

*Вахиди Н., Исмаилова Р.А.***ЧЕКЕНЕ СЕКТОРУНДА ЭЛЕКТРОНДУК СООДА ҮЧҮН АПРИОРИ
АЛГОРИТМИ АРКЫЛУУ АССОЦИАЦИЯ ЭРЕЖЕЛЕРИН ТАБУУ***Вахиди Н., Исмаилова Р.А.***РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛИЗА
ПРАВИЛ АССОЦИАЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ
В СЕКТОРЕ РОЗНИЧНОЙ ТОРГОВЛИ***N. Wahidi, R. Ismailova***ASSOCIATION RULE MINING ALGORITHM IMPLEMENTATION
FOR E-COMMERCE IN THE RETAIL SECTOR**

УДК: 004.042

Онлайн соода аянтчаларынын өсүшү жана рыноктук технологиялардын өнүгүшүнөн ылайым бизнес өз кардарларынын жүрүм-турумун талдоо жүргүзүүгө мажбур кылды. Сатып алуу транзакцияларынын топтомун чоң берилиштерди түзгөндүктөн, бизнес-процестерин талдоодо берилиштерди казып алуу (data mining) алгоритмдери акыркы учурда абдан бат өнүгүүдө. Бул изилдөө бизнес кирешесин, тейлөө сапатын жана кардарлардын канааттануусун жогорулатуу үчүн Кыргыз Республикасындагы сатып алуучулардын жүрүм-турумун талдоо максатын көздөйт. Талдоо априори алгоритмин колдонуу менен аткарылган. Натыйжаларга ылайык, алгоритм 118 эрежени түзүү менен продукциялардын ортосундагы бекем байланыштарды ачып, 61,06%га чейин продукцияны керектөөнүн ортосундагы байланышты көрсөттү. Ошентип, изилдөө, соода бүтүмүнүн маалыматтарынын ичиндеги баалуу түшүнүктөрдү ачууда ассоциация эрежесин казып алуунун маанисин баса белгилейт. Бул түшүнүктөр маркетингдик максаттуу аракеттерди, инвентаризацияны башкарууну жана кардарлардын тажрыйбасын өркүндөтүүнү жана кардарлардын каалоолорун канааттандыруу үчүн бизнес стратегияларын оптималдаштырууну маалымдайт, акырында чекене сектордогу өсүштү жана атаандаштыкка жөндөмдүүлүктү камсыздайт.

Негизги сөздөр: ассоциация эрежеси, инкременттик ыкма, маалыматтарды казуу, априори алгоритми, чекене сектор, талдоо, жасалма интеллект.

Рост платформ онлайн-торговли и развитие маркетинговых технологий заставили бизнес анализировать поведение своих клиентов. Алгоритмы интеллектуального анализа данных для анализа бизнес-процессов в последние годы развиваются очень быстро, поскольку совокупность транзакций покупки представляет собой большой набор данных. Целью данного исследования является анализ поведения покупателей в Кыргызской Республике с целью повышения доходов бизнеса, качества обслуживания и удовлетворенности клиентов. Анализ проводился с использованием априорного алгоритма. По результатам алгоритм выявил сильную корреляцию между созданием 118 правил и продуктами, показав корреляцию между потреблением продуктов до 61,06%. Таким образом, исследование подчеркивает ценность анализа ассоциативных правил для выявления ценной информации в данных транзакций. Эти идеи используются для таргетинга маркетинга, управления запасами, улучшения качества обслуживания клиентов и оптимизации

бизнес-стратегий для удовлетворения предпочтений клиентов, что в конечном итоге способствует росту и конкурентоспособности в секторе розничной торговли.

Ключевые слова: правила ассоциации, инкрементальный анализ, интеллектуальный анализ, алгоритм априори, розничный сектор, анализ, искусственный интеллект.

