

APRİORİ ALGORİTMASI İLE ÖĞRENCİ BAŞARISI ANALİZİ

Büşra BÜYÜKTANIR

523618018

Marmara Üniversitesi

Teknoloji Fakültesi

Bilgisayar Mühendisliği

27.05.2020 Seminer Sunumu

Özet

Son yıllarda bilgisayar teknolojilerinin ilerlemesi ve dijital verilerin artması ile birlikte Veri Madenciliği kavramı büyük önem kazanmıştır.

Bu çalışmada da Veri Madenciliği tekniği kullanılarak öğrenci başarılarının analizi yapılmıştır.

Bu analizi yapmak için Veri Madenciliğinde, birliktelik kuralı çıkarım algoritmalarından biri olan Apriori algoritması kullanılmıştır.

Çalışmada kullanılan öğrenci bilgileri, Ibrahim Aljarah'ın 2015 yılında yayınlanan makale çalışmasında [1] yer alan verisetidir. Kaggle platformunda açık kaynak olarak paylaşılan veriseti mevcuttur [2].

Veri seti üzerinde gerekli dönüşümler yapılmış ve Apriori algoritması uygulanabilecek veri tipine çevrilmiştir.

Bu aşamadan sonra RStudio ortamında bir program hazırlanarak bilgisayar ortamından otomatik olarak kurallar üretilmiştir.


Veri Madenciliği Nedir?

Veri madenciliği; büyük miktarda veri içinden gelecekle ilgili tahmin yapmamızı sağlayacak bağıntı ve kuralların bilgisayar programları kullanarak aranmasıdır [3].

Veri madenciliği, temelde iki ana başlıkta incelenmektedir. Birincisi, elde edilen örüntülerden sonuçları bilinmeyen verilerin tahmini için kullanılan tahmin edici (Predictive) diğeri ise eldeki verinin tanımlanmasını sağlayan tanımlayıcı (Descriptive) dır [4].

Veri madenciliği modellerini gördükleri işlevlere göre ise üç ana başlık altında incelemek mümkündür. Bunlar;

- Sınıflama ve Regrasyon,
- Kümeleme,
- Birliktelik kuralları ve Ardışık zamanlı örüntüler [5].



Veri madenciliği ve bilgi keşfi, bilimden mühendisliğe, tıp alanlarından eğitime bir çok alanda ve bilhassa ticari hayatta yeni uygulamalar kazandıran bir disiplin olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmada; son birkaç yılda büyük ilgi gören eğitimsel veri madenciliği [6] üzerinde çalışılmıştır.

Veri madenciliği algoritmalarından Apriori'nin eğitim alanında nasıl kullanılabileceği konusunda örnek bir çalışma yapılmış ve sonuçları gözlenmiştir.

Çalışmada kurulan model ile ortaya çıkan bilgi sonucu, kurumların öğretme yöntemlerini ve öğrenme sürecini geliştirmelerine yardımcı olmak, öğrencilerin de performansını arttırmak hedeflenmektedir.

Birliktelik Kuralı Nedir?

Birliktelik kuralları, işlemlerden oluşan ve her bir işlemin de elemanlarının birlikteliğinden oluştuğu düşünülen bir veri setinde, bütün birliktelileri tarayarak, sık tekrarlanan birliktelikleri veri setinden ortaya çıkarmaktır [7].

Birliktelik kuralları verilen veri seti içindeki elemanlar arasındaki ilginç kuralları ve bir zaman aralığında sıklıkla gerçekleşen olayları bulmaya çalışmaktadır.

Birliktelik kuralı, öğreticisiz öğrenme sistemlerinde yerel örüntü bulma işleminin en yaygın şeklidir. Bu yöntem ile, veri seti üzerindeki ilginç örüntüler bulunmaktadır.

Uygulama Alanları

- Market Sepeti Analizi
- Çapraz Pazarlama
- Promosyon Analizi
- Katolog ve Yerleşim Düzeni

Uygulanan Sektörler

- Eğitim
- Tıp
- Mühendislik
- Finans
- Telekom
- Pazarlama
- Bankacılık ve Sigorta
- E-Ticaret

Birliktelik kurallarının kullanıldığı en tipik örnek market sepeti uygulamasıdır.

Market sepeti verisi üzerinde birliktelik kurallarının kullanılması, ilk olarak 1993 yılında ortaya çıkartılmıştır [8].

Bu çalışmada, marketlerdeki büyük veritabanları kullanılarak, birliktelik kuralları uygulandığında, bir arada alınma olasılığı yüksek olan ürünlerin ortaya çıkarılabileceği gösterilmiştir.

Örneğin, bilgisayar alan kişilerin %60'ının, yazıcı da alması birliktelik kuralı ile bulunabilecek bir bilgidir.

