



შპს ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი
GEORGIAN AMERICAN UNIVERSITY, LLC

შპს ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი

ნინო მენაბდე

**ბიზნეს-სუბიექტის ზოგიერთი ეკონომიკური და ფინანსური
მაჩვენებლების კვლევა
(პროგნოზირება და მოდელირება თანამედროვე მეთოდებით)**

წარდგენილია ბიზნესის ადმინისტრირების დოქტორის აკადემიური ხარისხის
მოსაპოვებლად

შპს ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი

თბილისი 0175, საქართველო

2018 წელი

შპს ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი

2018 წელი

ავტორი:	ნინო მენაბდე
დასახელება:	ბიზნეს-სუბიექტის ზოგიერთი ეკონომიკური და ფინანსური მაჩვენებლების კვლევა (პროგნოზირება და მოდელირება თანამედროვე მეთოდებით)
ფაკულტეტი:	ბიზნესის სკოლა
აკად. ხარისხი:	დოქტორი
სხდომა:	დეკემბერი 2018 წ.

„ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემომოყვანილი დასახელების სადისერტაციო ნაშრომის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების უფლება მინიჭებული აქვს უნივერსიტეტს.

ნ. მენაბდე

ავტორის
ხელმოწერა

„ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებული საავტორო უფლებებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამეცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხისმგებლობას“.

მადლობა

წარმოდგენილი სადისერტაციო ნაშრომი არის ლოგიკური შედეგი იმ ცოდნისა და გამოცდილებისა, რაც წლების განმავლობაში შევიძინე ერთ-ერთ ყველაზე რეიტინგულ უნივერსიტეტში. განსაკუთრებით მინდა აღვნიშნო პროფესორი ზურაბ ციგროშვილი, ჩემი პირველი ხელმძღვანელი, არჩევულებრივი ადამიანი, საკუთარი საქმის საოცარი პროფესიონალი, რომელიც ასე დააკლდა ჩვენს უნივერსიტეტს.

დიდი მადლობა მინდა გადავუხადო პროფესორ ნანული ლაზრიევას, რომელმაც ძალ-ღონე და ენერჯია არ დაიშურა, სწორი რეკომენდაციები მოეცა თემაზე მუშაობის პერიოდში სტატისტიკური კვლევების მიმართულებით, რომელიც ჩემთვის შედარებით ნაკლებად შესწავლილი სფერო იყო.

სადოქტორო პროგრამის განმავლობაში პროფესორ ნანული ლაზრიევასგან შეძენილი ცოდნა და გამოცდილება საშუალებას მომცემს გავაგრძელო მეცნიერული კვლევები და გავაღრმავო ჩემი ცოდნა კვლევის ამ მიმართულებით.

რეზიუმე

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში საწარმოს ნორმალური ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია სამეურნეო პროცესების მართვასა და რეგულირებაში თანამედროვე მიდგომების გამოყენება. სწორ და ოპერატიულ მმართველობით გადაწყვეტილებას უდიდესი მნიშვნელობა აქვს საწარმოს ფინანსური მდგომარობისათვის. ეს გადაწყვეტილება უნდა ეფუძნებოდეს მრავალმხრივი კვლევის შედეგებსა და ანალიზს. ამ კვლევებს შორის მნიშვნელოვანია ფინანსური მდგრადობის დიაგნოსტიკისა და პროგნოზირების საკითხები. საწარმოს ფინანსურ მდგრადობაზე მრავალი ფაქტორი ახდენს გავლენას, რომელთა დაჯგუფება შესაძლებელია შიდა და გარე ფაქტორებად.

ეკონომიკური ანალიზი მეცნიერების დამოუკიდებელი დარგია თავისი კვლევის ობიექტით, კვლევის საგნით, გადასაწყვეტი ამოცანებით და შესაბამისი კვლევის მეთოდებით. ცნობილია, რომ ანალიზის ეკონომიკური (ტრადიციული), მათემატიკური და სხვა სპეციალური მეთოდებისა და მოდელების რიცხვი ძალიან დიდია, შესაბამისად რთულია სხვადასხვა პროცესების ადექვატური აღწერა; ოპტიმალური შედეგების მიღება როცა გვაქვს სხვადასხვა სახის განუსაზღვრელობები და არასრული ინფორმაცია წარსული პროცესების შესახებ.

თანამედროვე ეტაპზე მნიშვნელოვნად იზრდება მოთხოვნა, რომ შეფასდეს კომპანიის განვითარების შესაძლო მიმართულებები და პროგნოზირებულ იქნეს შესაძლო შედეგები. ამის მისაღწევად ანალიტიკურ კვლევებში გამოიყენება რთული ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდები. კომპანიის სამეურნეო-ფინანსური საქმიანობის ანალიზისათვის მოდელირების გამოყენება გულისხმობს თანამედროვე სტატისტიკურ მეთოდებს. ფინანსური ანგარიშგების წარსული მონაცემების საფუძველზე ხდება მომავალი მაჩვენებლების პროგნოზირება. ანალიტიკოსმა უნდა მიიღოს მაქსიმალური ინფორმაცია, რომელიც მან შეიძლება გამოიყენოს სხვადასხვა მიზნებისათვის, მათ შორის საწარმოს სიმძლავრეების გაზრდის ტემპების განსაზღვრისათვის, აუცილებელი დამატებითი ფინანსური რესურსების გაანგარიშებისათვის, ფინანსური ეფექტის პროგნოზირებისათვის.

სადისერტაციო ნაშრომის მიზანია გამოსაკვლევი ობიექტის ბიზნეს-ერთეულის საქმიანობის ეკონომეტრიკული ანალიზის საფუძველზე სხვადასხვა ფინანსური მაჩვენებლების პროგნოზირება, რომელიც საშუალებას მისცემს კომპანიას რაციონალურად მოიხმაროს საკუთარი შრომითი და ფინანსური რესურსები. პრობლემებისა და მათი გადაჭრის გზების უკეთ გაგებისა და ანალიზის მიზნით ჩვენს მიერ გაანალიზებულ იქნა ბიზნეს-სუბიექტის რამდენიმე წლის ფაქტიური ფინანსური მონაცემები, შესწავლილ იქნა ამ ბიზნეს-სუბიექტის ბიზნეს-გარემო, მისი საქმიანობა შეფასებულ იქნა საქართველოში პოტენციური კონკურენტების ბიზნეს-ინტერესების გათვალისწინებით.

შესწავლილ იქნა აგრო-სასურსათო სექტორის ის ნაწილი, რომელშიც ოპერირებს ბიზნეს-სუბიექტი, რამაც დაგვანახა, რომ მიუხედავად იმისა, რომ აგროსასურსათო სექტორში არ შეიძლება მნიშვნელოვანი ზრდის ტენდენცია, კონკრეტულად ის მიმართულება, რომელშიც ოპერირებს ჩვენ მიერ განხილული სუბიექტი წარმატებულია და მზარდია.

ნაშრომში ჩემს მიერ ჩატარებული კვლევისას ყურადღება გავამახვილე შემდეგ ძირითად საკითხებზე:

რომელი ფაქტორები ახდენს ზეგავლენას კომპანიის შემოსავლებზე, რომელიც განსაზღვრავს ზოგადად კომპანიის ფინანსურ სტაბილურობას.

როგორია ამ ფაქტორების ზეგავლენის ეფექტი და რამდენად არის შესაძლებელი ამ ფაქტორების წარსული მონაცემების საფუძველზე კომპანიის მომავალი ფინანსური მაჩვენებლების პროგნოზი.

რამდენად მნიშვნელოვანია კომპანიისთვის სწორი ფასწარმოქმნის და ფასდაკლების პოლიტიკის შემუშავება ბაზრის კონიუქტიურის გათვალისწინებით.

ჩატარებული კვლევის საფუძველზე მიღებულ იქნა რეგრესიული მოდელი, შეფასებულ იქნა მოდელის მნიშვნელოვნება, შემოწმებულ იქნა მოდელის პარამეტრები არსებითობაზე და დადგინდა მოდელის ადეკვატურობა. ჩატარებულ იქნა კორელაციურ-რეგრესიული ანალიზი, დადგინდა ფაქტორებს შორის კავშირის არსებითობა, გამოვლინდა ის ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც არსებით გავლენას ახდენენ შესწავლილ ფინანსურ მაჩვენებლებზე, შეფასებულ იქნა სხვადასხვა პროგნოზირების მეთოდების ეფექტურობა და გამოვლენილ იქნა ოპტიმალური მეთოდი საუკეთესო პროგნოზირებისათვის, რომელიც ადეკვატურად და მაღალი სიზუსტით აღწერს პროცესს.

შემუშავებულ იქნა სწორი ფასწარმოქმნის და ფასდაკლების პოლიტიკის მექანიზმი იმ შეზღუდვების გათვალისწინებით და მიღებული სტატისტიკური მონაცემების მიხედვით (მომხმარებელთა გამოკითხვის შედეგები მაქსიმალურად მისაღები ფასის შესახებ), რომელიც განპირობებულია საბაზრო ეკონომიკისა და კომპანიის ტექნიკური პოტენციალით.

კვლევის შედეგები საშუალებას გვაძლევს შემუშავებულ იქნას კომპანიის განვითარების სტრატეგიული კურსი გრძელვადიან პერსპექტივაში. ეს გულისხმობს კომპანიის გრძელვადიანი და მოკლევადიანი ფინანსური მიზნების მისაღწევად ოპტიმალური გზების შემუშავებას. სტრატეგიული კურსის შემუშავების შემდეგ ადვილია მის შესაბამისად კომპანიის ოპტიმალური ორგანიზაციული სტრუქტურისა და საოპერაციო პროცესების დაგეგმარება.

Abstract

It is important to use modern approaches to managing and regulating economic processes in order to ensure the functioning of the enterprise in the market economy. Proper and operational management decision is of utmost importance for the enterprise's financial condition. This decision should be based on the results and analysis of multilateral research. These studies are important for the diagnosis and predictability of financial sustainability. Many factors have influence on the firm's financial sustainability, which can be grouped into internal and external factors.

Economic Analysis is the independent field of science with its research objective, research subject, solving tasks and relevant research methods. It is noteworthy that the number of economic (traditional), mathematical and other special methods is very large, therefore it is difficult to adequately describe different processes; to get optimal results when we have different indefinites and incomplete information on past processes.

In the modern stage, the demand is significantly increased to assess the possible development of the company's potential and the results shall be predicted. To achieve this, complex economic-mathematical methods are used in analytical researches. The use of modeling for analyzing the company's financial and economic activities implies modern statistical methods. Forecasting of future indicators is based on past data of financial statements. Analyst should get the maximum information that he can use for different purposes, including to determine the increase in the capacity of the enterprise, to calculate additional financial resources necessary for forecasting the financial effect.

The aim of the dissertation is to predict the financial indicators based on econometric analysis of the business unit, which will enable the company to rationally use its own labor and financial resources. In order to better understand and analyze the problems and their solutions, we have analyzed the factual financial data of business entities for several years and studied the business environment of this business entity; its activities were evaluated in accordance with the business interests of potential competitors in Georgia.

The part of the agro-food sector has been studied in which the business entity operates. It has shown us that despite the fact that the agro-food sector does not show a significant growth trend, particularly the direction in which the subject we have examined operates, is successful and growing.

In my research, I focused on the following key issues:

Which factors influence the company's income, which generally determines the financial stability of the company;

What is the effect of impact on these factors and how is it possible to predict future financial indicators of the company based on past data from these factors?

How important is the development of the correct pricing and discount policy for the company in consideration of market conjuncture;

Based on the research conducted, the regressive model was specified, the model's value was evaluated, the model's parameters were tested and the model's adequacy was established. The correlation-regression analysis was carried out, relationship between materiality was determined, the main factors were determined that significantly affect the financial performance of the study, the effectiveness of various methods of forecasting were assessed and the most optimal method for predicting was revealed which highly accurately and adequately describes the process.

The mechanism of correct pricing and discount policy has been elaborated by the statistical data (the results of the consumers survey on maximally acceptable price), which is due to the market economy and the technical potential of the company.

The results of the research allow us to develop a strategic course of company development in the long-term prospective. This implies the development of optimal roadways for the company's long-term and short-term financial goals. As soon as the strategic course is developed, it is easy to plan the operational processes of the company's optimal organizational structure.

