığına altı çizilmiştir. Çünkü telekomünikasyon ağlarında bazı müşterilerin, bireysel katkılarından daha çok bağlantıları ve ilişkileri nedeniyle şirkete katkıları çok daha yüksek olabilmektedir. Müşteri kaybının zincirleme etkiye sahip olduğu düşünüldüğünde, SA'daki güçlü ve merkezi düğümlerin belirlenmesinin kaybın artmasını engellemede önemli bir yöntem olacağı öngörülmektedir. Böylelikle kitlesel müşteri kaçışlarını önleyerek, gelir kaybindan kurtulmak mümkün olabilecektir.

Makale; telekomünikasyon dışında bankacılık sektörü gibi müşteri kaybının önemli olduğu tüm sektörlerde uygulanacak tahmin yöntemlerinin bir adım daha ileriye götürülmesi, müşterilerin oluşturduğu SA'nın analiz edilerek kayıpta etkili müşterilerin ortaya çıkarılması ve kişisel etkileşimlerin dikkate alınması ile gelecek çalışmalara katkı sağlayabilecektir.

³⁹ Pinheiro ve Helfert, **Mixing...a.g.m.**, s. 956.

Kaynakça

- ELEKTRİK MÜHENDİSLİĞİ ODASI, Türkiye’de Telekomünikasyon Tarihçesi, 430. sayı, 2007, http://www.emo.org.tr/ekler/e52547a0e7bca35_ek.pdf?dergi=457 , Erişim Tarihi (13.11.2012).
- FERREIRA, Jorge B., Marley Verlasco, Marco Aurelio Pacheco ve Carlos Hall Barbosa ve diğerleri, “Data Mining Techniques on the Evaluation of Wireless Churn”, **European Symposium on Artificial Neural Networks**, 2004, s.483-488.
- GEPPERT, Carl, Customer Churn Management: Retaining High-Margin Customer with Customer Relationship Management Techniques, 2003, s.2-3. https://www.amr.kpmg.com/microsite/kpmgme/downloads/CHURN_02_26final.pdf, Erişim Tarihi (04.09.2012)
- GÜNGÖR, Müberra - Gökhan Evren, Mobil Numara Taşınabilirliği: Rekabete ve Tüketicilere Etkileri:Ardıl Düzenleyici Etki Analizi Çalışması, Sektörel Araştırma ve Stratejiler Dairesi Başkanlığı, Bilgi Teknolojileri ve İletişim Kurumu Raporu, 2010. http://www.nts.gov.tr/files/DEA_MNT_v4.pdf, Erişim Tarihi (29.10.2012).
- GÜRSAKAL, Necmi, **Sosyal Ağ Analizi**, Bursa, Dora Yayın, 2009.
- HAMELIN, Nicolas, Amani Nassali ve Talha Acar, “Determining Churn Drivers in Moroccan Telecom Sector”, **Journal of International Business Disciplines**, Volume 4, Issue 2, 2010, s.16-34.
- HANNEMAN, Robert A. ve Mark Riddle, Introduction to Social Network Methods, 2005, <http://faculty.ucr.edu/~hanneman/> Erişim Tarihi (19.10.2012).
- HAYKIN, Simon, **Neural Networks and Learning Machines**, 3.ed., New Jersey, Pearson Education, 2009.
- HUNG, Shin-Yuan, David C. Yen ve Hsiu-Yu Wang , “Applying Data Mining to Telecom Churn Management”, **Expert Systems with Applications**, Volume 31, Issue 3, 2006, s.515-524.
- KARAÇUHA, Ertuğrul, Gökhan Özer, Ömer Arasıl ve Serkan Aydın, “Türk GSM Sektöründe Müşteri Sadakati, Memnuniyeti, Güven ve Değişirme Maliyeti Arasındaki Dinamik İlişkiler: Yapısal Denklem Modelleme Tekniği”, **İktisat, İşletme ve Finans Dergisi**, Cilt 19, Sayı 219, 2004, s.46-61.
- KİŞİOĞLU, Pınar - Y. İlker Topçu, “Applying Bayesian Belief Network Approach to Customer Churn Analysis:A Case Study on the Telecom Industry of Turkey”, **Expert Systems with Applications**, 38, 2011, s.7150-7157.
- KNOKE, David ve Song Yang, **Social Network Analysis**, 2. Baskı, Londra, Sage Publications, 2008.
- KOLACZYK, Eric D., **Statistical Analysis of Network Data Methods and Models**, Boston, Springer, 2009.
- LEWIS, Ted G., **Network Science: Theory and Applications**, New Jersey, John Wiley& Sons, Inc., 2009.
- MOZER, Michael C., Richard Wolniewicz, David B. Grimes, Eric Johnson ve Howard Kaus-hansky, “Churn Reduction in the Wireless Industry”, **Advances in Neural Information Processing Systems**, Volume 12, 2000, s.690-696.
- NEWMAN, M.E.J., **Networks : An Introduction**, New york, Oxford University Press, 2010.