Bu örnekte, bilgisayar kuralın ön kısmı, yazıcı ise sonuç kısmıdır ve bu kural aşağıdaki denklemdeki gibi gösterilir.

Bu kurallara göre, pazarlama politikaları geliştirilebilir, mağazalardaki raflar veya ürün sayfaları bu bilgilere göre düzenlenir.

Destek - Güven

Destek ve güven ifadeleri, birliktelik kurallarında kullanılan ölçütlerdir.

Birliktelik kuralı analizinde, kural indirgemesi yapılırken, verilen destek ve güven değerlerine göre, analiz yapılmaktadır.

Birliktelik Kuralında, öğeler arasındaki bağıntı, destek ve güven kriterleri ile hesaplanır. Destek kriteri, veride öğeler arasındaki bağıntının ne kadar sık olduğunu, güven kriteri ise Y öğesinin hangi olasılıkla X öğesi ile beraber olacağını söyler. İki öğenin birlikteliğinin önemli olması için hem destek, hem de güven kriterinin olabildiğince yüksek olması gerekmektedir [5].

Bir veri kümesinin tüm veri setinde bulunma yüzdesi, veri kümesinin destek değeri olarak adlandırılmaktadır.

Destek değeri

$X \Rightarrow Y$ gibi bir birliktelik kuralında destek değeri aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Destek}(X \Rightarrow Y) = \frac{\text{X ile Y'nin bir arada yer aldığı kayıtların sayısı}}{\text{Toplam kayıt sayısı}}$$

$X \Rightarrow Y$ gibi bir kuralda %c oranındaki güven değeri ise; tüm veri setinde X'in var olduğu kayıtların %c' sinde Y' nin de var olduğunu göstermektedir.

Güven değeri

$X \Rightarrow Y$ gibi bir birliktelik kuralında güven değeri ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Güven}(X \Rightarrow Y) = \frac{\text{X ile Y'nin bir arada yer aldığı kayıtların sayısı}}{\text{X'nin yer aldığı kayıtların sayısı}}$$

Örnek

Transaction ID	Items Bought
2000	A,B,C
1000	A,C
4000	A,D
5000	B,E,F

minimum support 50%,

minimum confidence 50%,

- $A \Rightarrow C$ (50%, 66.6%)(1/2, 2/3)
- $C \Rightarrow A$ (50%, 100%)

Destek ve Güven Değerleri

Başka bir ifadeyle; $X \Rightarrow Y$ kuralındaki destek değeri, veri kümesindeki $P(XUY)$ olasılığı yani X ve Y elemanının bir veri kümesinde birlikte bulunma olasılığıdır.

Güven değeri ise, $P(Y|X)$ olasılığı yani veri kümesinde X 'in bulunma durumunda Y 'nin bulunma olasılığı olarak gösterilmektedir.

Birliktelik Kuralı Algoritmaları

Literatürde birliktelik kuralı çıkaran değişik algoritmalar bulunmaktadır.

- Apriori
- Carma
- Sequence
- GRI
- Eclat
- FP-Growth
- ve diğerleri


Apriori Algoritması, birliktelik kuralı çıkarım algoritmaları içerisinde en fazla bilinen algoritmadır [8].

Apriori Algoritması Nedir?

Literatürde birliktelik kurallarını bulmak için en çok kullanılan algoritma, Apriori algoritmasıdır.

Apriori algoritması tekrarlı çalışan bir algoritmadır.

Algoritma, sık tekrar eden eleman kümelerini oluşturabilmek için minimum destek değerini ölçüt olarak kullanmaktadır ve birçok kez veri seti taranır . Sık tekrarlanan eleman kümesinin alt kümeleri de sık tekrar edilmelidir. Eğer $\{AB\}$ tekrarlanan eleman kümesi ise, hem $\{A\}$ hem de $\{B\}$ Sık tekrarlanan eleman olmalıdır.



Eker ve takım arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada [9], Apriori algoritmasının çalışma prensibi detaylı olarak anlatılmıştır. Ayrıca bu konuda Türkiye'deki örnek çalışmalardan bahsedilmiştir.

Çalışmada Kullanılan Veri Seti

- *Students' Academic Performance Dataset (xAPI-Edu-Data)* [2] isimli veri seti, elektronik öğrenme sisteminden (Kalboard 360) veriler toplanarak oluşturulmuştur.
- Veri seti 480 öğrenci kaydı ve 16 özellikten(Attributes)oluşmaktadır.
- Özellikler üç ana kategoriye ayrılır:
 - 1) Cinsiyet ve milliyet gibi demografik özellikler.
 - 2) Eğitim aşaması, Sınıf Düzeyi ve bölüm gibi akademik özellikler.
 - 3) Davranışsal özellikler.
- Veri seti iki eğitim dönemi boyunca toplanmıştır.
Birinci dönem 245 öğrenci kaydı, ikinci dönem 235 öğrenci kaydı alınmıştır.