The growth of online trading platforms and the development of marketing technologies have forced businesses to analyze the behavior of their customers. Data mining algorithms for business process analysis have been developing very rapidly in recent years because the purchasing transactions are mostly represented as large data sets. The purpose of this study is to analyze consumer behavior in the Kyrgyz Republic in order to increase business income, quality of service and customer satisfaction. The analysis was carried out using an a priori algorithm. Based on the results, the algorithm generated 118 rules which revealed strong connections between items and showed up to 61.06% relationship between the consumption of products, suggesting a connection among the considered items. The study highlights the value of association rule mining for identifying valuable information in transaction data. These insights can be used to target marketing, manage inventory, improve customer experience, and optimize business strategies to meet customer preferences, ultimately driving growth and competitiveness in the retail sector.

Key words: association rule, incremental mining, data mining, Apriori algorithm, retail sector, analysis, artificial intelligence.

Кириш. Маалымат технологияларынын өнүгүүсү соода жайларынын өсүшү үчүн абдан пайдалуу механизмдерди алып келүүдө. Дээрлик ар бир уюм же интернетте көрсөтүлгөн же электрондук соода аркылуу өз ишин алып барууда. Мындан тышкары, уюмдар, кардарлар жана алардын бизнесинин өсүшү үчүн абдан пайдалуу болгон бизнес операциялары жөнүндө маалыматтарды чогултат. Бирок, мындай маалымат топтомдорунда ар дайым толук болбогон, белгисиз маалыматтар бар.

Ишканалар үчүн баалуу жана пайдалуу маалыматтарды алуу үчүн ар кандай маалыматтарды казып алуу (data mining) ыкмалары бар. Толук толтурулбай калган маалыматка келсек, чоң базанын репозиторийинен белгисиз маалымат бөлүктөрүн алуу үчүн

маалыматтарды казып алуу ыкмаларынын комплекси колдонулат. Транзакциялар базаларынан белгисиз маалыматты алуу үчүн эң маанилүү жана белгилүү маалыматтарды казып алуу ыкмаларынын бири Ассоциация эрежесин казып алуу (Association Rule Mining - ARM) болуп саналат. ARM чоң транзакциялар топтомдорундагы объекттердин ортосундагы кызыктуу байланыштарды аныктоо үчүн жооптуу болгон машиналык үйрөнүүнүн (machine learning - ML) компоненти болуп саналат. Ассоциация эрежелери белгилүү бир элементтердин кантип жана эмнеден улам байланышканын жана бул байланыштардын мүнөздөмөлөрүн аныктайт [1].

Ассоциация эрежелерин казып алуу тарыхы Agrawal тарабынан жазылган теориялык негизден башталган. Ал ошондой эле Apriori алгоритми деп аталган биринчи ассоциация эрежесин табуу алгоритми сунуштаган [2]. Ошондон бери ал билимди ачуу жаатындагы эң популярдуу изилдөө багыттарынын бири болуп калды [3]. Ассоциация эрежелерин казып алуу чөйрөсү убакыттын өтүшү менен өнүгүп жаткандыктан, анын алгоритмдери алардын негизги методологияларында олуттуу өзгөрүүнү байкашкан. Алгач ARM алгоритмдердин көбү, FPM (Frequent Pattern Mining - көп жолуккан үлгү казып алуу) жана Eclat сыяктуу детерминисттик ыкмаларга таянган [4, 5, 6, 7]. Бул детерминисттик ыкмалар категориялык жана сандык өзгөрмөлөрдүн ичиндеги ассоциацияларды ачууда алгачкы жетишкендиктерге жол ачкан жана бул изилдөө багытына туруктуу таасирин калтырган.

Ал эми бул изилдөөбүздүн максаты – ассоциациянын эрежелерин колдонуу менен рыноктун себетине талдоо жүргүзүү. Бул максатка жетүү үчүн биз 2020-жылга чейин Бишкек шаарында жайгашкан бир канча дүкөндөн алынган маалымат топтомун колдонубуз. Бул маалымат топтому керектөөчүлөр тарабынан жасалган 50 жеке өнүм сатып алуулары боюнча кеңири маалыматты камтыйт. Талдоодо Apriori алгоритмин колдонулган, жана бул алгоритм Python программалоо тили аркылуу ишке ашырылган.