OTTE, Evelien ve Ronald Rousseau, Social Network Analysis: A Powerful Strategy, Also for the Information Sciences, **Journal of Information Science**, 28/6, 2002.

ÖZTEMEL, Ercan, **Yapay Sinir Ağları**, İstanbul, Papatya Yayınları, 2006.

PINHEIRO, Carlos Andre Reis - Marus Helfert, "Mixing Scores from the Artificial Neural Network Analysis to Improve the Customer Loyalty", **IEEE Computer Society**, 2009, s.954-959.

ZURADA, Jacek M., **Artificial Neural Systems**, New york, West Publising Company, 1992.

EKLER

EK 1. YSA'nın Müşteri Tahmin Sonuçları

Birey No.	Gerçek Değerler	Ağın Tahmin Değerleri	Birey No.	Gerçek Değerler	Ağın Tahmin Değerleri	Birey No.	Gerçek Değerler	Ağın Tahmin Değerleri
1	-2	-1,6118	35	1	1,1622	69	1	1,4096
2	1	1,1662	36	1	1,2161	70	0	0,4016
3	-1	-0,6792	37	0	0,9891	71	0	0,4338
4	1	0,9985	38	2	1,5013	72	1	1,193
5	1	1,2649	39	-1	-0,8329	73	1	0,8116
6	2	1,878	40	2	1,8349	74	1	1,1961
7	2	1,6931	41	0	0,1532	75	1	1,0418
8	0	0,0349	42	1	1,2532	76	1	1,0364
9	2	2,1010	43	1	0,9249	77	1	1,6379
10	2	2,1286	44	1	1,2265	78	2	1,6512
11	1	1,4154	45	-2	-1,5802	79	1	1,3464
12	1	1,5632	46	0	0,7748	80	1	1,0182
13	0	0,1409	47	1	0,9410	81	1	0,785
14	1	0,8952	48	1	0,6835	82	-1	-0,9798
15	1	1,3714	49	1	0,9695	83	2	1,7647
16	1	1,6224	50	1	0,9525	84	1	0,9525
17	1	1,1186	51	1	1,3097	85	1	1,0194
18	1	0,4886	52	1	1,0159	86	1	1,1066
19	0	0,2620	53	1	1,2594	87	0	-0,1978
20	0	0,5652	54	1	0,6599	88	2	1,6327
21	2	1,9042	55	0	0,6599	89	0	-0,0450
22	1	1,4165	56	2	1,6468	90	-1	-1,1427
23	1	1,7340	57	1	1,1555	91	1	0,2351
24	2	2,1327	58	0	0,3031	92	1	0,9067
25	0	0,8964	59	0	0,2775	93	0	0,4924
26	1	1,2411	60	2	1,5962	94	2	2,1606
27	1	0,7421	61	2	1,9784	95	1	0,8724
28	0	0,4367	62	1	0,9244	96	1	0,886
29	0	0,4648	63	-2	-1,2511	97	1	0,6129
30	1	1,1642	64	1	1,3042	98	1	0,6421
31	2	1,4091	65	-1	-0,7707	99	1	1,1141
32	0	0,8904	66	0	0,1732	100	-1	0,4470
33	1	1,775	67	1	1,0682			
34	0	0,4165	68	1	0,9904			