სარჩევი

შესავალი	13
ლიტერატურული მიმოხილვა.....	18
თავი II მრავლობითი რეგრესიული ანალიზი	23
2.1. რეგრესიული მოდელი ოთხი ფაქტორის გათვალისწინებით.....	24
2.2. მულტიკოლინეარულობა.....	36
2.3. ავტოკორელაცია	40
თავი III პროგნოზირება	45
3.1 დეკომპოზიცია პროგნოზირებაში.....	49
3.2 სეზონური მონაცემების პროგნოზი რეგრესიის გამოყენებით.....	56
3.3 ტრენდის შეფასება სხვაობებით, პროგნოზირება სხვაობებით.....	60
3.4 ჰოლტ-ვინტერსის ტრენდ-სეზონური მოდელი	63
3.5. ARIMA.....	71
თავი IV. ფასწარმოქმნა - ფასდაკლება.....	78
4.1. ფასწარმოქმნის პოლიტიკა.....	78
4.2. მოთხოვნის მოდელის შექმნა	83
4.3. ფასების ოპტიმიზაცია	89
4.4. ფასდაკლების პოლიტიკა	93
თავი V დისპერსიული ანალიზი.....	96
5.1. სამფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი	98
5.2. ოთხფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი	105
5.3. დასკვნა	108
ლიტერატურა:.....	114

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1 საწყისი მონაცემები	24
ცხრილი 2 კორელაციური მატრიცა	28
ცხრილი 3 საწყისი მონაცემები 6 ფაქტორის გათვალისწინებით	34
ცხრილი 4 კორელაციური მატრიცა	36
ცხრილი 5 საუკეთესო რეგრესიული განტოლებები სხვადასხვა კომბინაციებისათვის	43
ცხრილი 6 კომპანიის ფაქტიური წარმოების მოცულობა 4 წლის განმავლობაში	48
ცხრილი 7 დროითი მწკრივების სხვადასხვა მოდელები	51
ცხრილი 8 თითოეული პერიოდის სეზონურობის კოეფიციენტები	53
ცხრილი 9 პროგნოზის მოდელის სიზუსტის მახასიათებლები	55
ცხრილი 10 პროგნოზის მოდელის სიზუსტის მახასიათებლები	56
ცხრილი 11 სეზონური კომპონენტების გათვალისწინებით დროითი მწკრივის საწყისი მონაცემების მომზადება რეგრესიული ანალიზისთვის	57
ცხრილი 12 პროგნოზირება სხვაობების - მიღებული შედეგები	61
ცხრილი 13 პროგნოზირება სხვაობებით - სიზუსტის შეფასება	62
ცხრილი 14 პროგნოზის სიზუსტის მახასიათებლების მნიშვნელობა	63
ცხრილი 15 ჰოლტ-ვინტერსის მოდელი ($\alpha=0.3$, $\beta=0.35$ და $\gamma=0,3$)	65
ცხრილი 16 ჰოლტს-ვინტერსის მოდელი ($\alpha=0.83$, $\beta=0.93$ და $\gamma=0,2$)	67
ცხრილი 17 მოდელის სიზუსტის მახასიათებლების გამოთვლა ($\alpha=0.3$, $\beta=0.35$ და $\gamma=0,3$)	68
ცხრილი 18 მოდელის სიზუსტის მახასიათებლების გამოთვლა ($\alpha=0.83$, $\beta=0.93$ და $\gamma=0,2$)	70
ცხრილი 19 მოდელის სიზუსტის მაჩვენებლები	71
ცხრილი 20 მოდელების სიზუსტის მახასიათებლები	77
ცხრილი 21 გამოკითხვის შედეგები - მომხმარებლისათვის პროდუქციის ერთეულის მისაღები ფასები (ლარი)	84
ცხრილი 22 გამოკითხვის შედეგების ვარიაციული მწკრივი	84
ცხრილი 23 კორელაციური მატრიცა	86
ცხრილი 24 ბრენდის თვითღირებულება	89
ცხრილი 25 წარმოების მოცულობა	89
ცხრილი 26 მოთხოვნა რეგიონებისა და ბრენდების მიხედვით	90
ცხრილი 27 კონკურენტი კომპანიების ფასები ბრენდების მიხედვით	90
ცხრილი 28 Solver-ით მიღებული შედეგები	92
ცხრილი 29 ფასდაკლების პირობებში რეალიზაციის მოცულობების გათვლა	94
ცხრილი 30 ფაქტორული ექსპერიმენტის გეგმა	98
ცხრილი 31 მარკეტინგული ხარჯების ფაქტორული დონეები ბრენდების მიხედვით	100

ცხრილი 32 ფაქტიური მონაცემები.....	100
ცხრილი 33 მონაცემების მათემატიკური აღწერა ექსპერიმენტის გეგმაში	101
ცხრილი 34 ფაქტორების მიხედვით ჯამების მნიშვნელობები	102
ცხრილი 35 ფაქტორების მიხედვით ჯამების მნიშვნელობები	104
ცხრილი 36 ტურისტების საშუალო რაოდენობა სეზონის მიხედვით.....	105
ცხრილი 37 4-ფაქტორიანი ფაქტორული ექსპერიმენტის გეგმა.....	106
ცხრილი 38 ფაქტორების არსებობა.....	108

ნახაზების ნუსხა

სურ. 1 საწარმოს ფინანსურ მაჩვენებლებზე მოქმედი ცვლადი გარე და შიდა ფაქტორები	23
სურ. 2 გაყიდვების მოცულობის ტურისტების რაოდენობაზე დამოკიდებულების დიაგრამა	25
სურ. 3 გაყიდვების მოცულობის რეკლამის ხარჯზე დამოკიდებულების დიაგრამა	26
სურ. 4 გაყიდვების მოცულობის საცალო ფასების ინდექსზე დამოკიდებულების დიაგრამა	26
სურ. 5 გაყიდვების მოცულობის ჰაერის საშუალო ტემპერატურაზე დამოკიდებულების დიაგრამა	27
სურ. 6 რეგრესიული ანალიზის შედეგები	29
სურ. 7 ნორმალური ალბათობის გრაფიკი 4 ფაქტორის შემთხვევაში	31
სურ. 8 რეგრესიული ანალიზის სტატისტიკური მახასიათებლები	31
სურ. 9 ფიშერის კრიტერიუმის საანგარიშო მნიშვნელობა	31
სურ. 10 რეგრესიული განტოლების კოეფიციენტები და t-სტატისტიკა	32
სურ. 11 პროგნოზირების შედეგები 2 ფაქტორის გათვალისწინებით	33
სურ. 12 კოლინეარულობის ინდიკატორები	37
სურ. 13 მოდელის პარამეტრები	38
სურ. 14 ნორმალური ალბათობის გრაფიკი	38
სურ. 15 პროგნოზირების შედეგები 6 ფაქტორის გათვალისწინებით	40
სურ. 16 რეგრესიული ანალიზის შედეგები x_1, x_2, x_3, x_5, x_6 ფაქტორებისათვის	43
სურ. 17 4 წლის განმავლობაში წარმოების მოცულობა (ლ)	49
სურ. 18 ფაქტიური მაჩვენებლები და პროგნოზირების შედეგები წრფივი მოდელისა და სეზონურობის გათვალისწინებით (მულტიპლიკატიური მოდელი)	54
სურ. 19 ფაქტიური მაჩვენებლები და პროგნოზირების შედეგები წრფივი მოდელისა და სეზონურობის გათვალისწინებით (ადიტიური მოდელი) ..	55
სურ. 20 რეგრესიის სტატისტიკური მახასიათებლები	58
სურ. 21 მოდელის პარამეტრები	59
სურ. 22 პროგნოზირება და ფაქტიური მაჩვენებლები	59
სურ. 23 პროგნოზირების შედეგები	60
სურ. 24 ფაქტობრივი და პროგნოზირებული მნიშვნელობები	63
სურ. 25 ფაქტიური და პროგნოზირებული მნიშვნელობები	67
სურ. 26 ფაქტობრივი და პროგნოზირებული მნიშვნელობები	68
სურ. 27 ARIMA-ს დიალოგური ფანჯარა და მოდელის პარამეტრები, $P_s=1, D_s=1, Q_s=1$	72
სურ. 28 პროგნოზირების მრუდი	73
სურ. 29 სხვაობების დიაგრამა	74

სურ. 30 ავტოკორელაცია	74
სურ. 31 პროგნოზირების დიაგრამა : $p = 0 / d = 0 / q = 0 / P = 0 / D = 1 / Q = 1 / s = 12$	75
სურ. 32 სხვაობების დიაგრამა.....	76
სურ. 33 ავტოკორელოგრამა	76
სურ. 34 ფასების გაანგარიშების ალგორითმი	80
სურ. 35 საქონლის ფასის კლასიფიკაცია.....	82
სურ. 36 მომხმარებლის სასურველის ფასების სიხშირული დიაგრამა.....	85
სურ. 37 ალბათური სიხშირის ჰისტოგრამა.....	86
სურ. 38 ფასისა და მოთხოვნის დამოკიდებულება.....	87
სურ. 39 რეგრესიული სტატისტიკა.....	87
სურ. 40 რეგრესიული ანალიზის შედეგები	88
სურ. 41 მოთხოვნის ფაქტური და პროგნოზირებული მნიშვნელობები ...	88
სურ. 42 Solver ინსტრუმენტის პარამეტრები.....	91

შესავალი

თემის აქტუალობა. თემის აქტუალობა დაკავშირებულია მაღალკონკურენტულ ბაზარზე ფირმის წარმატებული ოპერირებასთან, შემოსავლებისა და ხარჯების რაციონალური დაგეგმვის გზით.

საზოგადოების ეკონომიკური განვითარების საფუძველია მატერიალური წარმოება, რომლის ძირითად რგოლს რა თქმა უნდა წარმოადგენს სამრეწველო საწარმო/კომპანია. აქ იწარმოება საზოგადოებისათვის საჭირო პროდუქცია/მომსახურეობა და წყდება რესურსების რაციონალურად გამოყენების საკითხები, ტექნიკის გამოყენება, პროდუქციის რეალიზაცია, წარმოების დანახარჯების ფორმირება და მისი მინიმუმამდე შემცირების ღონისძიებები. სწორედ საწარმოში მუშავდება და ინერგება მეცნიერულ-ტექნიკური მიღწევები, იწარმოება ახალი პროდუქცია, მუშავდება ბიზნეს გეგმები, გამოიყენება მარკეტინგული და თანამედროვე მენეჯმენტი. საწარმოში იქმნება ქვეყნის ბიუჯეტის ძირითადი ნაწილი.

თანამედროვე საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, მხოლოდ ის ბიზნეს სუბიექტი გაუძლებს საბაზრო ეკონომიკის მკაცრ მოთხოვნებს, რომელიც გონივრულად და კომპეტენტურად შეაფასებს ბაზრის მოთხოვნებს, აწარმოებს მაღალხარისხოვან კონკურენტუნარიან პროდუქციას, უძრუნველყოფს შემოსავლებს.

საბაზრო ეკონომიკის დამკვიდრებამ და მეწარმეობის განვითარებამ განაპირობა ფირმის ფინანსური და ეკონომიკური ანალიზის შესწავლაში ისეთი საკითხების შეტანის აუცილებლობა როგორცაა: საწარმოს ინფორმაციული სისტემა, საწარმოო მარკეტინგი, საგადასახადო სისტემა და სხვა.

მრეწველობის დარგთა ფინანსური და ეკონომიკური ანალიზის დროს, ფართოდ გამოიყენება მეთოდები, როგორცაა ექსპერიმენტი, დაკვირვება, ჰიპოთეზა, ანალოგია, მათემატიკური მოდელირება,

პროგნოზირება. ყველა ეს მეთოდი ითვალისწინებს თანამედროვე მათემატიკისა და საინფორმაციო ტექნოლოგიების უახლოესი მიღწევების გამოყენებას. სწორედ ამ მეთოდების კომპლექსურ გამოყენებას მივყავათ სწორ მენეჯერულ გადაწყვეტილებამდე, შესაბამისად წარმატებული ბიზნესის ჩამოყალიბებაზე.

სამრეწველო საწარმოები - ეს არის რთული სისტემა, რომელსაც თავის განკარგულებაში არსებული რესურსებით შეუძლია აწარმოოს მომხმარებლისათვის საჭირო, ბაზარზე მოთხოვნადი, შესაბამისი დანიშნულების, პროფილისა და ასორტიმენტის პროდუქცია მოგების მიღების მიზნით.

საბაზრო ეკონომიკაში ყველა საწარმოს გააჩნია თავისი კონკრეტული ამოცანა, მაგრამ მიუხედავად მათი განსხვავებისა არსებობს საერთო ამოცანები. ამ ამოცანებიდან ძირითად პუნქტად შეგვიძლია გამოვყოთ: მესაკუთრისათვის მოგების მიღება, მაღალი რენტაბელობის წარმოება.

საწარმო თავისი შემოსავლებით ფარავს დანაკარგებსა და ზარალს. რეალიზაციიდან მიღებული ამონაგებიდან იძენს რესურსებს, ანაზღაურებს შრომით და სხვა დანახარჯებს, მუდმივად ზრუნავს პროდუქციის ხარისხის ამაღლებაზე და მისი თვითღირებულების შემცირებაზე, რათა შეინარჩუნოს გასაღების ბაზარი და იყოს კონკურენტუნარიანი. სწორედ ეს არის საწარმოო ძირითადი ფუნქცია - მინიმალური დანახარჯების პირობებში მეტი და მაღალხარისხოვანი პროდუქცია აწარმოოს. ამ პრობლემის გადაწყვეტა ძალიან რთულია და მოიცავს მრავალ ალტერნატიულ გზასა და საშუალებებს. ერთ-ერთი გზა, რომელიც ამ პრობლემას წყვეტს არის ფირმის ბიუჯეტის შედგენა. ბიუჯეტი დაგეგმვის ძირითად კომპონენტია და წარმოადგენს სამომავლო ფინასურ გეგმას. ბიუჯეტი იხედება წინ, კონკრეტული მიზნის მისაღწევად შესაბამისი ქმედებების დაგეგმვის მიზნით. კონტროლი - ეს არის ის მეთოდი რომელიც იხედება უკან რომ

განალიზდეს წარსულში მომხდარი მოვლენები და შეადაროს ის გეგმებს. ამ შედარებას მერე ვიყენებთ ბიუჯეტის კორექტირებისათვის.

ბიუჯეტირების სისტემა კომპანიას ანიჭებს უპირატესობებს და შესაძლებლობას აძლევს რაციონალურად გამოიყენოს თავის ფინანსური, ადამიანური და სხვა მატერიალური რესურსები. ბიუჯეტირება თავის თავში მოიცავს სხვადასხვა ნაწილის ბიუჯეტებს.

კვლევის ობიექტი - სადისერტაციო ნაშრომის კვლევის ობიექტს წარმოადგენს ბიზნეს-ერთეულის შემოსავლებისა და ხარჯების კვლევა, მართვა, ბიზნეს-ერთეულის ფინანსური სტაბილურობა, მათზე მოქმედი ფაქტორების და ურთიერთდამოკიდებულებების მექანიზმების შესწავლა და ანალიზი.