Методология. Себет анализи (basket analysis, о.э. себеттин рыноктук анализи же жакындык анализи деп аталат) – бул керектөөчүлөрдүн сатып алуу жүрүм-турумун аныктоо үчүн бизнес тарабынан колдонулган ыкма болуп саналат. Ал схемаларды жана мамилелерди аныктоо үчүн керектөөчүлөр чогуу сатып алган нерселерди талдоону камтыйт. Бул анализ, чекене сатуучуларга продукцияны жайгаштыруу, кайчылаш сатуу жана жарнамалоо ыкмалары боюнча эффективдүү стратегияларды түзүүгө жардам берет.

Бул изилдөөнүн негизги максаты жогоруда аталган факторлорду эске алуу менен ар кандай маалымат топтомдорунда априори алгоритмин кылдат текшерүү жана талдоо болуп саналат. Көптөгөн чеке-

не сатуучулар өнүмдөрдү ар кандай категорияларга бөлүштүрүү, чогуу сатып алынуучу өнүмдөрдү аныктоодогу татаалдыктарды таануу жана электрондук коммерция чөйрөсүндө так кардар профилдерин түзүү менен байланышкан кыйынчылыктарды билишет. Натыйжада, биздин ишибиз бул кыйынчылыктарды ийгиликтүү жеңе ала турган алгоритмдерди табууга жана көбүрөөк ийкемдүүлүк менен рекомендация системасын түзүүгө көмөктөшүүгө багытталган. Демек тактап айтканда, бул изилдөөнүн максаты – сунуштоочу системаларды жакшыртууда алардын мүмкүнчүлүктөрүн түшүнүү.

Априори алгоритми транзакциялар базасынан эң көп кездешкен продукция же элементтерди табат жана элементтердин ортосундагы ассоциация эрежелерин аныктайт. Ал алгач Agrawal жана Srikant [2] тарабынан киргизилген. Алгоритм этаптуу ыкма болуп саналат, маалымат базасында көп кездешүүчү $k + 1$ элементти (продукцияны) аныктайт, андан кийин бул элементтер менен кошо жогорку ыктымалдуулук менен сатылып алынган башка элементтер кездеше, аларды кошуп топтомду кеңейтет. Бул топтомдор ассоциация эрежеси деп аталат. Башкача айтканда, ассоциация эрежелери – элементтердин чоң топтомундагы кээ бир элементтердин ортосундагы статистикалык байланышты табууна багытталган маалыматтарды казып алуу ыкмасы болуп саналат. Мисалы, бир барганда кардар супермаркетте сатып алган буюмдардын топтому – бул ассоциация эрежеси. Бирок бул эрежелерди аныктоо үчүн колдоо босогосу жана ишеним деңгээли коюлат [8, 9]. Ассоциация эрежесин колдоо – бул табылган топтомдордун саны (б.а., чогуу сатылып алуучу продукциялардын базада канча жолу жолукканы), ал эми эреженин ишенимдүүлүгү – бул эреженин алгачкы топтом менен кошо жаңы кошулган элементти камтыган *кеңейтилген топтомдордун колдоосунун, алгачкы топтомдун колдоосу менен болгон катышы. Минималдуу колдоо жана ишеним деңгээли маанилүү эмес элементтерди жана эрежелерди чыпкалоо үчүн колдонулат.*

Баштапкы этапта биз колдоо босогосун тапкандык, жана алгоритм бул босогодон ашкан элементтердин топтомун аныктады. Эреже боюнча, биринчи тандоо жалгыз элементтерди камтыйт. Колдоо босогосунан төмөн түшкөн бардык элементтер жокко чыгарылат. Биринчи этаптан өткөн элементтер эки пункттан турган элемент кластерлерин түзөт. Бул кластерлеринин эсептелген колдоо маанилери да алгач аныкталган колдоо мааниси менен салыштырылат жана колдоо маанилери төмөн болгон кластерлер кайрадан жокко чыгарылат. Көп кездешкен кластерлери аныкталгандан кийин, эреже табуу процесси башталат. Алдын ала аныктоо үчүн колдоонун минималдуу мааниси, ошондой эле минималдуу ишеним мааниси коюлган.