- İlkokul, ortaokul ve lise gibi farklı seviye düzeylerinde bulunan öğrenciler bulunmaktadır.
- Veri setinde 14 farklı ülkeden (örneğin Kuveyt, Ürdün, Irak vb.) 305 erkek ve 175 kız öğrenci bulunmaktadır.
- Öğrencilerin devamsızlık günlerinin kontrol edildiği davranışsal özellik mevcuttur.
- Eğitim sürecinde ebeveynlerin davranışları da eğitim kümesinde yer almaktadır. (*Parent Answering Survey - Parent School Satisfaction*)
- Bu özelliklere göre öğrencilerin başarı düzeyleri “düşük”, “orta” ve “yüksek” olmak üzere üç kategoride sınıflandırılmaktadır.
 - Düşük Seviye: aralık 0 ila 69 arasındaki değerleri içerir.
 - Orta Düzey: aralık 70 ila 89 arasındaki değerleri içerir.
 - Yüksek Seviye: aralık 90-100 arasındaki değerleri içerir.

Özellikler / Attributes

Cinsiyet/Gender - öğrencinin cinsiyeti (*nominal*: 'Erkek' veya 'Kadın')

Uyruk/Nationality - öğrencinin uyruğu (*nominal*: "Kuveyt", "Lübnan", "Mısır", "Suudi Arabistan", "ABD", "Ürdün", Venezuela ", " İran " "Tunus", " Fas ", " Suriye ", " Filistin ", " Irak ", " Lybia ")

Doğum yeri/Place of birth - öğrencinin doğum yeri (*nominal*: "Kuveyt", "Lübnan", "Mısır", "SaudiArabia", "ABD" "Ürdün", Venezuela ", " İran ", " Tunus ", " Fas ", " Suriye ", " Filistin ", " Irak ", " Lybia ")

Eğitim Aşaması/Educational Stages - öğrencinin eğitim seviyesi (*nominal*: "ilk okul", ortaokul ", " lise ")

Derece Seviyeleri/Grade Levels - öğrencinin sınıf derecesi (*nominal*: 'G-01', 'G-02', 'G-03', 'G-04', 'G-05', 'G-06', 'G-07 ', ' G-08 ' 'G-09 ', ' G-10 ', ' G-11 ', ' G-12 ')

Sınıf Şubesi/Section ID - öğrencinin şubesi (*nominal*: "A", "B", "C")

Konu/ Topic - ders konusu (*nominal*: 'İngilizce', 'İspanyolca', 'Fransızca', 'Arapça', 'BT', 'Matematik', 'Kimya', 'Biyoloji', 'Bilim', 'Tarih' 'Kuran ', ' Jeoloji ')

Dönem/Semester - öğretim yılı dönemi (*nominal*: 'İlk', 'İkinci')

Öğrenciden sorumlu ebeveyn/Parent responsible for student - (*nominal*: "anne", "baba")

Parmak Kaldır/Raise hand - öğrenci sınıfta elini kaç kez kaldırır (*sayısal*: 0-100)

Ziyaret edilen kaynaklar/Visited resources - öğrenci bir ders içeriğini kaç kez ziyaret etti (*sayısal*: 0-100)

Duyuruları görüntüleme/Viewing announcements - öğrenci yeni duyuruları kaç kez kontrol eder (*sayısal*: 0-100)

Tartışma grupları/Discussion groups - öğrenci tartışma gruplarına kaç kez katılır (*sayısal*: 0-100)

Veli Yanıtlama Anketi/Parent Answering Survey - ebeveynlerin anketlere katılımı (*nominal*: 'Evet,' Hayır')

Veli Okul Memnuniyeti/Parent School Satisfaction - velinin okuldan memnuniyeti derecesi (*nominal*: 'Evet', 'Hayır')

Öğrenci Devamsızlık Günü/Student Absence Days - her öğrenci için devamsızlık günü sayısı (*nominal*: 7'nin üzerinde, 7'nin altında)