კვლევის მიზანი და ამოცანები. წარმოდგენილი ნაშრომის მიზანია ანალიზისა და პროგნოზირების თანამედროვე მეთოდების საფუძველზე ბიზნეს ერთეულის ფინანსური ანალიზისა და ბიუჯეტის შედგენისას არსებული პრობლემების გამოვლენა და მისი გადაჭრისათვის რეკომენდაციების მომზადება.

კვლევის მიზნიდან გამომდინარე დასახული იქნა შემდეგი ამოცანები:

ფირმის სტრატეგიული გეგმის შესაბამისად ბიუჯეტის ფორმირების, საბიუჯეტო პროცესის სტადიების სრულფასოვნად განხორციელებასთან დაკავშირებული პრობლემების შესწავლა და ანალიზი;

ბიუჯეტის შემოსავლებზე მოქმედი ფაქტორების გამოვლენა, ამ ფაქტორების არჩევის კრიტერიუმები კვლევის ობიექტთან და საგანთან მიმართებაში;

ბიუჯეტის შემოსავლებზე მოქმედი ფაქტორების გავლენის არსებითობის შეფასება;

ფაქტიური მონაცემების საფუძველზე პროგნოზირების ამოცანის დასმა და გადაწყვეტა;

ფორმის ეკონომიკური აქტივობის პროცესში ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანის ბაზრის მოთხოვნის შესაფასებლად სტატისტიკური მონაცემების ორგანიზება და შეგროვება, შეგროვებული მონაცემების ანალიზი რეგრესიული ანალიზის სხვადასხვა მეთოდებით;

ბაზრის მდგომარეობის გავლენის კვლევა მოცემული ტიპის პროდუქტის მოთხოვნაზე;

ბაზრის მოთხოვნასა და ფასს შორის დამოკიდებულების დადგენა და ოპტიმალური პარამეტრების მიღწევა;

ფასწარმოქმნის და ფასდაკლების პოლიტიკის ძირითადი ასპექტების კვლევა.

ნაშრომის სამეცნიერო სიახლე მდგომარეობს შემდეგში:

- ბიზნეს-სუბიექტის ფინანსური მაჩვენებლები შესწავლილ იქნა თანამედროვე სტატისტიკური მეთოდების საშუალებით. კვლევის ალგორითმი და მიღებული შედეგები საშუალებას აძლევს ბიზნეს-სუბიექტს იპოვოს მსგავსი პრობლემების გადაწყვეტის ოპერატიული და ოპტიმალური გზა.

- პროგნოზირების მეთოდების დამახასიათებელი მაჩვენებლების საფუძველზე გამოვლენილია ოპტიმალური პროგნოზირების მეთოდი, რომელიც სხვადასხვა ფინანსური მაჩვენებლების პროგნოზირების საშუალებას იძლევა.

- შემუშავებულია ფასწარმოქმნის ალგორითმის შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა ოპტიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტის საფუძველზე

- კვლევის შედეგად დადგენილ იქნა ის ძირითადი ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ბიზნეს-ერთეულის შემოსავლების მაქსიმიზაციას.

- შემუშავებული და წარმოდგენილია რეკომენდაციები ბიზნეს-ერთეულის ფასწარმოქმნისა და ფასდაკლების პოლიტიკასთან დაკავშირებით.

ლიტერატურული მიმოხილვა

ბიუჯეტების ქვეშ გულისხმობენ დაგეგმვის პროცესს. დაგეგმვა - მართვის ერთერთი ფუნქციაა, ქმედებების განსაზღვრის პროცესი, რომლებიც მომავალში უნდა შესრულდეს.

ბიუჯეტების შედგენა მიზნად ისახავს ბიზნესის სტრატეგიული გეგმის შესაბამისად საწარმოს საფინანსო-სამეურნეო საქმიანობის დაგეგმვას განსაზღვრული პერიოდისათვის; საწარმოს დანახარჯების და მოგების ოპტიმიზაციას; საწარმოს სხვადასხვა ქვეგანყოფილებს შორის საქმიანობის კოორდინაცია-შეთანხმებას, ფულად რესურსებზე მოთხოვნილების გამოვლენას და ფინანსური ნაკადების ოპტიმიზაციას.

ბიუჯეტის ოპტიმიზაციის საკითხები მრავალი მკვლევარის ინტერესის საგანს წარმოადგენს. ეკონომიკური პროგნოზირების საკითხების შესწავლა მეცნიერებმა ჯერ კიდევ XIX საუკუნის ბოლოს დაიწყეს. ამ დროისათვის ანალიზის საფუძველს წარმოადგენდა ექსპერტული შეფასებები და შეზღუდული რაოდენობის სტატისტიკური მონაცემების მარტივი ექსტრაპოლაცია. XX საუკუნის დასაწყისის ეკონომიკურმა კრიზისმა აქტუალური გახადა ბიუჯეტების აუცილებლობა როგორც მიკროეკონომიკის ასევე მაკროეკონომიკის დონეზე.

ამერიკელი ფორესტერ ჯ.ვ-ს სამეცნიერო ნაშრომებმა საფუძველი ჩაუყარა გრძელვადიან გლობალურ პროგნოზირებას [1].

თანამედროვე ეტაპზე მაკროეკონომიკური პროგნოზირების შემუშავება სხვადასხვა მეთოდების საშუალებით: ექსპერტული შეფასება, ეკონომიკური ინდიკატორები, დინამიური მწკრივების მოდელები, ეკონომეტრიკული მოდელირება და სხვა.

კომპანიის არსებული საფინანსო მდგომარეობის შესწავლისა და ამ თვალსაზრისით პერსპექტივების პროგნოზირებისათვის ფინანსური ანალიზის მონაცემები მნიშვნელოვანი ინსტრუმენტია.

ფინანსური ანალიზის სახეების კლასიფიკაცია ხდება მეთოდებისა და მიზნების მიხედვით [2].

მეთოდების მიხედვით განასხვავებენ ფინანსური ანალიზის შემდეგ სახეებს: დროითი, ვერტიკალური (სტრუქტურული), შედარებითი (სივრცითი), ფაქტორული, ფინანსური კოეფიციენტების გამოანგარიშება.

დროითი ანალიზის ქვეშ იგულისხმება დროის მაჩვენებლების ცვლილებების ანალიზი. გამოსაკვლევად შერჩეული დროის პერიოდების ან მომენტების რაოდენობების მიხედვით ანსხვავებენ ჰორიზონტალურ და ტრენდულ ანალიზს.

ჰორიზონტალური (დროითი) ანალიზის ქვეშ იგულისხმება ბუღალტრული ანგარიშგების ცალკეული მაჩვენებლების შედარება გასული პერიოდის მაჩვენებლებთან. ჰორიზონტალური ანალიზი მდგომარეობს საანგარიშგებო პერიოდის წინა პერიოდის ანგარიშგების ცალკეული მუხლების მნიშვნელობების შედარებაში საანგარიშგებო პერიოდებთან მკვეთრი ცვლილებების გამოვლენის მიზნით.

ტრენდული (დროითი) ანალიზის ქვეშ იგულისხმება დროის მაჩვენებლების ცვლილებების ანალიზი, ე.ი. მათი დინამიკის ანალიზი. ტრენდული ანალიზის საფუძველს წარმოადგენს დინამიური მწკრივების აგება (დინამიური ან დროითი მწკრივების). დინამიური მწკრივების ქვეშ იგულისხმება სტატისტიკური მაჩვენებლების რიცხვითი მნიშვნელობები, განლაგებული ქრონოლოგიური თანამიმდევრობისა და დროში მომხდარი მოვლენების ცვლილების მიხედვით. დინამიური მწკრივების ასაგებად აუცილებელია ორი ელემენტი:

მწკრივის დონეები, რომელთა ქვეშაც იგულისხმება მაჩვენებლები, რომელთა კონკრეტული მნიშვნელობაც შეადგენს დინამიურ მწკრივს;

დროის მომენტები ან პერიოდები, რომელთაც ეკუთვნის დონეები.

დინამიური მწკრივის დონეები შეიძლება წარმოდგენილი იყოს აბსოლუტური, საშუალო ან შედარებითი სიდიდეებით.

დინამიური მწკრივების აგება და ანალიზი საშუალებას იძლევა გამოვლინდეს და გაიზომოს სხვადასხვა მოვლენების დროში განვითარების კანონზომიერებანი. აღსანიშნავია, რომ კანონზომიერება არ გამოვლინდება ყოველ კონკრეტულ უბანზე, არამედ მხოლოდ საკმაოდ ხანგრძლივ დინამიკაში - ტენდენციებში, ამასთან დინამიკის ძირითადი კანონზომიერება ედება საფუძვლად სხვა, მაგალითად სეზონურ ან შემთხვევით მოვლენებს. ამის გამო დინამიური მწკრივების ანალიზის ძირითად ამოცანას წარმოადგენს დონეების ცვლილებებში ძირითადი ტენდენციების გამოვლენა, რაც იწოდება ტრენდად.

დინამიურ მწკრივებს დროის მიხედვით ყოფენ მომენტალურ და ინტერვალურ დინამიურმწკრივებად.

მომენტალური დინამიური მწკრივის ქვეშ იგულისხმება მწკრივი, რომლის დონეები ახასიათებენ განსაზღვრული თარიღის (დროის მომენტის) მოვლენის მდგომარეობას.

ინტერვალური დინამიური მწკრივის ქვეშ იგულისხმება მწკრივი, რომლის დონეები ახასიათებენ კონკრეტული პერიოდის მოვლენას.

ინტერვალური მწკრივის მნიშვნელობა, განსხვავებით მომენტალური მწკრივის დონისაგან, არ შედის წინა და მომდევნო მაჩვენებლებში, რაც საშუალებას იძლევა შეაჯამონ და მიიღონ დინამიური მწკრივი უფრო გამსხვილებული პერიოდისათვის - მწკრივი ზრდადი ჯამით.

დინამიური მწკრივების დამუშავების დროს მთავარია ტრენდის ძირითადი ტენდენციის გამოვლენა და შემთხვევითი რხევების გაგლუვება.

ამ ამოცანების გადასაწყვეტად სტატისტიკაში არსებობს განსაკუთრებული მეთოდები, რომლებიც იყენებენ სამ ძირითად საშუალებას დინამიური მწკრივების დამუშავებისათვის: დინამიური მწკრივის ინტერვალების გაფართოება და ყოველი გაფართოებული ინტერვალისათვის საშუალო მაჩვენებლების გამოთვლა; მცოცავი საშუალოს მეთოდი; ანალიტიკური გათანაბრება ფორმულების მეშვეობით.

დროებითი მწკრივების პროგნოზირება მიზანშეწონილია დავიწყოთ შესასწავლი მონაცემების გრაფიკული ანალიზით. თუმცა ამ ტიპის ანალიზში ყოველთვის არ არის შესაძლებელია ტრენდის არსებობის დადგენა. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში აუცილებელია დავადგინოთ ტენდენციის არსებობა ან არარსებობა დროით მწკრივში.

ეკონომიკური მაჩვენებლების დროითი მწკრივის თავდაპირველი ანალიზი ითვალისწინებს მწკრივში ანომალიური მნიშვნელობების გამოვლენას, რომლებიც არ შეესაბამება განხილული ეკონომიკური პრობლემის რეალურ შესალებლობებს. ყველაზე გავრცელებული მეთოდი ასეთი ანომალიების აღმოფხვრისათვის დროითი მწკრივების გაგლუვებაა. ამ დროს მწკრივის ფაქტიური მონაცემების ჩანაცვლება ხდება საანგარიშო მნიშვნელობებით, რაც დროით მწკრივში ტენდენციის გამოვლენის საშუალებას გვაძლევს [3].

უცხოელი და ქართველი მეცნიერების შეფასების მიხედვით დინამიური პროცესების მაჩვენებლების პროგნოზირების 100-ზე მეტი მეთოდი არსებობს. უმეტესობა ამ მეთოდებისა წარმოადგენს პროგნოზირების ცალკეული მეთოდებისა მოდიფიცირებულ ვარიანტებს და გამოიყენება ცალკეული, კონკრეტული ამოცანების გადასაწყვეტად [4].

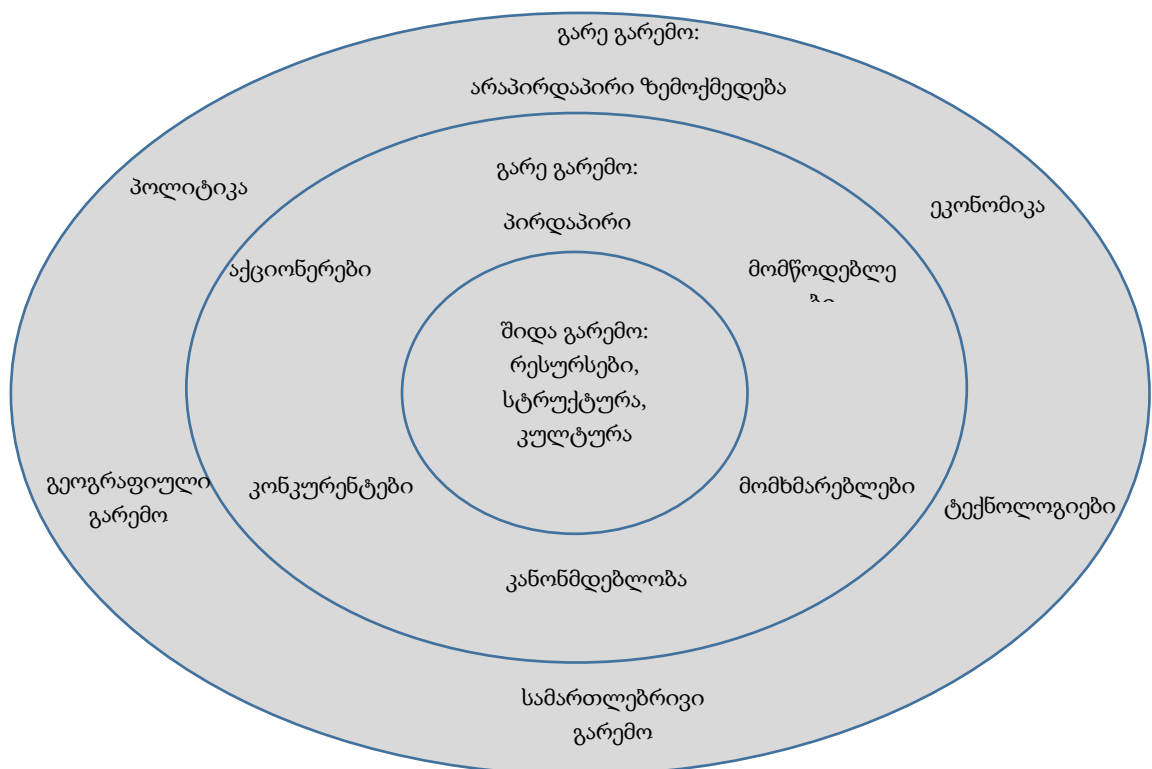
მოცემულ ნაშრომში ძირითადი აქცენტი გაკეთებულია კორელაციურ, რეგრესიულ ანალიზზე, სეზონური პროგნოზირების მეთოდებზე და ოპტიმიზაციის ამოცანებზე [3] [4] [5].