ИЗВЕСТИЯ ВУЗОВ КЫРГЫЗСТАНА, № 4, 2023

Учурдагы изилдөө үчүн чекене сектордогу компаниянын 577730 эсеп-фактураларынан турган маалымат топтому колдонулган. Эсеп-фактура – кардардын сепетине түшкөн товарлардын көрсөткүчү. Эсеп-фактурада саптардын ар бир коллекциясы сатып алынган нерселердин көрүнүшү болуп саналат (1-сүрөт). Учурдагы берилиштер топтому 2020-ж. сатып алуу маалыматтарын камтыйт. Бул маалымат топтомундагы «TRANSACTION ITEM» – эсеп-фактура же продуктту сатып алган кардардын идентифи-

кациялык номери. Бул маалыматтарда болжол менен 7655 ар кандай кардарлардын сатып алуулары камтылган. «PRODUCT GROUP» бул чай, күрүч, шоколад жана сүт сыяктуу азыктардын категориясы. «ITEM ID» жана «Name» – продуктунун идентификациялоо номери жана аталышы; базада 242 уникалдуу продукт камтылган. 'DATE' – сатып алуу күнү, ал эми 'BRANCH' жана 'CITY' продукт сатып алынган аймакты көрсөтөт (1-сүрөт).

Index	TRANSACTION ITEM	PRODUCT GROUP	MONTH	ITEM ID	Name	DATE	BRANCH	CITY
504725	12001014064	1	11	10035000010000	Jsm Grn Tea 100Gr	27/11/20	1	BISHKEK
345306	12001022096	2	12	20023000050000	Coffee Cuba	4/12/20	2	OSH
367679	12001012497	1	3	10015960010000	Granul 100 GR	5/3/20	1	BISHKEK
140961	12001030663	1	7	10050500025000	pip fruit 250Gr	5/7/20	3	TALAS
310820	12001041781	1	8	10015960010000	Granul 100 GR	4/8/20	4	KARAKOL
429140	12001013062	1	1	10051500010000	pip fruit (spon)	3/1/20	1	BISHKEK
314981	12001051826	4	8	40000300035000	Chocolates 350Gr	12/8/20	5	NARYN
510066	12001014149	1	1	10010200010000	Protein 100 GR	4/1/20	1	BISHKEK
123081	12001010548	1	10	10050100010000	tropical fruit 100Gr	17/10/20	1	BISHKEK
354694	12001022339	1	10	10050100010000	tropical fruit 100Gr	16/10/20	2	OSH
282337	12001011554	1	10	10041300020000	Kids biscuit rfsyz)	28/10/20	1	BISHKEK

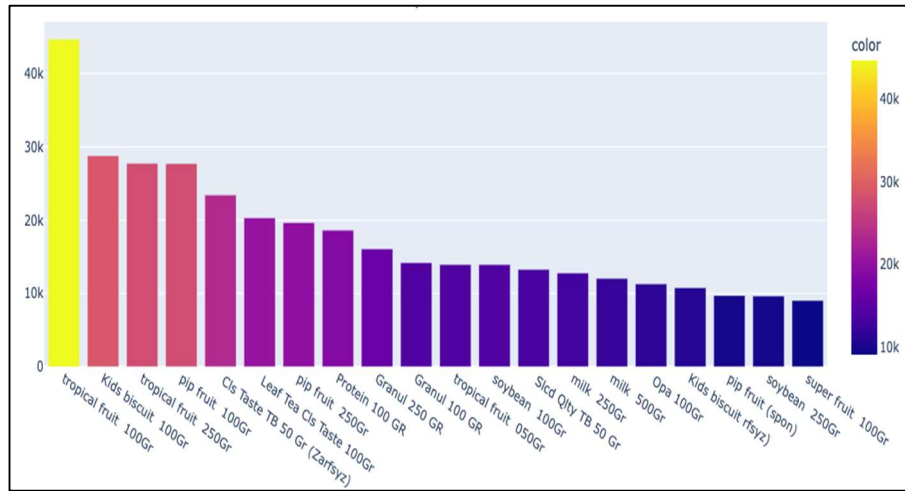
1-сүрөт. Рынок скрининг талдоо үчүн колдонулган чекене сектордогу транзакциялардын көрүнүшү.