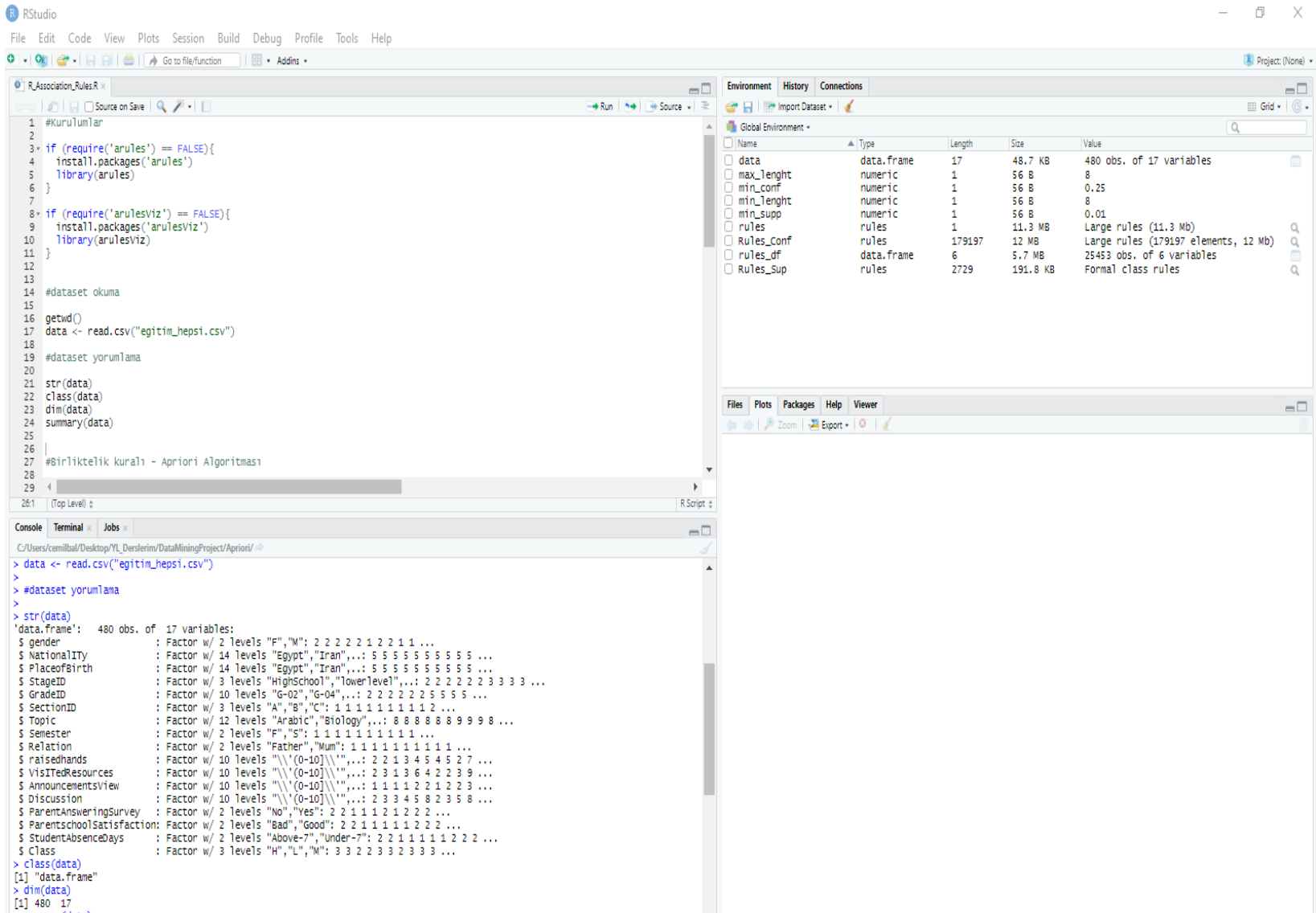
Uygulama

Öğrencilerin özellikleri ve başarı düzeyleri arasındaki ilişkileri keşfetmek için yapılan bu çalışma R Studio ortamında geliştirilmiştir. (Resim1)

Apriori algoritmasını uygulamak için veri kümesi formatı değiştirildi.

İlginç kuralları keşfetmek için minimum destek değeri deneysel olarak 0,01 olarak belirlenmiştir.

Uygulama kodları GitHub platformunda paylaşılmıştır.
[10]



Resim 1. R Studio Uygulama Ekran Görüntüsü

	lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1]	{NationalITY=Lybia}	=> {Class=L}	0.01250000	1.0000000	3.7795276	6
[2]	{PlaceofBirth=Lybia}	=> {Class=L}	0.01250000	1.0000000	3.7795276	6
[3]	{AnnouncementsView=\'(90-100)\'}	=> {Class=H}	0.02083333	0.9090909	3.0729834	10
[4]	{VisITedResources=\'(0-10)\'}	=> {Class=L}	0.10833333	0.8253968	3.1196100	52
[5]	{VisITedResources=\'(40-50)\'}	=> {Class=M}	0.02500000	0.8000000	1.8199052	12

	lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1]	{PlaceofBirth=Lybia,ParentschoolSatisfaction=Good}	=> {Class=L}	0.01250000	1.0000000	3.7795276	6
[2]	{PlaceofBirth=Iraq,Topic=Arabic}	=> {Class=H}	0.01250000	1.0000000	3.380282	6
[3]	{VisITedResources=\'(80-90)\',StudentAbsenceDays=Above-7}	=> {Class=M}	0.05000000	0.9600000	2.183886	24
[4]	{raisedhands=\'(0-10)\',AnnouncementsView=\'(0-10)\'}	=> {Class=L}	0.06875000	0.8684211	3.282221	33
[5]	{PlaceofBirth=Palestine,ParentAnsweringSurvey=Yes}	=> {Class=H}	0.01250000	0.6000000	2.0281690	6
[6]	{NationalITY=Tunis,StudentAbsenceDays=Under-7}	=> {Class=M}	0.01041667	0.6250000	1.4218009	5

	lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1]	{NationalITY=Lybia, PlaceofBirth=Lybia, Discussion=\'(0-10)\'}	=> {Class=L}	0.01250000	1	3.779528	6
[2]	{Semester=S, AnnouncementsView=\'(90-100)\', Discussion=\'(80-90)\'}	=> {Class=H}	0.01041667	1	3.380282	5
[3]	{AnnouncementsView=\'(90-100)\', Discussion=\'(80-90)\', ParentAnsweringSurvey=Yes}	=> {Class=H}	0.01041667	1	3.380282	5
[4]	{PlaceofBirth=Jordan, VisITedResources=\'(40-50)\', StudentAbsenceDays=Under-7}	=> {Class=M}	0.01041667	1	2.274882	5
[5]	{gender=M, Semester=S, VisITedResources=\'(40-50)\'}	=> {Class=M}	0.01041667	1	2.274882	5

Resim 2. İkili, Üçlü ve Dörtlü Birliktelik Kuralları

	lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1]	{PlaceofBirth=Jordan, SectionID=A, ParentAnsweringSurvey=Yes, ParentschoolSatisfaction=Bad}	=> {Class=M}	0.01041667	1.0000000	2.274882	5
[2]	{StageID=lowerlevel, SectionID=A, ParentschoolSatisfaction=Bad, StudentAbsenceDays=Under-7}	=> {Class=M}	0.01041667	1.0000000	2.274882	5
[3]	{raisedhands='\'(0-10)\', ParentAnsweringSurvey=No, ParentschoolSatisfaction=Bad, StudentAbsenceDays=Above-7}	=> {Class=L}	0.07500000	0.9729730	3.677378	36
[4]	{Semester=F, AnnouncementsView='\'(0-10)\', ParentAnsweringSurvey=No, StudentAbsenceDays=Above-7}	=> {Class=L}	0.06041667	0.9666667	3.653543	29
[5]	{gender=F, raisedhands='\'(80-90)\', ParentAnsweringSurvey=Yes, StudentAbsenceDays=Under-7}	=> {Class=H}	0.03125000	0.9375000	3.169014	15
[6]	{gender=M, GradeID=G-02, ParentAnsweringSurvey=No, StudentAbsenceDays=Above-7}	=> {Class=L}	0.06041667	0.9354839	3.535687	29
[7]	{gender=F, SectionID=A, VisITedResources='\'(90-100)\', ParentAnsweringSurvey=Yes}	=> {Class=H}	0.03125000	0.9375000	3.169014	15
	lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1]	{PlaceofBirth=Jordan, StageID=MiddleSchool, Semester=F, VisITedResources='\'(80-90)\', StudentAbsenceDays=Above-7}	=> {Class=M}	0.01041667	1	2.274882	5
[2]	{gender=F, Nationality=Jordan, raisedhands='\'(80-90)\', ParentschoolSatisfaction=Good, StudentAbsenceDays=Under-7}	=> {Class=H}	0.02291667	0.9166667	3.098592	11
[3]	{raisedhands='\'(0-10)\', AnnouncementsView='\'(0-10)\', Discussion='\'(0-10)\', ParentAnsweringSurvey=No, StudentAbsenceDays=Above-7}	=> {Class=L}	0.02291667	0.9166667	3.464567	11

Resim 3. Beşli ve Altılı Birliktelik Kuralları

lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1] {gender=F, NationalITY=lebanon, PlaceOfBirth=lebanon, Semester=S, Relation=Mum, ParentAnsweringSurvey=Yes}	=> {Class=H} 0.01041667	1	3.380282	5	
[2] {gender=M, NationalITY=KW, PlaceOfBirth=KuwaIT, Topic=IT, Relation=Father, VisITEDResources='\'(0-10]\'}	=> {Class=L} 0.03750	0.9	3.401575	18	
[3] {StageID=lowerlevel, GradeID=G-02, Topic=French, Relation=Mum, VisITEDResources='\'(90-100]\'', ParentAnsweringSurvey=Yes}	=> {Class=H} 0.01875	0.9	3.042254	9	
lhs	rhs	support	confidence	lift	count
[1] {gender=F, NationalITY=lebanon, PlaceOfBirth=lebanon, Semester=S, Relation=Mum, ParentAnsweringSurvey=Yes, StudentAbsenceDays=Under-7}	=> {Class=H} 0.01041667	1	3.380282	5	
[2] {StageID=MiddleSchool, GradeID=G-08, SectionID=A, Topic=History, Relation=Father, VisITEDResources='\'(80-90]\'', ParentschoolSatisfaction=Good}	=> {Class=M} 0.01041667	1	2.274882	5	
[3] {NationalITY=Lybia, PlaceOfBirth=Lybia, Relation=Mum, VisITEDResources='\'(0-10]\'', Discussion='\'(0-10]\'', ParentAnsweringSurvey=No, StudentAbsenceDays=Above-7}	=> {Class=L} 0.01250000	1	3.779528	6	


Resim 4. Yedili ve Sekizli Birliktelik Kuralları

Sonuç

Resim 2, Resim 3, Resim 4 'de, yüksek güven değerlerine sahip ilişkilendirme kuralını listelemektedir.