კვლევის ფაქტიური მონაცემების წყაროს წარმოადგენს ერთერთი კომპანიის 2013-2016 წლების ფაქტიური ფინანსური მონაცემები, შსს-ს საინფორმაციო-ანალიტიკური დეპარტამენტის საინფორმაციო ცენტრის ვებ-გვერდზე გამოქვეყნებული სტატისტიკური მონაცემები [8], სოფლის მეურნეობის სამინისტროს შესრულებული სამუშაოების წლიური ანგარიში გადამამუშავებელი სექტორისათვის [9], გარემოს ეროვნული სააგენტო ვებ-გვერდზე გამოქვეყნებული მონაცემები [10], საქართველოს სტატისტიკის ეროვნული სამსახურის ვებ-გვერდზე გამოქვეყნებული მონაცემები [11].

თავი II მრავლობითი რეგრესიული ანალიზი

გამოსაკვლევი ობიექტის ეკონომეტრიკული ანალიზის ერთ-ერთი მთავარი მიმართულებაა მრავლობითი რეგრესიის მოდელის შექმნა, რომელიც ადეკვატურად აღწერს შესასწავლ ობიექტს და გვაძლევს სხვადასხვა ფინანსური მაჩვენებლების პროგნოზირების საშუალებას. ამ ამოცანის გადაწყვეტისას უმთავრესია მოდელის ზუსტად შერჩევა, რადგანაც შერჩეული მოდელის ხარისხზე არის დამოკიდებული პროგნოზის სიზუსტე.

ობიექტის ეკონომიკური საქმიანობის ერთ-ერთი ძირითადი მახასიათებელია შემოსავლები, საინტერესოა რა გარე და შიდა ფაქტორებზეა დამოკიდებული შემოსავლების მოცულობა. როგორც სურ. 1-დან წარმოების ეფექტურობაზე მოქმედებს სხვადასხვა ცვლადი შიდა და გარე ფაქტორები.



სურ. 1 საწარმოს ფინანსურ მაჩვენებლებზე მოქმედი ცვლადი გარე და შიდა ფაქტორები

2.1. რეგრესიული მოდელი ოთხი ფაქტორის გათვალისწინებით

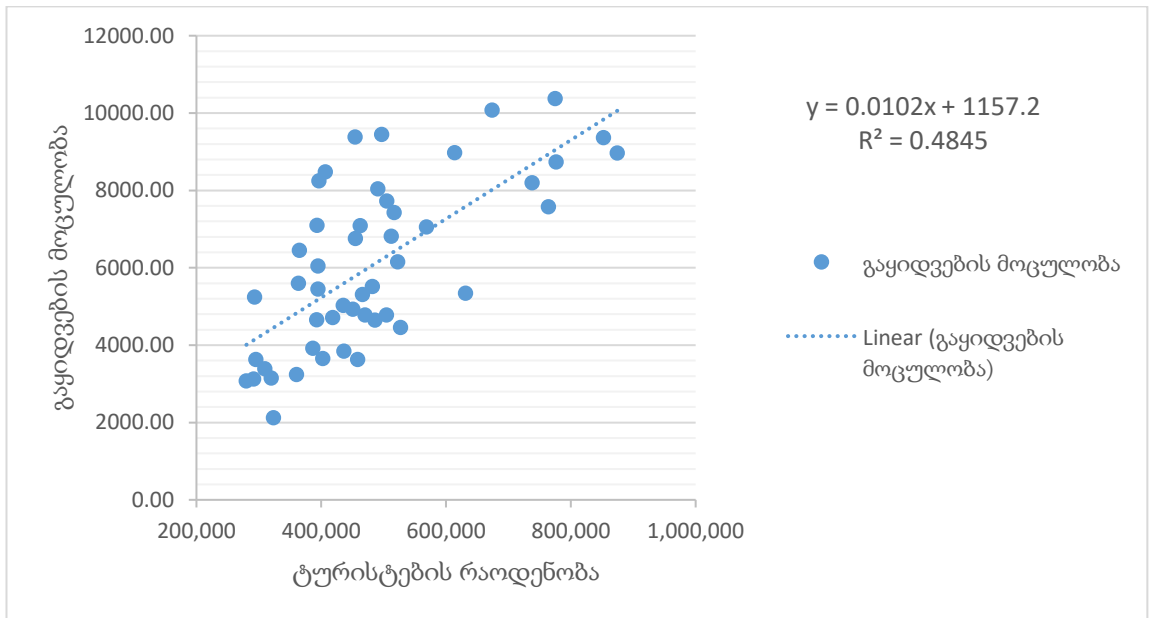
ავირჩიეთ შემოსავლებზე მოქმედი შემდეგი ფაქტორები: ტურისტების რაოდენობა, მარკეტინგული ხარჯი, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და საცალო ფასების ინდექსი.

სურ 2.ზე მოცემული საწყისი მონაცემები, სადაც Y – გაყიდვების მოცულობა (ათასი ლარი), x1- ტურისტების რაოდენობა, x2- მარკეტინგული ხარჯი, x3 - ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში, x4- საცალო ფასების ინდექსი.

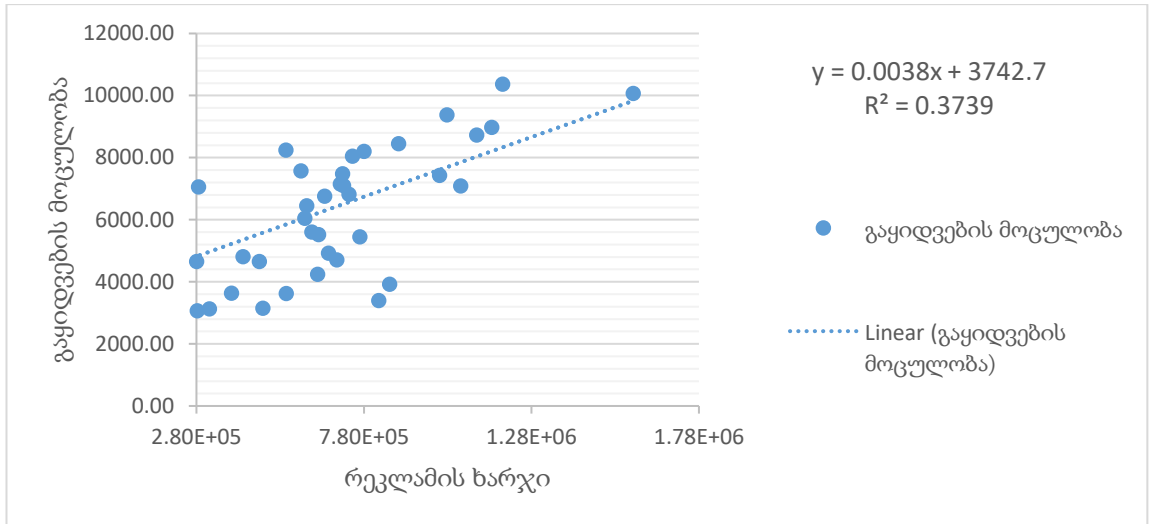
ცხრილი 1 საწყისი მონაცემები

N	წარმოების გაყიდვების მოცულობა, ათასი	ტურისტების რაოდენობა	მარკეტინგული ხარჯი	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	საცალო ფასების ინდექსი
	Y	x1	x2	x3	x4
1	3068,45	280 023	282 574	5	2,59
2	3124,07	291 659	318 622	6	-0,56
3	5597,61	363 676	624 239	12	-0,32
4	6449,65	364 841	609 372	19	-1,33
5	8474,51	406 598	716 070	23	3,04
6	8040,55	490 796	745 656	28	-1,75
7	8970,87	613 604	1 161 784	31	-4,63
8	8729,37	776 115	1 116 821	31	-0,23
9	6814,66	512 384	735 160	25	1,37
10	5516,60	481 841	644 596	19	1,45
11	4707,52	418 138	698 652	12	1,45
12	4651,27	392 628	468 018	7	4,82
13	3145,40	320 005	478 579	6	2,08
14	3622,70	295 434	548 116	5	-0,10
15	5449,39	394 884	767 551	9	-0,59
16	7097,73	393 209	719 120	21	0,74
17	8242,14	396 264	546 971	24	-1,75
18	9378,04	454 347	1 027 570	26	-3,55
19	10071,42	673 552	1 583 591	34	-2,12
20	10369,22	774 982	1 193 684	35	2,68
21	7723,51	504 902	214 882	28	3,25
22	4773,91	470 160	173 396	20	0,96
23	3653,37	402 374	126 821	14	-0,06
24	5029,28	435 446	273 033	6	1,19
25	3389,19	309 753	824 061	4	1,24
26	5241,79	293 152	641 551	5	0,11
27	3918,35	386 257	856 502	15	1,20
28	6046,55	394 752	603 085	20	-0,25
29	6752,85	454 602	662 483	23	-0,59
30	9444,61	496 794	883 457	27	-1,94
31	8194,94	737 898	780 208	33	-0,82

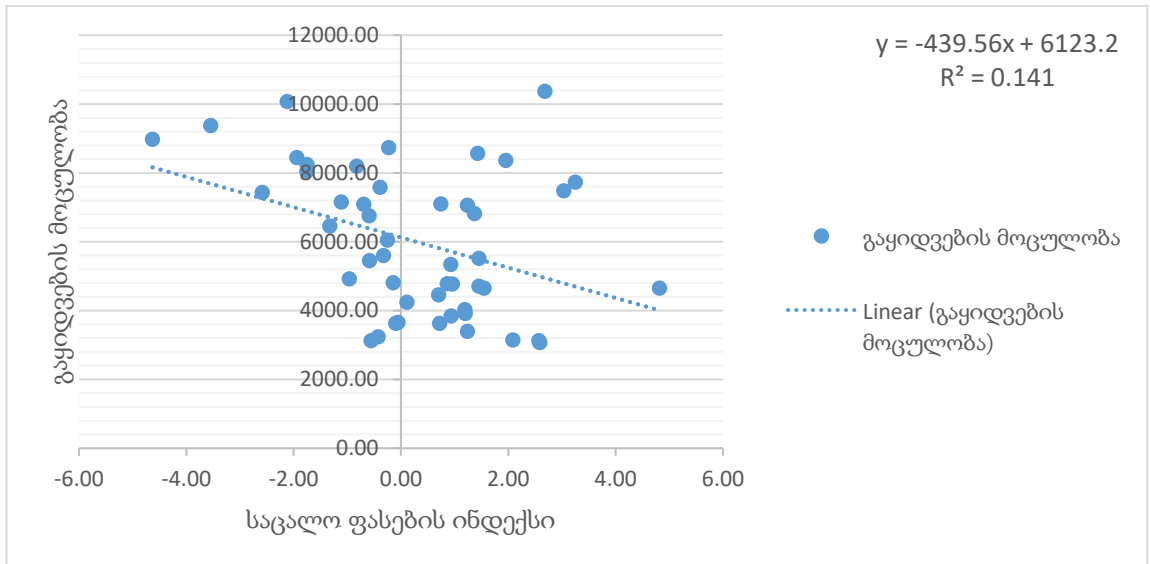
32	9363,25	852 446	221 459	35	1,95
33	7057,19	568 687	286 135	29	1,24
34	4778,94	504 468	199 926	19	0,86
35	3840,88	436 300	155 308	13	0,93
36	5304,44	465 985	418 817	7	-0,15
37	2120,71	323 159	257 419	5	2,57
38	3234,22	360 402	144 763	4	-0,42
39	4922,94	450 875	673 824	14	-0,96
40	7089,60	462 480	1 069 225	19	-0,69
41	6152,52	522 359	709 705	24	-1,11
42	7427,39	517 038	1 006 068	27	-2,58
43	7574,51	764 022	591 828	33	-0,39
44	8968,99	874 394	250 922	34	1,43
45	5336,36	631 302	179 976	27	0,93
46	4457,06	527 157	252 543	21	0,70
47	3627,71	458 496	384 748	15	0,72
48	4648,38	486 141	280 519	7	1,55