Жыйынтык жана тартышуулар. Биздин изилдөөбүздүн алгачкы этабында CSV файлында сакталган маалымат топтомун биздин изилдөө программабызга импорттоо аркылуу алдын ала маалыматтарды талдоо жүргүзүлдү. Бул процесс Python программалоо тили менен бирге Pandas китепканасын колдонуу аркылуу жеңилдетилген. Берилиштер топтомунун Argori алгоритмин колдонуу менен кийинки анализге ылайыктуулугун жогорулатуу үчүн ашыкча мамычалар алынып салынды.

Каралып жаткан маалымат топтому болжол менен 242 объекттен алынган сатуу операцияларын камтыган. Бул транзакциялар Кыргыз Республикасынын жети аймагында жайгакан шаарларды камтыган жана жалпысынан 7652 кардар тарабынан жасалган сатып алуулардан түзүлгөн. Мурда айтылгандай, биздин маалымат топтомубуз Кыргызстандын чоң жана орто шаарлардан топтолгон 577730 эсеп-фактурасы чогуу сатылып алуучу буюмдар тууралуу маалыматты камтыйт.

Алгачкы талдоодо, продукциянын түрлөрү боюнча сатуулардын бөлүштүрүүсү изилденген. Бул этаптын негизги максаты сатуу бүтүмдөрүндө олуттуу таралган буюмдардын арасында ассоциация эрежелерин аныктоо болгон. Бул максатка жетүү үчүн, маалымат топтомунда көрүнүктүү топтомдорду камтыган пункттар белгиленген.

Талдоо жыйынтыгы көрсөткөндөй, «Тропикалык жемиштер» эң көп сатылган продукт категориясы болуп, болжол менен 44 681 жолу сатылган (2-сүрөт). Башкача айтканда, 577730 жеткиликтүү буюмдардын арасында «Тропикалык жемиштер» эң көрүнүктүү продукт категориясы катары көрсөтүлгөнү аныкталды. Андан тышкары, талдоо натыйжасында, эң көп сатылган 20 продукция жалпы сатуунун 62% түзгөнүн аныкталган. Белгилей кетсек, алдыңкы 5 продукция өз алдынча жалпы сатуу көлөмүнүн 26%ын түзгөн.



2-сүрөт. Эң көп сатылган 20 продукция.

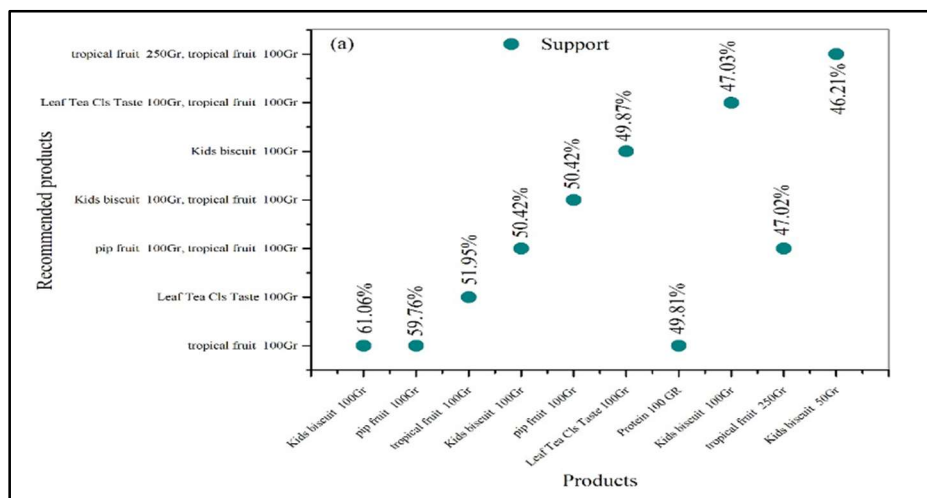
Бул айырмачылык биздин изилдөөбүздө эң чоң мааниге ээ, анткени ал биздин стратегиябызды сатып алууда эң чоң жыштыгына ээ болгон буюмдардын арасында гана ассоциация эрежелерин аныктоого негиз түзөт. Бул жыйынтыктардын негизинде, изилдөөнүн фокусун олуттуу популярдуулукка ээ болгон продукция тизмесине кыскартуу чечими кабыл алынды, анткени бул бизге базадагы элементтердин жалпы санын азайтууга жана талдоону тыгыз көзөмөлдөөгө мүмкүнчүлүк берди. Башкача айтканда, бул биздин маалымат топтомубуздагы ассоциациянын эрежелерин максаттуу жана натыйжалуу изилдөөгө көмөктөш болду.