EK 2. SA Merkezilik Ölçüleri

Birey No.	Yakınlık Merkeziliği	Arasındalık Merkeziliği	Birey No.	Yakınlık Merkeziliği	Arasındalık Merkeziliği	Birey No.	Yakınlık Merkeziliği	Arasındalık Merkeziliği
1	0.4541284	0.2368183	35	0.2712329	0.0000000	68	0.2475000	0.0300282
2	0.4562212	0.1257430	36	0.3461538	0.0817102	69	0.2475000	0.0000000
3	0.3735849	0.0185095	37	0.3311037	0.0342013	70	0.2481203	0.0101354
4	0.3256579	0.0000000	38	0.3123028	0.0002834	71	0.4177215	0.0437975
5	0.3355932	0.0000000	39	0.3173077	0.0880609	72	0.3333333	0.0336736
6	0.3523132	0.0440247	40	0.3485915	0.0351758	73	0.3289037	0.0047069
7	0.3390411	0.0274361	41	0.2828571	0.0004984	74	0.2654155	0.0004169
8	0.3278146	0.0100870	42	0.3152866	0.0282163	75	0.2796610	0.0162338
9	0.2640000	0.0195023	43	0.2697548	0.0031397	76	0.2796610	0.0162338
10	0.3036810	0.0152903	44	0.3721805	0.0086571	77	0.3721805	0.0448877
11	0.2152174	0.0141921	45	0.3322148	0.0631901	78	0.3289037	0.0091967
12	0.2531969	0.0146685	46	0.3586957	0.0276901	79	0.2481203	0.0000000
13	0.2506329	0.0000000	47	0.2712329	0.0000000	80	0.3093750	0.0417210
14	0.2512690	0.0097403	48	0.2972973	0.0275176	81	0.2990937	0.0052601
15	0.3278146	0.0355551	49	0.2619048	0.0173109	82	0.3000000	0.0125661
16	0.2481203	0.0000000	50	0.3235294	0.0202209	83	0.2313084	0.0000000
17	0.3224756	0.0031952	51	0.3074534	0.0000000	84	0.3267327	0.0050906
18	0.2012195	0.0000000	52	0.2093023	0.0000344	85	0.3390411	0.0112384
19	0.3402062	0.0519654	53	0.2260274	0.0270391	86	0.3142857	0.0201167
20	0.2640000	0.0000000	54	0.2598425	0.0006528	87	0.2598425	0.0000000
21	0.3367347	0.0241689	55	0.2093023	0.0000687	88	0.3473684	0.0152832
22	0.3461538	0.0064844	56	0.2093023	0.0000344	89	0.2946429	0.0114047
23	0.2955224	0.0199782	57	0.2788732	0.0105477	90	0.3764259	0.0322904
24	0.2928994	0.0162853	58	0.3390411	0.0158491	91	0.2990937	0.0099979
25	0.3574007	0.0131789	59	0.3173077	0.0024905	92	0.3390411	0.0016705
26	0.2990937	0.0021508	60	0.4361233	0.0820503	93	0.4285714	0.0897216
27	0.2828571	0.0000000	61	0.3074534	0.0000000	94	0.3173077	0.0501958
28	0.3402062	0.0105976	62	0.3707865	0.0629212	95	0.3162939	0.0163884
29	0.3437500	0.0164213	63	0.2773109	0.0000000	96	0.3142857	0.0000000
30	0.2869565	0.0504833	64	0.3822394	0.0415670	97	0.2408759	0.0000000
31	0.2773109	0.0005335	65	0.3837209	0.0916815	98	0.3152866	0.0101010
32	0.3278146	0.0341887	66	0.3256579	0.0564787	99	0.3142857	0.0000000
33	0.3449477	0.0089689	67	0.2820513	0.0212372	100	0.3367347	0.0000000
34	0.3822394	0.1210448						

Ek 3. Müşterilerin Aylık GSM Giderleri

Birey No.	Aylık Fatura Tutarı	Birey No.	Aylık Fatura Tutarı	Birey No.	Aylık Fatura Tutarı
1	25	35	40	69	50
2	15	36	45	70	80
3	10	37	60	71	35
4	20	38	30	72	20
5	20	39	55	73	70
6	40	40	30	74	20
7	29	41	20	75	60
8	35	42	45	76	60
9	35	43	60	77	30
10	100	44	30	78	120
11	30	45	20	79	30
12	50	46	40	80	100
13	25	47	80	81	150
14	25	48	150	82	160
15	20	49	25	83	20
16	45	50	30	84	90
17	20	51	20	85	150
18	100	52	20	86	50
19	80	53	90	87	20
20	20	54	25	88	55
21	70	55	25	89	130
22	20	56	40	90	20
23	35	57	150	91	35
24	55	58	20	92	165
25	50	59	20	93	54
26	30	60	20	94	50
27	30	61	40	95	80
28	30	62	30	96	45
29	30	63	85	97	60
30	70	64	30	98	25
31	40	65	10	99	30
32	40	66	45	100	60
33	100	67	30		
34	150	68	100		