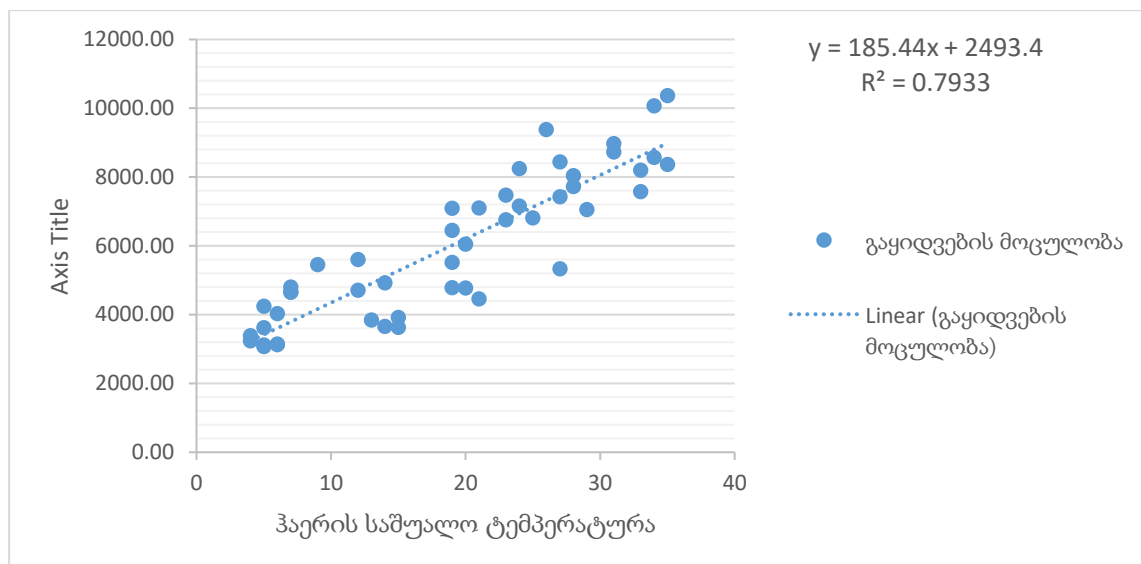
სურ. 2 გაყიდვების მოცულობის ტურისტების რაოდენობაზე დამოკიდებულების დიაგრამა



სურ. 3 გაყიდვების მოცულობის რეკლამის ხარჯზე დამოკიდებულების დიაგრამა



სურ. 4 გაყიდვების მოცულობის საგალო ფასების ინდექსზე დამოკიდებულების დიაგრამა



სურ. 5 გაყიდვების მოცულობის ჰაერის საშუალო ტემპერატურაზე დამოკიდებულების დიაგრამა

გაყიდვების მოცულობაზე თითოეული ცვლადის დამოკიდებულების დიაგრამებიდან ვიზუალურადაც ჩანს შედეგების გაბნევა, დეტერმინაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა სამი ფაქტორისათვის (ტურიტების რაოდენობა, რეკლამის ხარჯი და საცალო ფასების ინდექსი) შესაბამისად 0,48 , 0,37 და 0,14-ის ტოლია. რაც ნათლად გვიჩვენებს, რომ ცალკეული ამ ფაქტორების ზეგავლენა გაყიდვების მოცულობაზე ძალიან სუსტია, რაც შეეხება ჰაერის საშუალო ტემპერატურას, როგორც ერთერთ ფაქტორს, შედარებით გამოკვეთილია კავშირი გაყიდვების მოცულობასთან, რადგან დეტერმინაციის კოეფიციენტი შედარებით მაღალია - 0,79.

მიღებული შედეგებიდან მივედით იმ დასკვნამდე, რომ სასურველია განვიხილოთ არაცალკეული ფაქტორების ზეგავლენა, არამედ კომპლექსურად ოთხივე ფაქტორის ერთდროული ზეგავლენა გაყიდვების მოცულობაზე.

საკვლევის მაჩვენებლების ურთიერთგავლენის შესაფასებლად ასევე ავაგეთ კორელაციური მატრიცა (ცხრილი 2).

ცხრილი 2 კორელაციური მატრიცა

	გაყიდვების მოცულობა	ტურისტების რაოდენობა	რეკლამის ხარჯი	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	საცალო ფასების ინდექსი
გაყიდვების მოცულობა	1,00				
ტურისტების რაოდენობა	0,70	1,00			
რეკლამის ხარჯი	0,58	0,20	1,00		
ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	0,87	0,83	0,39	1,00	
საცალო ფასების ინდექსი	-0,35	-0,07	-0,48	-0,28	1,00

მიღებული შედეგების ანალიზიდან ჩანს, რომ ზოგიერთ მაჩვენებლებს შორის არსებობს მჭიდრო კორელაციური კავშირი. ყველაზე დიდ გავლენას შემოსავლებზე ახდენს შემდეგი ფაქტორები: ტურისტების რაოდენობა და ჰაერის ტემპერატურა, შესაბამისად სასურველია მრავლობითი რეგრესიული ანალიზის ჩატარება.

Y-ით აღვნიშნოთ გაყიდვების მოცულობა, ხოლო x_1, x_2, x_3 და x_4 -ით ის დამოუკიდებელი ცვლადები (ტურისტების რაოდენობა, რეკლამის ხარჯი, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა და საცალო ფასების ინდექსი), რომელზეც არის დამოკიდებული Y-ის მნიშვნელობა, მათ შორის დამოკიდებულებას აღწერს შემდეგი მრავლობითი წრფივი რეგრესიული მოდელი.

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{1t} + \beta_2 x_{2t} + \beta_3 x_{3t} + \beta_4 x_{4t} + \varepsilon_t$$

ჩვენი მიზანია მოდელის პარამეტრების შეფასება, მოდელის ვარგისიანობის (მნიშვნელოვნების) შემოწმება. პარამეტრული ჰიპოთეზების შემოწმება და ბოლოს მოდელის ადეკვატურობის დადგენა (ნაშთთა ანალიზი). მხედველობაშია მისაღები მულტიკოლერაციული პრობლემაც და აგრეთვე ხმაურის წევრის ($\varepsilon_t, t > 0$) არაკოლერირებულობის დაშვების

სამართლიანობის შემოწმება (სერიალური კორელაციის შესახებ დასკვნის გაკეთება).

საბოლოო ჯამში გაყიდვების მოცულობის Y-სათვის საპროგნოზო ინტერვალის აგება.

Regression Statistics								
Multiple R	0,907845							
R Square	0,824183							
Adjusted R Square	0,807828							
Standard Error	954,802							
Observations	48							
ANOVA								
	df	SS	MS	F	gnificance F			
Regression	4	1,84E+08	45940729	50,39312	1,1E-15			
Residual	43	39200813	911646,8					
Total	47	2,23E+08						
	Coefficient	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	1751,192	580,9448	3,014386	0,004307	579,6053	2922,779	579,6053	2922,779
x1	0,000501	0,001768	0,28362	0,778063	-0,00306	0,004066	-0,00306	0,004066
x2	0,00192	0,000504	3,810966	0,000436	0,000904	0,002937	0,000904	0,002937
x3	156,7212	27,91523	5,614182	1,33E-06	100,4247	213,0176	100,4247	213,0176
x4	-4,08993	91,82994	-0,04454	0,964682	-189,283	181,1028	-189,283	181,1028

სურ. 6 რეგრესიული ანალიზის შედეგები

პირველ რიგში მოწმდება შემდეგი ორი ჰიპოთეზა - მოდელის ვარგისიანობის შემოწმება.

$$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$$

$$H_1: \text{ერთი მაინც } \beta_i \neq 0$$

როგორც ცნობილია, ამ შემთხვევაში გამოიყენება ფიშერის სტატისტიკა $F = \frac{MSR}{MSE}$, რომელსაც H_0 ჰიპოტეზის სამართლიანობის შემთხვევაში აქვს ფიშერის F-განაწილება, შემდეგი თავისუფლების ხარისხებით: მრიცხველში $f_1 = k$, მნიშვნელში $f_2 = n - (k + 1)$, მნიშვნელოვნების α -დონისათვის. გადაწყვეტილების მიღების წესია: თუ

F-სტატისტიკის გამოთვლილი მნიშვნელობა $f > F_{k,n-(k+1),\alpha}$ უარყოფთ ნულოვან ჰიპოტეზას და ვიღებთ H_1 ჰიპოტეზას.

თუ მივიღებთ, რომ ჭეშმარიტია ნულოვანი ჰიპოტეზა, მაშინ რეგრესიის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$y_t = \beta_0 + \varepsilon_t$$

ეს პროცედურა ზედმეტია იმ შემთხვევაში, როდესაც ხელთ გვაქვს P-value მნიშვნელობების უმცირესი დონე, რომლის დროსაც ხდება H_0 –ის უარყოფა, ანუ თუ $\alpha \geq P\text{-value}$, უარყოფთ H_0 –ს α მნიშვნელოვნების დონით, სხვა შემთხვევაში H_0 –ის უარყოფისთვის საფუძველი არ გაგვაჩნია [13].

როგორც ცხრილიდან ჩანს, მოცემულ შემთხვევაში $P_{\text{value}} = 1,1 \cdot 10^{-15}$ იმდენად მცირეა, რომ α -ს ნებისმიერი მნიშვნელობისათვის ხდება H_0 ჰიპოტეზის უარყოფა და დასკვნა, რომ ერთი მაინც $\beta \neq 0$.

ანალიზის შედეგად მივიღეთ რეგრესიული მოდელი:

$$\hat{Y} = 1751.192 + 0.0005 x_1 + 0,002x_2 + 156.72x_3 - 4,09 x_4$$

მიღებული მოდელი ადექვატურად აღწერს პროცესს, რაზეც მეტყველებს დეტერმინაციის კოეფიციენტის მაღალი მნიშვნელობა 0,824, რაც ნიშნავს, რომ გაყიდვების მოცულობის ვარიაბელობის 82,4% აიხსნება ჩვენ მიერ განხილული ფაქტორების ვარიაბელობით (რეგრესიული ანალიზის მეშვეობით).

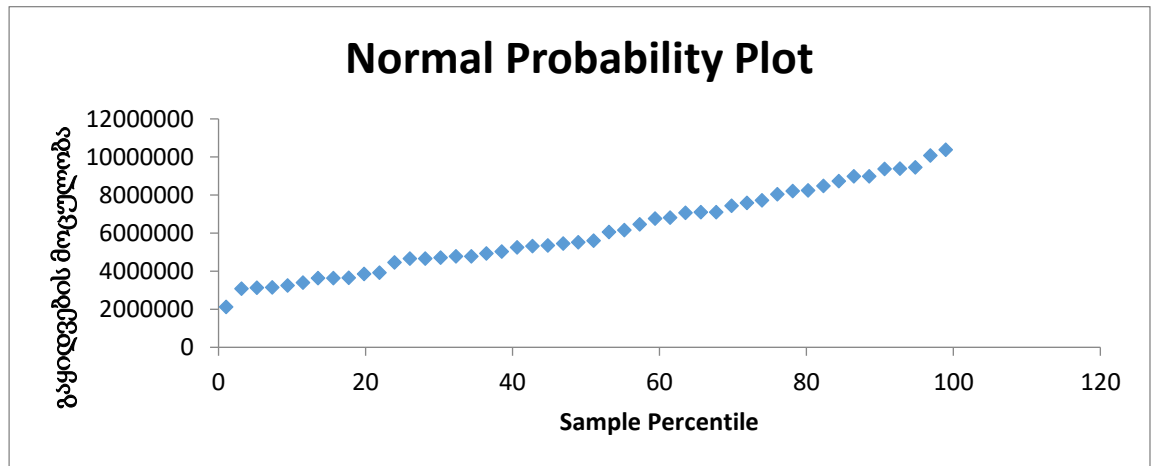
ფიშერის კოეფიციენტის საანგარიშო მნიშვნელობა $F=50,39$, ხოლო მისი მნიშვნელოვნობა (Significance F) უახლოვდება 0-ს. ფიშერის კრიტიკული მნიშვნელობა, $\alpha=0.05$ -ის შემთხვევაში ($0 < \alpha < 0,5$) $F_{k,n-k-1}=2.58$. რამდენადაც $F=50,39 > F_{k,n-k-1}=2.58$, ამავე დროს P-value მნიშვნელობა ახლოს არის 0-თან და ნაკლებია 0.05, ნულოვანი H_0 უნდა უარყოფთ.

შემდეგი ნაბიჯია თითოეულ კოეფიციენტზე ჰიპოტეზების შემოწმება:

$$H_0: \beta_i = 0$$

$$H_1: \beta_j \neq 0$$

როგორც რეგრესიული ანალიზის შედეგებიდან ჩანს, β_1 –სა და β_4 – ის შესახებ H_0 ჰიპოთეზის უარყოფის საფუძველი არ გაგვაჩნია, α -ს ყველა მისაღები მნიშვნელობებისათვის $\alpha=10\%, 5\%, 25\%, 1\%, 0,5\%$.



სურ. 7 ნორმალური ალბათობის გრაფიკი 4 ფაქტორის შემთხვევაში

რეგრესიულ მოდელში X_1 და X_4 ფაქტორები არ არის არსებითი, ამიტომაც ჩავატარეთ რეგრესიული ანალიზი ამ ორი ფაქტორის გარეშე.

მიღებული შედეგები მოცემულია (სურ.8).