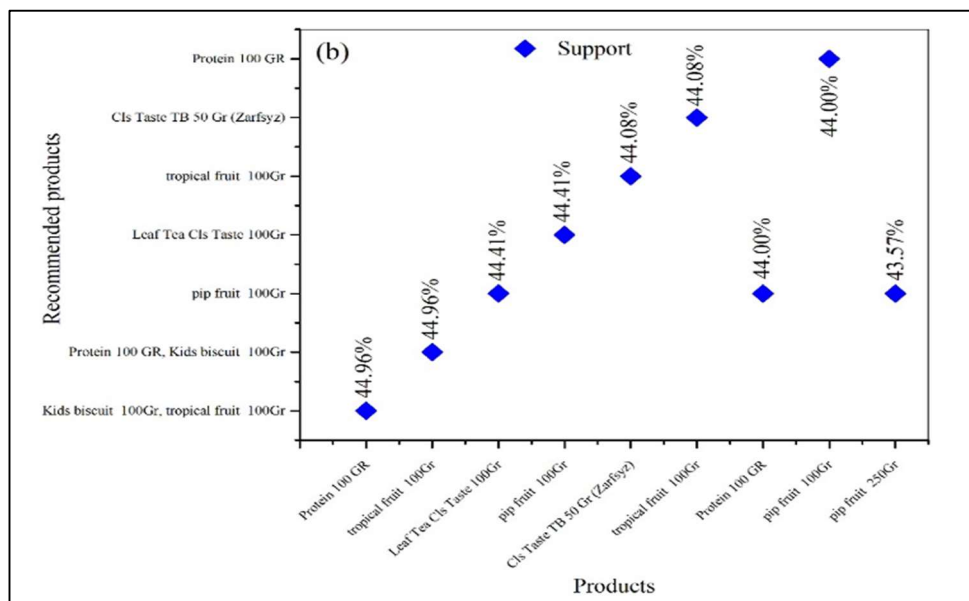
Ассоциация эрежелерин казып алуу контекстинде эки маанилүү параметр, атап айтканда, минималдуу колдоо жана минималдуу ишеним, бирикмелерди эсептөөдө жана ачууда негизги ролду ойнойру жогоруда да белгиленген. Бул параметрлер аналитиктерге ассоциация эрежелеринин тактыгын көзөмөлдөө үчүн сунушталган.

Ассоциациянын жогорку так эрежелерин көздө-

гөндө, минималдуу колдоо босогосу жана жогорку ишеним пайызы белгилениши керек. Тескерисинче, эгерде максат – төмөнкү деңгээлдеги тактык менен ассоциация эрежелерин алуу болсо, минималдуу колдоо жана ишеним параметрлери үчүн төмөнкү маанилерди коюуга болот. Тактап айтканда, колдоо маалымат базасында пайда болгон элементтердин айкалыштарынын пайызын билдирет, ал эми ишеним элементтердин ортосундагы бекем мамилелердин пайызын билдирет.