Resimdeki kuralları incelediğimizde, özellikler arasındaki ilişkileri görebiliriz.

Örneğin, bir kurala göre, “Öğrencinin derse katılımı düşükse VE dersle ilgili duyuruları takip etmiyorsa VE öğrencinin ebeveyni okul anketine cevap vermiyorsa VE öğrenci tartışma gruplarına katılmıyorsa VE öğrencinin 7’den fazla devamsızlığı varsa >> öğrenci başarı seviyesi düşüktür ”.



Genel olarak, aileleri tarafından ilgilenilmeyen ve 7 günden fazla devamsızlığı olan öğrencilerin düşük bir başarı düzeyine sahip oldukları sonucuna varılabilir.


Aksine, başarılı öğrencilerin ailelerinin kendileriyle ilgilendiği ve bu öğrencilerin 7 günden az devamsızlık gösterdiği görülmektedir.

Derslere katılımın önemi belirginleşmiştir.

Kız öğrencilerin derslere katılımlarında başarılı oldukları, ve erkek öğrencilerin kız öğrencilere göre başarısızlıklarını gösteren daha fazla kuralı vardır.

Order	RULES	CONF
1	gender=M, Relation=Father, ParentAnsweringSurvey=No, ParentschoolSatisfaction=Bad, StudentAbsenceDays=Above-7 ==> Success=L	0.88
2	gender=F, Relation=Mother, ParentschoolSatisfaction=Good, StudentAbsenceDays=Under-7 ==> Success=H	0.85
3	StudentAbsenceDays=Under-7, Success=H, ParentschoolSatisfaction=Good ==> ParentAnsweringSurvey=Yes	0.84
4	Relation=Father, ParentschoolSatisfaction=Bad ==> ParentAnsweringSurvey=No	0.81
5	SectionID=A, ParentschoolSatisfaction=Bad ==> ParentAnsweringSurvey=No	0.85
6	SectionID=A, ParentAnsweringSurvey=Yes, Relation=Mother ==> ParentschoolSatisfaction=Good	0.97
7	ParentAnsweringSurvey=No, Relation=Father, Success=L ==> ParentschoolSatisfaction=Bad	0.91
8	SectionID=A, ParentAnsweringSurvey=Yes, StudentAbsenceDays=Under-7 ==> ParentschoolSatisfaction=Good	0.93
9	SectionID=A, StudentAbsenceDays=Under-7, Success=H ==> ParentschoolSatisfaction=Good	0.9
10	SectionID=A, ParentschoolSatisfaction=Good, Success=H ==> StudentAbsenceDays=Under-7	1
11	Relation=Mother, ParentschoolSatisfaction=Good, Success=H ==> StudentAbsenceDays=Under-7	0.99
12	gender=F, Success=H ==> StudentAbsenceDays=Under-7	0.97
13	ParentschoolSatisfaction=Bad, Success=L ==> StudentAbsenceDays=Above-7	0.89
14	gender=M, Relation=Father, Success=L ==> StudentAbsenceDays=Above-7	0.88
15	gender=F, ParentschoolSatisfaction=Good ==> StudentAbsenceDays=Under-7	0.83