SUMMARY OUTPUT	
<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0,907663217
R Square	0,823852516
Adjusted R Square	0,816023739
Standard Error	934,2198208
Observations	48

სურ. 8 რეგრესიული ანალიზის სტატისტიკური მახასიათებლები

ANOVA	df	SS	MS	F	Significance F
1 Regression	2	183689230,6	91844615	105,2339	1,07701E-17
2 Residual	45	39274500,31	872766,7		
3 Total	47	222963730,9			

სურ. 9 ფიშერის კრიტერიუმის საანგარიშო მნიშვნელობა

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%
Intercept	1879,234216	326,726389	5,751706	7,29E-07	1221,173489	2537,294944
x2	0,001899662	0,000443147	4,286749	9,45E-05	0,001007117	0,002792207
x3	163,347645	14,67784329	11,12886	1,64E-14	133,7849511	192,9103389

სურ. 10 რეგრესიული განტოლების კოეფიციენტები და t-სტატისტიკა

როგორც შედეგებიდან ჩანს x2 და x3 კოეფიციენტები არსებითია და შესაბამისად რეგრესიის განტოლებას ექნება შემდეგი სახე:

$$\hat{Y} = 1879.234 + 0,0018x_2 + 163,34x_3$$

ნდობის ინტერვალები კოეფიციენტების მნიშვნელობისათვის :

$$1221,173 \leq \text{intercept} \leq 2537.294$$

$$0.001 \leq b_2 \leq 0.0027$$

$$133.78 \leq b_3 \leq 192,91$$

ჩვენთვის მნიშვნელოვანია დავადგინოთ Y ცვლადის საპროგნოზო ინტერვალი, რომელიც გამოითვლება შემდეგი გამოსახულების მიხედვით:

$\hat{Y} \pm t S_f$, სადაც S_f წარმოადგენს ე.წ. პროგნოზის სტანდარტულ შეცდომას. ზოგადად, S_f -ის ზუსტი გამოსახულება საკმაოდ რთულია, მაგრამ თუ მონაცემთა რაოდენობა საკმარისად დიდია და ფაქტორების მნიშვნელობასც გაზნეულია, მაშინ $(1-\alpha)100\%PI$, მარტივად შეგვიძლია ვისარგებლოთ ფორმულით:

$$\hat{y}_t \pm t_{n-(k+1),\alpha/2} S_{y \cdot k}$$

სადაც $S_{y \cdot k}$ წარმოადგენს შფასების სტანდარტულ შეცდომას

ანუ საპროგნოზო Y ცვლადის ნდობის ინტერვალის ქვედა ზღვარი, ტოლია პროგნოზირებულ მნიშვნელობას გამოკლებული სტიუდენტის კრიტიკული მნიშვნელობა $n-(k+1)$ თავისუფლების ხარისხისათვის გამრავლებული საშაულო სტანდარტულ გადახრაზე, ხოლო ზედა ზღვარი პროგნოზირებული მნიშვნელობისა და ამ ნამრავლის ჯამის ტოლია.

სტიუდენტის კრიტიკული მნიშვნელობა $C_{48,0.025} = 1.96$.

რადგანაც ჩვენ მიერ დასამუშავებელი მონაცემების რაოდენობა დიდია და ხასიათდება გაბნევის დიდი დიაპაზონით, საპროგნოზო ინტერვალის დასადგენად შესაძლებელია S_f – ის მნიშვნელობის ნაცვლად ავილოთ Standard error of estimate მნიშვნელობა.

დავუშვათ, რომ ჩვენ გვინდა ავაგოთ 95%-იანი ნდობის ინტერვალი 585 613 ლარის მოცულობის რეკლამის ხარჯისა (ფაქტიური მონაცემების საშუალო მნიშვნელობა) და 19°C ჰაერის საშუალო ტემპერატურისთვის.

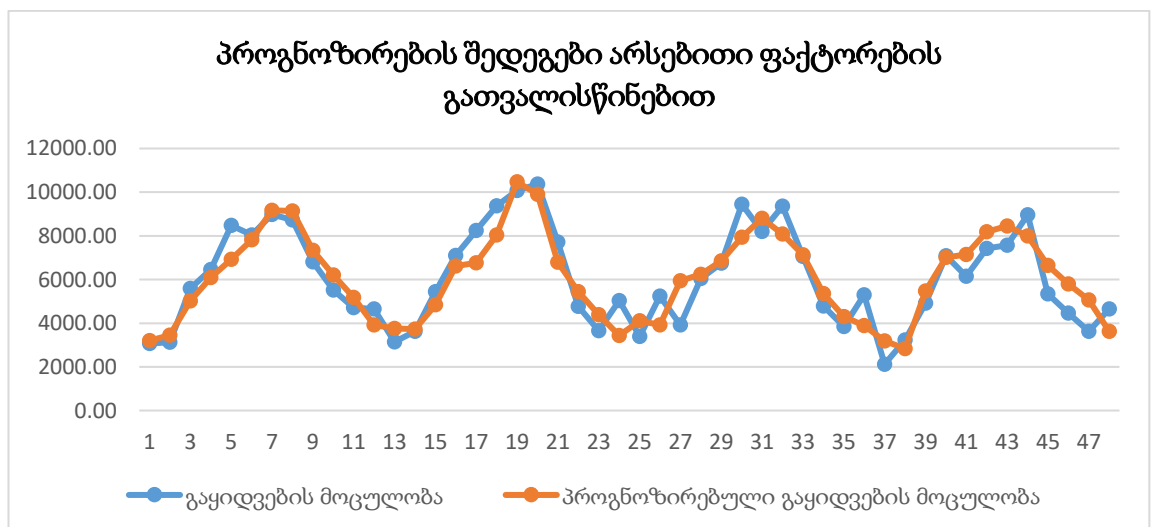
$$Y_{\text{pred}} = 1879.234 + 0,0018 * 585613 + 163,34 * 19 = 6074.88$$

$$\text{Standard Error} = 934.2$$

$$\text{Lower Limit} = 6074.88 - 1.96 * 934.2 = 4243.88;$$

$$\text{Upper Limit} = 6074.88 + 1.96 * 934.2 = 7905.12;$$

მოდელის მიხედვით მიღებულია პროგნოზირებული შემოსავლების მნიშვნელობები, სხვაობები რეალურ მნიშვნელობასა და პროგნოზირებულ მონაცემებს შორის (დანართი 1), ხოლო სურ. 10-ზე აგებულია შესაბამისი დიაგრამა, გამოთვლილია საშუალო აბსოლუტური პროცენტული ცდომილება $MAPE = 0.145$.



სურ. 11 პროგნოზირების შედეგები 2 ფაქტორის გათვალისწინებით

გამოკვლევისას ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფაქტორი აღმოჩნდა ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, რაც მიგვანიშნებს იმაზე, რომ ამ კონკრეტულ შემთხვევაში მნიშვნელობა აქვს სეზონურობას. აქედან გამომდინარე ჩავთვალე საჭიროდ გამეკეთებინა დამატებითი კვლევა სეზონურობის გათვალისწინებით, გამოსაკვლევ ფაქტორებს დავამატე სეზონზე მოთხოვნის ზრდა და ფასდაკლების ფაქტორი. ამ ფაქტორებით საწყისი მონაცემები მოცემულია ცხრილში 3.

ცხრილი 3 საწყისი მონაცემები 6 ფაქტორის გათვალისწინებით

თვე	გაყიდვების მოცულობა	ტურისტების რაოდენობა	რეკლამის ხარჯი	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	საცალო ფასების ინდექსი	ფასდაკლება %	სეზონური მოთხოვნის ზრდა
N	Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
1	3 068,45	280 023	282 574	5	2,59	-8,00%	0
2	3 124,07	291 659	318 622	6	-0,56	-8,00%	0
3	5 597,61	363 676	624 239	12	-0,32	-5,00%	0
4	6 449,65	364 841	609 372	19	-1,33	0,00%	1
5	8 474,51	406 598	716 070	23	3,04	0,00%	1
6	8 040,55	490 796	745 656	28	-1,75	0,00%	1
7	8 970,87	613 604	1 161 784	31	-4,63	0,00%	1
8	8 729,37	776 115	1 116 821	31	-0,23	0,00%	1
9	6 814,66	512 384	735 160	25	1,37	0,00%	1
10	5 516,60	481 841	644 596	19	1,45	-10,00%	0
11	4 707,52	418 138	698 652	12	1,45	-10,00%	0
12	4 651,27	392 628	468 018	7	4,82	0,00%	0
13	3 145,40	320 005	478 579	6	2.08	-8.00%	0
14	3 622,0	295 434	548 116	5	-0.10	-8.00%	0
15	5 449,39	394 884	767 551	9	-0.59	-5.00%	0
16	7 097,73	393 209	719 120	21	0.74	0.00%	1
17	8 242,14	396 264	546 971	24	-1.75	0.00%	1
18	9 378,04	454 347	1 027 570	26	-3.55	0.00%	1
19	10 071,42	673 552	1 583 591	34	-2.12	0.00%	1
20	10 369,22	774 982	1 193 684	35	2.68	0.00%	1
21	7 723,51	504 902	214 882	28	3.25	0.00%	1
22	4 773,91	470 160	173 396	20	0.96	0.00%	0
23	3 653,37	402 374	126 821	14	-0.06	-10.00%	0
24	5 029,28	435 446	273 033	6	1.19	-10.00%	0

25	3 389,19	309 753	824 061	4	1.24	-7.50%	0
26	5 241,79	293 152	641 551	5	0.11	-7.50%	0
27	3 918,35	386 257	856 502	15	1.20	-5.20%	0
28	6 046,55	394 752	603 085	20	-0.25	0.00%	1
29	6 752,85	454 602	662 483	23	-0.59	0.00%	1
30	9 444,61	496 794	883 457	27	-1.94	0.00%	1
31	8 194,94	737 898	780 208	33	-0.82	0.00%	1
32	9 363,25	852 446	221 459	35	1.95	0.00%	1
33	7 057,19	568 687	286 135	29	1.24	0.00%	1
34	4 778,94	504 468	199 926	19	0.86	-9.80%	0
35	3 840,88	436 300	155 308	13	0.93	-9.80%	0
36	5 304,44	465 985	418 817	7	-0.15	0.00%	0
37	2 120,71	323 159	257 419	5	2.57	-7.00%	0
38	3 234,22	360 402	144 763	4	-0.42	-9.00%	0
39	4 922,94	450 875	673 824	14	-0.96	-5.50%	0
40	7 089,60	462 480	1 069 225	19	-0.69	0.00%	1
41	6 152,52	522 359	709 705	24	-1.11	0.00%	1
42	7 427,39	517 038	1 006 068	27	-2.58	0.00%	1
43	7 574,51	764 022	591 828	33	-0,39	0,00%	1
44	8 968,99	874 394	250 922	34	1,43	0,00%	1
45	5 336,36	631 302	179 976	27	0,93	0,00%	1
46	4 457,06	527 157	252 543	21	0,70	0,00%	0
47	3 627,71	458 496	384 748	15	0,72	-10,40%	0
48	4 648,38	486 141	280 519	7	1,55	-10,50%	0

კორელაციური მატრიცა, რომელიც აღწერს ყველა ჩამოთვლილ ფაქტორებს შორის წრფივ კავშირს მოცემულია ცხრილში 4.

როგორც მატრიციდან ჩანს ერთმანეთთან მჭიდრო კავშირშია შემდეგი ფაქტორები: ტურისტების რაოდენობა და გაყიდვების მოცულობა, ჰაერს საშუალო ტემპერატურა და გაყიდვების მოცულობა, ფასდაკლება და გაყიდვების მოცულობა, სეზონური მოთხოვნის ზრდა და გაყიდვების მოცულობა, ტურისტების რაოდენობა და ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, ჰაერის ტემპერატურა და სეზონური მოთხოვნის ზრდა, ჰაერის ტემპერატურა და ფასდაკლება, სეზონური მოთხოვნის ზრდა და ფასდაკლება.

ცხრილი 4 კორელაციური მატრიცა

	გაყიდვების მოცულობა	ტურისტების რაოდენობა	რეკლამის ხარჯი	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	საცალო ფასების ინდექსი	ფასდაკლება %	სეზონური მოთხოვნის ზრდა
გაყიდვების მოცულობა	1,000						
ტურისტების რაოდენობა	0,696	1,000					
რეკლამის ხარჯი	0,582	0,205	1,000				
ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	0,867	0,830	0,386	1,000			
საცალო ფასების ინდექსი	-0,349	-0,073	-0,484	-0,277	1,000		
ფასდაკლება %	0,738	0,504	0,390	0,730	-0,240	1,000	
სეზონური მოთხოვნის ზრდა	0,850	0,578	0,450	0,849	-0,334	0,811	1,000

2.2. მულტიკოლინეარულობა

კორელაციური მატრიციდან ჩანს, რომ არსებობს მაღალი კორელაციური კავშირი ფაქტორებს შორის, რაც წარმოშობს ვარაუდს, რომ რამდენიმე რეგრესორს შორის შესაძლებელია იყოს ზუსტი ან მიახლოებითი წრფივი დამოკიდებულება, ანუ მულტიკოლინეარულობის პრობლემა. ასეთ შემთხვევაში ზოგიერთი კოეფიციენტის ცდომილება ძალზე დიდია. გარდა ამისა, კოეფიციენტების შეფასებები ძალიან არამდგრადია: მონაცემთა სულ მცირე რაოდენობის დამატებაც კი იწვევს დიდ ჩანაცვლებებს ზოგიერთი კოეფიციენტის შეფასებაში. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა წრფივად დაკავშირებული დამოუკიდებელი ცვლადებიდან რომელიმე ცვლადის მოდელიდან გამორიცხვა.

მულტიკოლინეარულობის ინდიკატორს წარმოადგენს VIF- variance inflation factor

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2}, j = 1, 2, \dots, k$$

სადაც R_j^2 არის თითოეული რეგრესორის დეტერმინაციის კოეფიციენტი სხვა დამოუკიდებელი ცვლადებისთვის.

R_j^2 -ის გამოსათვლელად, ჩვენ შემთხვევაში, ექვსი ფაქტორიდან, პირველი ფაქტორი ჩავთვალეთ დამოუკიდებელ ცვლადად, ხოლო დანარჩენი 5 დამოუკიდებელ ცვლადებად. ჩავატარეთ რეგრესიული ანალიზი და მივიღეთ დეტერმინაციის კოეფიციენტი. ანალოგიურად გავაკეთეთ დანარჩენი ცვლადებისთვისა, შედეგად მივიღეთ შემდეგი დეტერმინაციის კოეფიციენტები:

$$R_1^2 = 0,76; \quad R_2^2 = 0,33;$$

$$R_3^2 = 0,89; \quad R_4^2 = 0,28;$$

$$R_5^2 = 0,66; \quad R_6^2 = 0,82;$$

გამოვთვალეთ კოლინეარულობის ინდიკატორი VIF_j .

		Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	VIF
	Intercept	2078.167117	664.9620	3.1252	0.0033	
x1	ტურისტების რაოდენობა	0.002607703	0.0018	1.4669	0.1500	4.2194
x2	რეკლამის ხარჯი	0.001677646	0.0005	3.5436	0.0010	1.4995
x3	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	62.59839746	40.4137	1.5489	0.1291	9.9605
x4	საცალო ფასების ინდექსი	-6.844954182	85.3399	-0.0802	0.9365	1.4053
x5	ფასდაკლება %	-3691.155012	5242.1438	-0.7041	0.4853	3.0080
x6	სეზონური მოთხოვნის ზრდა	1402.678143	615.4782	2.2790	0.0279	5.8225

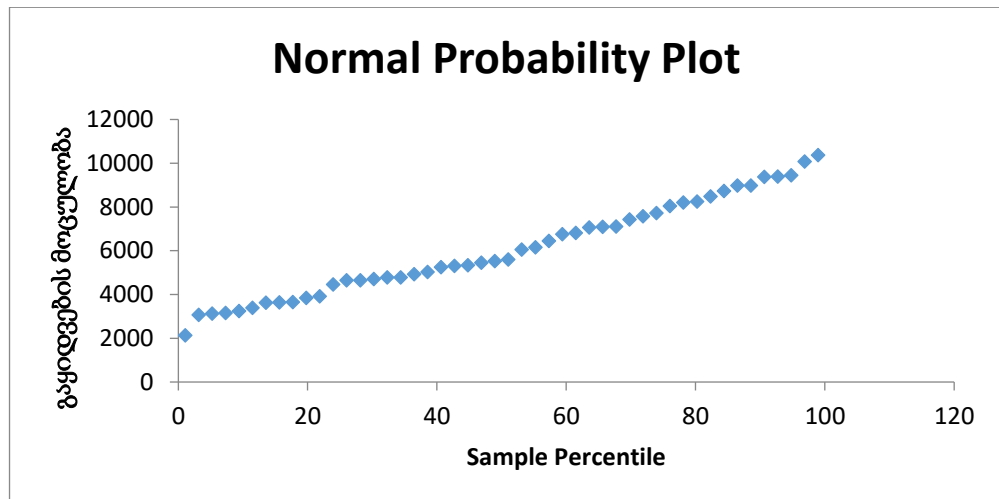
სურ. 12 კოლინეარულობის ინდიკატორები

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ VIF_j -ის მნიშვნელობა მერყეობს 1,4-დან 9,96 დიაპაზონში. p-value-ს და VIF მნიშვნელობების ანალიზით ჩვენთვის მისაღებია მხოლოდ ორი ფაქტორის (x2, x6) გათვალისწინებით რეგრესიული მოდელის აგება .

ჩავატარეთ რეგრესიული ანალიზი ამ ორი ფაქტორის მიხედვით.

SUMMARY OUTPUT								
Regression Statistics								
Multiple R	0.879103							
R Square	0.772822							
Adjusted R Square	0.762725							
Standard Error	1060.948							
Observations	48							
ANOVA								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	172311285	86155642.5	76.54129718	3.29792E-15			
Residual	45	50652445.87	1125609.908					
Total	47	222963730.9						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3526.605	313.9233433	11.23396801	1.20015E-14	2894.330726	4158.878866	2894.330726	4158.878866
რეკლამის ხარჯი	0.001638	0.000519741	3.150870284	0.002892996	0.000590825	0.00268445	0.000590825	0.00268445
სეზონური მოთხოვნის ზრდა	3178.522	342.9028755	9.269453242	5.29783E-12	2487.880328	3869.164015	2487.880328	3869.164015

სურ. 13 მოდელის პარამეტრები



სურ. 14 ნორმალური ალბათობის გრაფიკი

რეგრესიული ანალიზის შედეგად მიღებული მათემატიკური მოდელს აქვს შემდეგი სახე:

$$Y = 3526,605 + 0,0016x_2 + 3178,52x_6.$$

როგორც სურ.12-დან ჩანს რეგრესიის დეტერმინაციის კოეფიციენტი 0,77-ის ტოლია, ხოლო ფიშერის კრიტერიუმის მნიშვნელობა 76,54, რაც სიდიდით მეტია კრიტიკულ მნიშვნელობაზე $F_{7,48-2-1}=2.25$ რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მოდელი ადეკვატურად აღწერს პროცესს.

ნორმალური ალბათობის გრაფიკი (სურ.14) მიგვითითებს იმაზე, რომ რაიმე სიროზულ გადახრებს მიღებული დასკვებებიდან ადგილი არა აქვს და მოყვანილი მონაცემები ადეკვატურად აღიწერება წრფივი რეგრესიული მოდელით..

ნდობის ინტერვალები თითოეული კოეფიციენტისათვის შემდეგია:

$$2894.330726 \leq \text{intercept} \leq 4158.878866$$

$$0.00059 \leq b_1 \leq 0.00268$$

$$2487.880 \leq b_5 \leq 3869.164$$

დავადგინოთ საპროგნოზო Y ცვლადის ნდობის ინტერვალი,

სტიუდენტის კრიტიკული მნიშვნელობა $C_{0.95, n-1} = 2.01$.

დავუშვათ, რომ ჩვენ გვინდა ავაგოთ 95%-იანი ნდობის ინტერვალი შემდეგი დაშვებებით: 585 613 ლარის მოცულობის რეკლამის ხარჯი (ფაქტიური მონაცემების საშუალო მნიშვნელობა), სეზონური მოთხოვნის არსებობა .

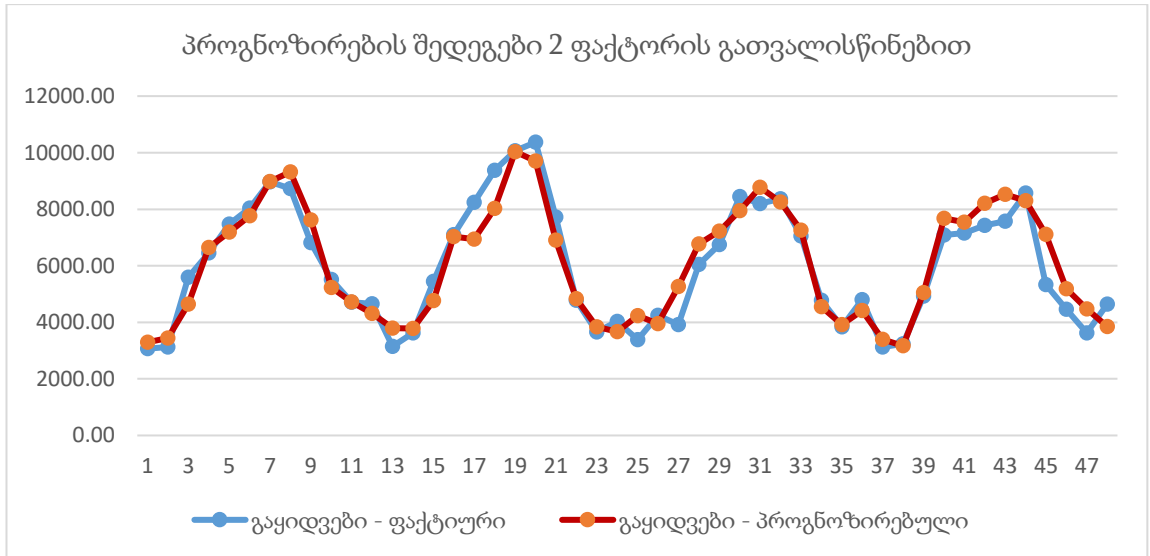
$$Y = 3526,605 + 0,0016 * 585613 + 3178,52 * 1 = 7642,106$$

$$\text{Standard Error} = 1060,948$$

$$\text{Lower Limit} = 7642,106 - 2,01 * 1060,948 = 5511,206$$

$$\text{Upper Limit} = 7642,106 + 2,01 * 1060,948 = 9772,706;$$

მიღებული მოდელის მიხედვით პროგნოზირებული შემოსავლების მნიშვნელობები და სხვაობები რეალურ მნიშვნელობასა და პროგნოზირებულ მონაცემებს შორის მოცემულია დანართ 3-ში, გამოთვლილია საშუალო აბსოლუტური პროცენტული ცდომილება, რომელიც შეადგენს 0.16. შესაბამისი დიაგრამა მოცემულია სურ. 15-ზე..



სურ. 15 პროგნოზირების შედეგები 6 ფაქტორის გათვალისწინებით

რეგრესიული ანალიზის შედეგად მივიღეთ შემდეგი მათემატიკური მოდელი:

$$Y = 3526,605 + 0,0016x_2 + 3178,52x_6.$$

ამ მათემატიკური მოდელის გადახრების საშუალო პროცენტული მნიშვნელობა MAPE=0.16, ამ მაჩვენებლიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ მიღებული განტოლება ადეკვატურად აღწერს პროცესს და სასურველია ამ მოდელის გამოყენება პროგნოზირებისათვის.

2.3. ავტოკორელაცია

მიუხედავად იმისა, რომ მიღებული მოდელი შეიძლება ჩაითვალოს პროგნოზირებისათვის ოპტიმალურ მოდელად, კორელაციური მატრიციდან ჩანს, რომ შეიძლება ადგილი ჰქონდეს ავტოკორელაციას. შესაბამისად გამოვიკვლიოთ და დავადგინოთ ავტოკორელაციის არსებობა.

პირველი რიგის ავტოკორელაციის მოდელის მიხედვით:

$$\varepsilon_t = \rho\varepsilon_{t-1} + u_t$$

ჩამოვყალიბოთ ნულოვანი ჰიპოთეზა - ავტოკორელაცია არ არსებობს:

$$H_0: \rho = 0$$

ალტერნატიული ჰიპოთეზა - ავტოკორელაცია დადებითია:

$$H_1: \rho > 0$$

ჰიპოთეზის ჭეშმარიტობის შემოწმება ხდება დარბინ-ვატსონის სტატისტიკის შესაბამისად:

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2}$$

სადაც ε_t სხვაობა რეგრესიის განტოლებით პროგნოზირებულ მნიშვნელობებსა და რეალურ მნიშვნელობებს შორის.

გადაწყვეტილების მიღება ხდება შემდეგი წესების შესაბამისად:

ნულოვანი ჰიპოთეზა უარყოფილია თუ $d < d_L$, სადაც d_L არის დარბინ-ვატსონის ცხრილური მნიშვნელობის ქვედა ზღვარი.

ნულოვანი ჰიპოთეზა მისაღებია, თუ $d > d_L$.

დარბინ-ვატსონის საანგარიშო მნიშვნელობისთვის გამოყენებული დამხმარე მონაცემები მოცემულია დანართში 4.

$$\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2 = 67\ 104\ 921.10$$

$$, \quad \sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2 = 35\ 745\ 486.03$$

$$d = \frac{\sum_{t=2}^n (\varepsilon_t - \varepsilon_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^n (\varepsilon_t)^2} = 1,88$$

დარბინ-ვატსონის კრიტიკული მნიშვნელობა $d_L = 1.50$

$d > d_L$, შესაბამისად ნულოვანი ჰიპოთეზა ავტოკორელაციის არსებობის შესახებ უარყოფილია.

ამრიგად თუ შევაფასებთ ჩვენ მიერ ჩატარებულ რეგრესიული ანალიზის შედეგებს, უნდა აღინიშნოს, რომ 4 ფაქტორიანი რეგრესიული ანალიზის შედეგად არსებითი აღმოჩნდა ორი ფაქტორი და ამ შემთხვევაში დეტერმინაციის კოეფიციენტმა შეადგინა 0.82. დეტერმინაციის

კოეფიციენტის უფრო მაღალი მნიშვნელობის მისაღებად დავამატეთ ფაქტორების და შევასრულეთ 6 ფაქტორიანი რეგრესიული ანალიზი. ამ ანალიზის შედეგად არსებითი აღმოჩნდა ისევ ორი ფაქტორი და დეტერმინაციის კოეფიციენტით 0.77. აქედან გამომდინარე გადავწყვიტეთ, გამოგვეყენებინა საუკეთესო რეგრესიული მოდელის შერჩევის ალგორითმი [17], რომელიც შემდეგში მდგომარეობს:

- განისაზღვროს ფაქტორების ყველა შესაძლო კომბინაციის დეტერმინაციის კოეფიციენტები.
- შეირჩეს საუკეთესო მოდელი. ჩვენთვის საინტერესოა ერთის მხრივ ის რეგრესიული მოდელი, რომელსაც აქვს ყველაზე მაღალი დეტერმინაციის კოეფიციენტი და მეორეს მხრივ წარმოადგენს ყველაზე მარტივ რეგრესიულ განტოლებას.

1. შერჩევის ანალიზი მოითხოვს, რომ რეგრესიული განტოლება მოიცავდეს მოიცავდეს რაც შეიძლება მეტ შესაძლო განმსაზღვრელ ცვლადს.
2. საუკეთესო რეგრესიის განტოლებად ჩაითვლება ყველაზე მარტივი რეგრესიული განტოლება.

კვლევის საწყისი მონაცემები, შუალედური შედეგები და დეტერმინაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობები ფაქტორების ყველა შესაძლო კომბინაციის შემთხვევაში მოცემულია ცხრილის სახით (იხ. დანართი 5-12).