Изилдөөбүздүн алкагында биздин максатыбыз элементтердин ортосундагы бекем байланыштарды ачып берүүчү так ассоциация эрежелерин түзүү болгон. Ошого жараша биз колдоонун минималдуу босогосун 40% жана минималдуу ишеним деңгээлин 80% деп койдук. Бул параметр маанилери априори алгоритмин колдонуу аркылуу 118 эреженин генерациясын берди. 3-сүрөттө, эң жогорку колдоо баалуулуктары менен мүнөздөлгөн эң мыкты 20 эреженин визуалдык чагылдырылышын көрсөтүлмөкчү.

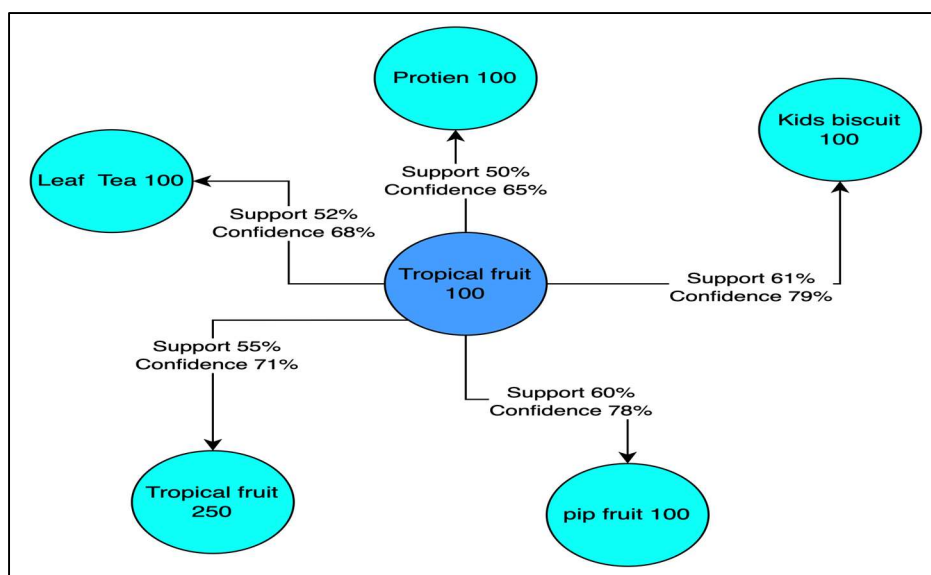




3-сүрөт (а-б). Жогорку колдоо пайыздарды көрсөткөн эң мыкты 20 продукция.

Ассоциация эрежесинин натыйжасы “эгерде x , анда y ” түрүндө берилет. Априори алгоритми тарабынан түзүлгөн ассоциация эрежелеринин биринен алынган натыйжалардын негизинде, 4-сүрөттө көрсөтүлгөндөй, «Тропикалык жемиш 100 гр» жана «Балдар печеньееси 100 гр» сатып алуунун ортосунда ассоциация бар экенин аныктоого болот. Тактап айтканда, бул эки продукциянын түзгөн ассоциация эрежесинин колдоосу 61% түзөөрү көрүнүп турат, демек бул эки продукция көп учурда чогуу сатылып алынат деген чечим чыгарсак болот. Кошумчалай кетсек, бул ассоциациянын ишеним тактыгы 79% менен өлчөнөт,

демек кардар «Тропикалык жемиш 100 гр» сатып алса, «Балдар печеньееси 100 гр» да сатып алуу ыктымалдыгы жогору экенин көрсөтүп турат. Ушундай эле ыктымалдуулук «Тропикалык жемиш 100 гр» жана «Белок 100 гр» пункттарында байкалган. Байланыш үчүн колдоо көрсөтүүнүн 50% пайызы бар экени көрүнүп турат, бул байланыштын статистикалык тактыгы 56% деңгээлинде аныкталды, бул «Тропикалык жемиш 100 гр» сатып алган кардарлар, «Белок 100 гр» продукциясын да сатып алууга даяр болушу мүмкүн дегенди билдирет.



4-сүрөт. Эң жогорку колдоого ээ болгон продукциялардын ортосундагы байланыш.