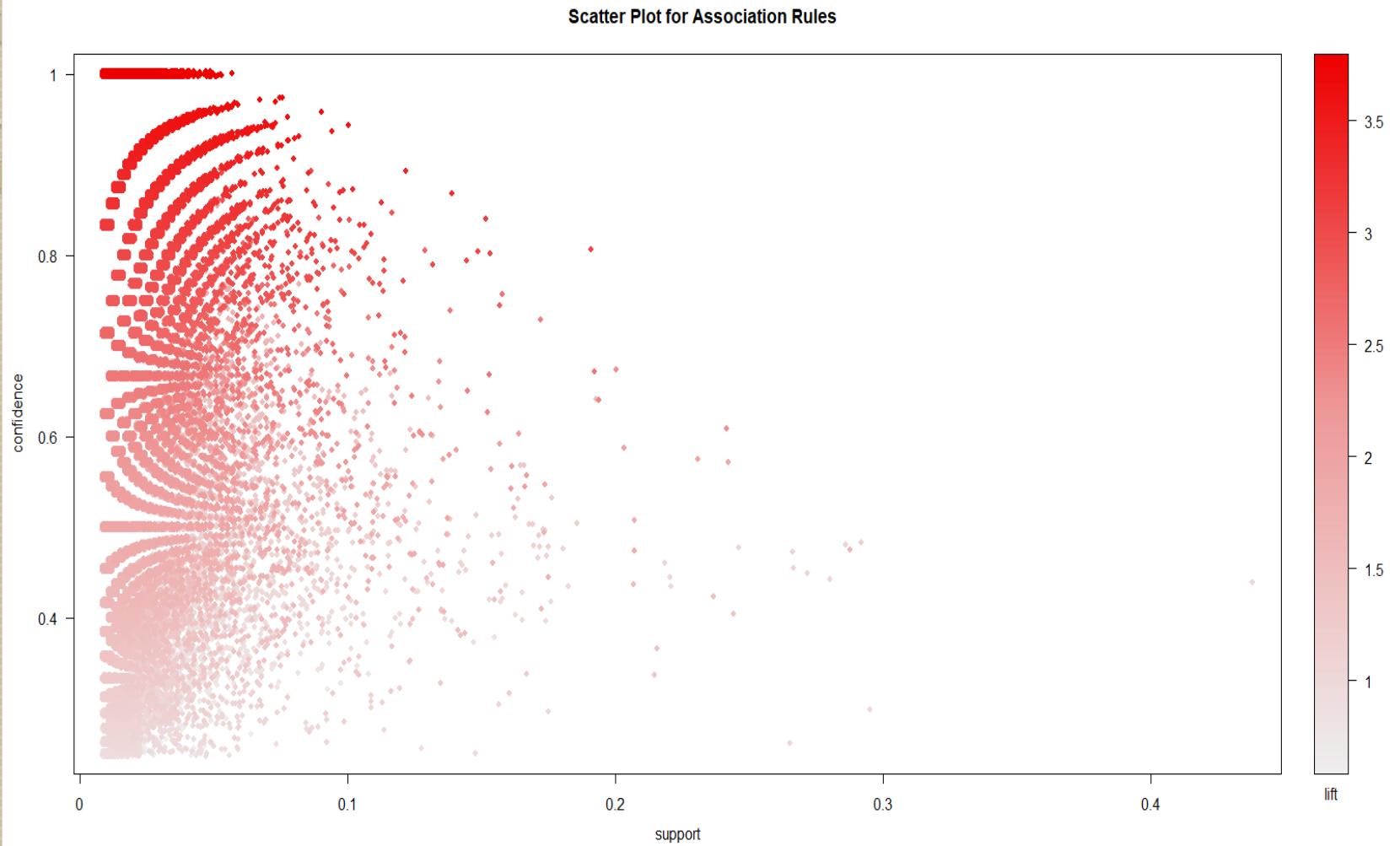
Resim 5. Uzel ve Takım Arkadaşlarının Yaptığı Çalışmadaki Birliktelik Kuralı Sonucu [11]



Resim 5’de Uzel ve takım arkadaşlarının yaptığı çalışmadaki birliktelik kuralı sonucu mevcuttur. [11]

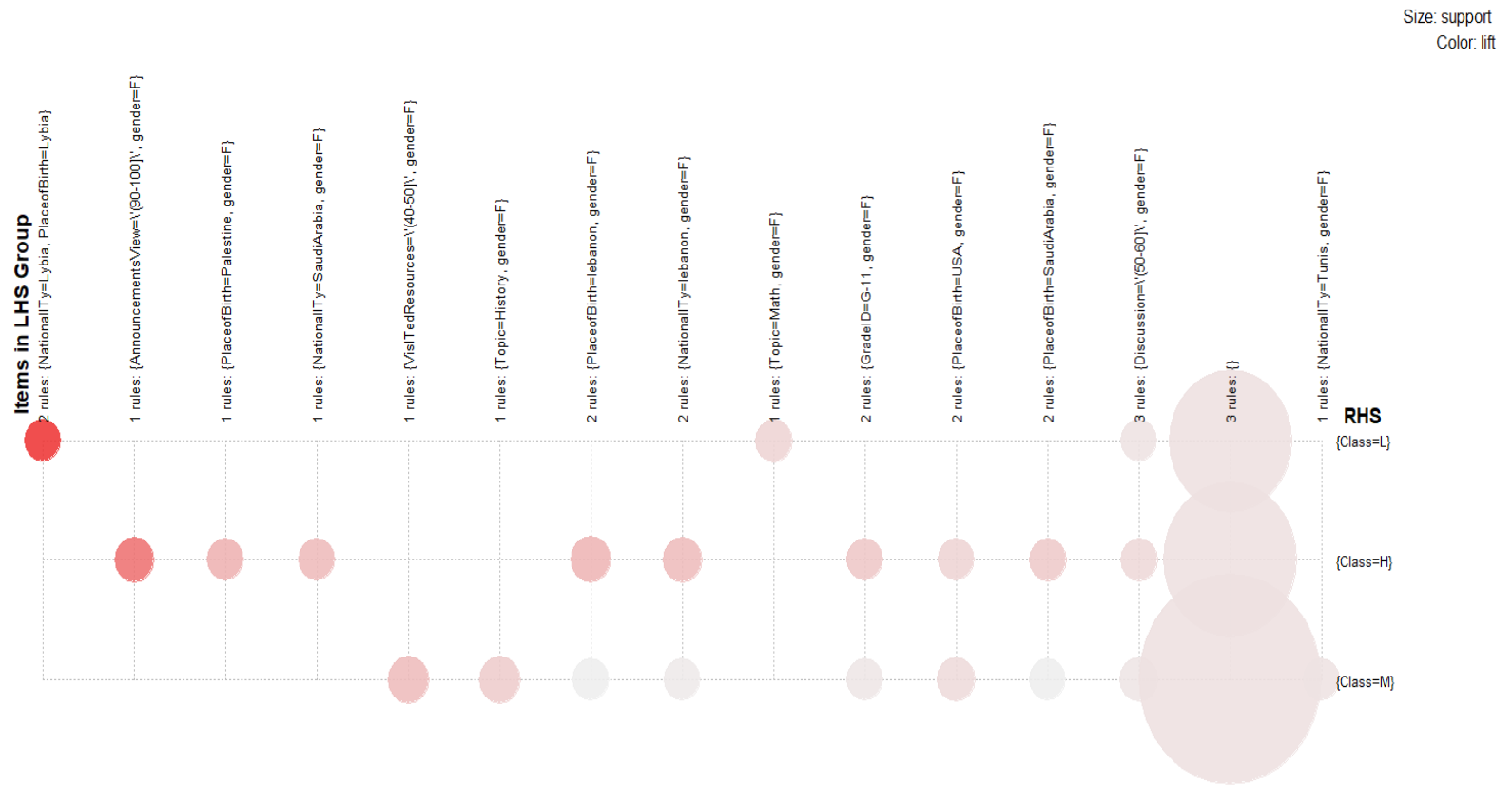
İlgili çalışma da en yüksek güven değerlerine sahip ilk 15 ilişki listelenmiştir.

Resim 6 ve Resim 7’de R Studio’da birliktelik sonuçlarının görselleştirilmiş hali mevcuttur.



Resim 6. Scatter Plot for Association Rules

Grouped Matrix for 25 Rules



Resim 7. Grouped Matrix for 25 Rules

Referanslar

- [1] Amrieh, Elaf Abu, Thair Hamtini, and Ibrahim Aljarah. "Preprocessing and analyzing educational data set using X-API for improving student's performance." *2015 IEEE Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies (AEECT)*. IEEE, 2015.
- [2] <https://www.kaggle.com/aljarah/xAPI-Edu-Data>
- [3] Alpaydın, Ethem. "Zeki veri madenciliği: Ham veriden altın bilgiye ulaşma yöntemleri." *Bilişim 2000 Eğitim Semineri* (2000).
- [4] Akpınar, Haldun. "Veri tabanlarında bilgi keşfi ve veri madenciliği." *İÜ İşletme Fakültesi Dergisi* 29.1 (2000): 1-22.
- [5] KARABATAK, Murat, and Melih Cevdet İNCE. "APRIORI ALGORİTMASI İLE ÖĞRENCİ BAŞARISI ANALİZİ." (2004).
- [6] Tekin, Ahmet, and Zeynep Öztekin. "EĞİTSEL VERİ MADENCİLİĞİ İLE İLGİLİ 2006-2016 YILLARI ARASINDA YAPILAN ÇALIŞMALARIN İNCELENMESİ." *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama* 8.2: 108-124.
- [7] Agrawal, Rakesh, and John C. Shafer. "Parallel mining of association rules." *IEEE Transactions on knowledge and Data Engineering* 8.6 (1996): 962-969.
- [8] Agrawal, Rakesh, Tomasz Imieliński, and Arun Swami. "Mining association rules between sets of items in large databases." *Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD international conference on Management of data*. 1993
- [9] Eker, M. Emin, Recai Oktaş, and Gökhan Kayhan. "Apriori Algoritması ve Türkiye'deki Örnek Uygulamaları." *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun* (2015).
- [10] https://github.com/BusraOzer/AssociationRules_Appriori
- [11] Uzel, Vahide Nida, Sultan Sevgi Turgut, and Selma Ayşe Özel. "Prediction of Students' Academic Success Using Data Mining Methods." *2018 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU)*. IEEE, 2018.



TEŞEKKÜRLER