Корутунду. Бул изилдөөдө биз чекене секторлордо колдонулган сунуштоо системасынын потенциалдуу жакшыртууларын изилдөө үчүн Кыргыз Республикасынын жети аймагында жайгакан шаарларды камтыган, жана жалпысынан 7652 кардар тарабынан жасалган соода операцияларынын маалыматтарына терең талдоо жүргүздүк жана анын жалпы сапатын жогорулатууга ниеттендик. Априори алгоритмин колдонуу менен биз кардарлар көп сатып алган буюмдардын арасында баалуу ассоциация эрежелерин ачууну максат кылдык. Биздин изилдөөбүз кардарлардын жүрүм-турумун түшүнүүгө да, чекене соода тармагындагы бизнес стратегияларын оптималдаштырууга да көмөктөшкөн бир нече маанилүү түшүнүктөрдү берди.

Биздин изилдөөнүн натыйжалары ар түрдүү жана ар кандай маалымат булактарын интеграциялоо аркылуу сунуштар системасынын тактыгын жакшыртуу мүмкүнчүлүгүн көрсөтүп турат. Анткени бул түр натыйжалар чекене секторлордо иш алып барган уюмдарга кардарлардын чогуу сатып алган өнүмдөрүн текчелерге чогуу жайгаштыруу менен сатууну көбөйтүү үчүн продуктуну пландаштырууга мүмкүндүк берет, ошол эле учурда кардарлардын убактысын үнөмдөө менен кардарлардын канааттануусуна салым кошот [10].

Жыйынтыктап айтканда, биздин изилдөөбүз соода бүтүмүнүн маалыматтарынын ичиндеги баалуу түшүнүктөрдү ачууда ассоциация эрежесин казып алуунун маанисин баса белгилейт. Бул түшүнүктөр максаттуу маркетинг аракеттерин, инвентаризацияны башкарууну жана кардарлардын тажрыйбасын жакшыртууну маалымдай алат. Көп сатылып алынган буюмдардын ортосундагы мамилелерди түшүнүү жана колдонуу менен,

бизнес кардарлардын каалоолорун канааттандыруу үчүн стратегияларын оптималдаштыра алат, акырында чекене соода тармагында өсүштү жана атаандаштыкка жөндөмдүүлүктү камсыздай алат.

Адабияттар:

1. Fister Jr, I., Fister, I., Fister, D., Podgorelec, V., Salcedo-Sanz, S. A comprehensive review of visualization methods for association rule mining: Taxonomy, Challenges, Open problems and Future ideas. 2023. arXiv preprint arXiv:2302.12594.
2. Agrawal R., Srikant R. Fast algorithms for mining association rules. Proc. 20th int. conf. very large data bases, VLDB. 1994. №1215. С. 487-499.
3. Iváncsy, R., Kovács, F., Vajk, I. An Analysis of Association Rule Mining Algorithms. Proc. of Fourth International ICSC Symposium on Engineering of Intelligent Systems. 2004.
4. Borgelt C. An Implementation of the FP-growth Algorithm. In Proceedings of the 1st international workshop on open-source data mining: frequent pattern mining implementations. 2005. С. 1-5.
5. Soni H.K., Sharma S., Jain, M. Plausible characteristics of association rule mining algorithms for e-commerce. Third International Conference on Advances in Electrical, Electronics, Information, Communication and Bio-Informatics (AEEICB). IEEE. 2017. С. 36-39.
6. Zaki M.J. Scalable algorithms for association mining. IEEE transactions on knowledge and data engineering. 2000. №1 2(3). С. 372-390.
7. Özçakir F.C., ÇAMURCU, A.Y. Birlikteлик kuralı yöntemi için bir veri madenciliği yazılımı tasarımı ve uygulaması. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi. 2007. №6(12). С. 21-37.
8. Aggarwal C.C. and Aggarwal, C.C. Data classification, 2015. - 285-344. Springer International Publishing.
9. Giudici P. Applied data mining: statistical methods for business and industry. John Wiley & Sons. 2005.
10. Chen, Y.L., Tang, K., Shen, R.J., Hu, Y.H. Market basket analysis in a multiple store environment. Decision support systems. 2005. №40 (2). С. 339-354.