ყველა შესაძლო კომბინაციიდან ამოვარჩიეთ მაღალი დეტერმინაციის მქონე კომბინაციები პარამეტრთა რაოდენობის მიხედვით (ცხრილი 5)

ცხრილი 5 საუკეთესო რეგრესიული განტოლებები სხვადასხვა კომბინაციებისათვის

	გამოყენებული დამოუკიდებელი ცვლადები	თავისუფლების ხარისხი	SSE	R ²	Adjusted R ²
1	პარამეტრის გარეშე	47		0	0
2	x3	46	167651077.86	0.75	0.75192085
3	x1x6	45	4257.40	0.76	0.78554912
4	x2x3x6	44	188919141.05	0.85	0.84730884
5	x1x2x3x6	43	190566855.57	0.854	0.8546989
6	x1x2x3x5x6	42	190949118.88	0.86	0.85641336
7	x1x2x3x4x5x6	41	190954141.53	0.86	0.85643589

ცხრილიდან და რეგრესიული ანალიზის შუალედური შედეგებიდან ნათლად ჩანს, რომ საუკეთესო კომბინაციად უნდა მივიჩნიოთ x2x3x6 ცვლადების კომბინაცია და ამავე დროს ეს კომბინაცია აკმაყოფილებს განტოლების სიმარტივის მოთხოვნას.

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.920494							
R Square	0.847309							
Adjusted R Square	0.836898							
Standard Error	879.6253							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	1.89E+08	62973047	81.38779	5.50271E-18			
Residual	44	34044590	773740.7					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	2369.186	360.7669	6.567084	4.94E-08	1642.108309	3096.264	1642.108	3096.264
x2	0.00162	0.000431	3.758356	0.0005	0.000751109	0.002488	0.000751	0.002488
x6	1291.416	496.7258	2.599857	0.012649	290.3308362	2292.501	290.3308	2292.501
x3	111.8695	24.14642	4.632966	3.21E-05	63.20561514	160.5334	63.20562	160.5334

სურ. 16 რეგრესიული ანალიზის შედეგები x2,x3,x6 ფაქტორებისათვის

შესაბამისად საუკეთესო რეგერსიულ მოდელის განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$y=2069.43+0.00162x_2+111.869x_3+1291.42x_6$$

ჩვენ შევიძლია გადავიდეთ პროგნოზირებაზე, გამოვიკვლიოთ სხვადასხვა პროგნოზირების მეთოდები და შევარჩიოთ ოპტიმალური მოდელი. თუმცა საუკეთესო პროგნოზის მისაღებად სასურველია გამოკვეთილი არსებითი ფაქტორის პროგნოზირების გაკეთება და ამ პროგნოზის საფუძველზე სამიზნე მაჩვენებლების პროგნოზის მოდელირება. საინტერესო იქნებოდა ამ გზით პროგნოზირება, მაგრამ მონაცემების საკმარისი რაოდენობის არარსებობის გამო გვერდი ავუარეთ არსებითი ფაქტორის პროგნოზირების საკითხებს და გადავედით პირდაპირ სამიზნე მაჩვენებლების პროგნოზირებაზე.

თავი III პროგნოზირება

პროგნოზირება, რომელიც ეფუძნება დროითი მწკრივის ანალიზს, ეყრდნობა დაშვებას, რომ დროითი მწკრივის მომავალი მაჩვენებლები შესაძლებელია წარსული მონაცემების საფუძველზე შეფასდეს, რაც გულისხმობს, რომ ის გარემო და მექანიზმები, რომლებშიც ყალიბდებოდა ძველი მონაცემები შენარჩუნებულ იქნება მომავალში, ანუ სიმბოლურად წარსული მეორდება მომავალში.

აბსოლუტურად იდენტური გარემო და მექანიზმები რა თქმა უნდა ვერ განმეორდება, ამიტომაც მომავალი მაჩვენებლების პროგნოზირება რთულია. მიუხედავად ამისა რაოდენობრივი პროგნოზირების მეთოდები მაინც პრაქტიკაში ინტენსიურად გამოიყენება.

პროგნოზირების პროცესი ძირითადად შეგვიძლია ჩამოვყალიბოთ 5 ეტაპად. ეს ეტაპებია :

- ✓ პრობლემის დასმა და მონაცემების მოგროვება;
- ✓ მონაცემების შერჩევა (მხოლოდ პრობლემასთან დაკავშირებული რელევანტური მონაცემები);
- ✓ მოდელირება და მოდელის შეფასება;
- ✓ მოდელის დანერგვა
- ✓ პროგნოზის შეფასება.

პროგნოზირების შეფასების ეტაპი განსაზღვრას ფაქტიური, ისტორიული მონაცემების შედარებას პროგნოზთან და პროგნოზის სიზუსტის დადგენას.

პროგნოზის სიზუსტის განსაზღვრავად გამოიყენებენ ხუთ ძირითად მაჩვენებელს. კერძოდ:

1. საშუალო შეცდომა (ME)- გამოიყენება, იმის შესამომწებლად, არის თუ არა მოდელი ჩანაცვლებული, რაც ნიშნავს იმას, რომ ხომ არ იძლევა მოდელი სისტემურად მაღალ ან სისტემურად დაბალ

პროგნოზს. მაგ. დიდი დადებითი ME ნიშნავს დადებითი შეცდომების რაოდენობა ბევრად აღემატება უარყოფითი შეცდომების რაოდენობას $y_t - \hat{y}_t > 0, \hat{y}_t < y_t$.

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)$$

2. საშუალო აბსოლუტური გადახრა (MAD) - რომელიც ზომავს პროგნოზის სიზუსტეს, პროგნოზის შეცდომების სიდიდეების გასაშუალებების გზით (აბსოლუტური მნიშვნელობა) და გამოისახება იგივე ერთეულებში როგორც საწყისი მონაცემები.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

3. საშუალო კვადრატული შეცდომა (MSE) - ეს მაჩვენებელი გამოითვლება ფორმულით :

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

გამოიყენება მაშინ, როდესაც საჭიროა პროგნოზირებისას დაშვებული დიდი შეცდომების გამოყოფა და ისეთი მოდელის შერჩევა, რომელიც გვაძლევს შეცდომების დაბალ მაჩვენებელს.

კვადრატული ფესვი MSE-დან, ან საშუალო კვადრატული შეცდომა (RMSE). ეს სიდიდე ასევე გამოიყენება პროგნოზის სიზუსტის შესაფასებლად. მისი ფორმულა ასე გამოისახება :

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}$$

ხშირად უფრო მოსახერხებელია პროგნოზირების შეცდომების გამოსახვა პროცენტებში და არა აბსოლუტურ მაჩვენებლებში. ამისათვის იყენებენ MAPE-ს, რომელიც გამოითვლება :

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{|Y_t|}$$

ამ ფორმულის გამოყენების დროს უნდა გვახსოვდეს, რომ არ შეგვიძლია გამოვიყენოთ ეს ფორმულა თუ ერთი მაინც Y_t (დროითი მწკრივის მნიშვნელობა t პერიოდისათვის) არის ნული.

მეხუთე მაჩვენებელი - ეს არის საშუალო პროცენტული შეცდომა MPE. ის გამოითვლება ფორმულით:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{(Y_t - \hat{Y}_t)}{Y_t}$$

კონკრეტულად პროგნოზირების რომელი მეთოდი აღწერს ყველაზე ადეკვატურად მომავალ პროცესებს დამოკიდებულია სწორედ ზემოთ მოყვანილი ხუთი ფაქტორის სიდიდეებზე. თავისთავად, ლოგიკურია, რომ პროგნოზირების საუკეთესო მეთოდის (იმ კონკრეტული ამოცანისათვის, რაც ჩვენ გვინტერესებს) დროს პროგნოზის შეცდომები მცირე უნდა იყოს.

წინა თავში განვიხილეთ მრავლობითი რეგრესიული მოდელები, შევაფასეთ სხვადასხვა ფაქტორების არსებობა, რომელიც გავლენას ახდენს კომპანიის შემოსავლებზე. ლოგიკურია, გამოვიკვლიოთ იგივე კომპანიის მაგალითზე პროგნოზირების ამოცანა სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით და გამოვყოთ ის მეთოდი, რომელიც საუკეთესოა მოცემულ პირობებში პროგნოზირებისათვის.

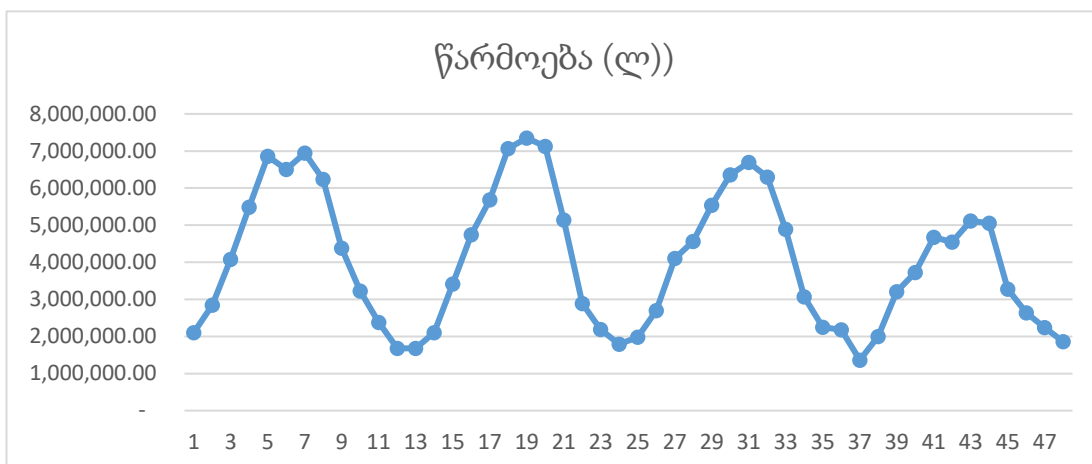
წარმოების მოცულობის პროგნოზირებისათვის აღებული მაქვს კომპანიის 4 წლის განმავლობაში წარმოების მოცულობის ფაქტიური მაჩვენებლები. უპირველესად ჩემი მიზანი იყო ამ მონაცემების ანალიზის საფუძველზე გამომეკვლინა კანონზომიერება, კერძოდ ტრენდი (ტენდენცია) ანუ მონაცემთა თანმიმდევრული, მრავალწლიანი ცვლილება, რომელიც გამოსახება ზრდადობით ან კლებადობით, სეზონური ცვლილებები,

რომელიც გულისხმობს მონაცემთა მოკლევადიან (ერთ წლამდე პერიოდისთვის - ერთი დღიდან რამდენიმე თვემდე მერყეობით) საკმაოდ რეგულარულ მონაცვლეობას მატებისა და კლების მიმართულებით .

წარმოების მოცულობის ფაქტიური მონაცემები მოცემულია ცხრილში 16, ხოლო სურ.17-ზე ნაჩვენებია შესაბამისი გრაფიკული გამოსახულება.

ცხრილი 6 კომპანიის ფაქტიური წარმოების მოცულობა 4 წლის განმავლობაში

პერიოდი	წარმოება (ლ)	პერიოდი	წარმოება (ლ)
1	2 099 077.64	1	1 978 242.30
2	2 844 090.48	2	2 693 355.62
3	4 075 825.56	3	4 107 920.82
4	5 485 510.92	4	4 559 541.24
5	6 860 559.40	5	5 540 922.57
6	6 504 108.28	6	6 356 747.12
7	6 939 839.64	7	6 690 246.83
8	6 233 019.08	8	6 300 644.20
9	4 376 604.16	9	4 886 958.37
10	3 220 695.88	10	3 065 085.23
11	2 379 368.64	11	2 246 724.36
12	1 675 546.92	12	2 180 012.61
1	1 678 979.00	1	1 362 546.58
2	2 103 359.32	2	1 996 236.77
3	3 415 843.28	3	3 210 605.38
4	4 739 625.58	4	3 727 537.69
5	5 679 960.28	5	3 671 491.45
6	7 066 214.68	6	4 948 202.29
7	7 127 256.16	7	5 115 359.00
8	7 348 939.76	8	5 950 175.03
9	5 140 764.12	9	3 277 183.84
10	2 885 166.49	10	2 632 765.87
11	2 185 118.67	11	2 242 607.15
12	1 791 178.05	12	1 861 159.64



სურ. 17 4 წლის განმავლობაში წარმოების მოცულობა (ლ)

გრაფიკიდან ნათლად ჩანს, რომ წარმოების მოცულობა სეზონურად იცვლება. დროითი მწკრივი განიცდის სეზონურ ვარიაციას, წლის თვეების მიხედვით შეიმჩნევა დადამავალი ტრენდი. შესაბამისად მონაცემების რეგრესიული ანალიზის ჩატარებისას საჭიროდ ჩავთვალე, სეზონურობის კოეფიციენტების გამოთვლა და მისი გამოყენება პროგნოზის სიზუსტისათვის. ასევე პროგნოზირების სტატისტიკური მეთოდების შერჩევა მოხდა სწორედ სეზონურობის გათვალისწინებით.

3.1 დეკომპოზიცია პროგნოზირებაში

დეკომპოზიციის პრინციპი ეს არის რთული ამოცანების გადაწყვეტის უნივერსალური მეცნიერული მეთოდი, რომელიც ეყრდნობა ამოცანის სტრუქტურას და მის დაშლას რამდენიმე მარტივ ქვეამოცანებად. ეს დაყოფა გრძელდება მანამ, სანამ მარტივი ქვეამოცანის დონის გამარტივებას პრაქტიკული აზრი ექნება [3].

დეკომპოზიციის პრინციპის გამოყენება ფინანსური ამოცანების გადაწყვეტისას ემყარება ტრენდისა და ციკლის ცნებებს. ტრენდი ანუ ტენდენცია ეს არის ფაქტორების სიდიდეების განსაზღვრული ცვლილება/ტენდენცია რომელიმე მიმართულებით - ეს არის ტექნიკური ანალიზის საფუძველი

ჩვენს მიერ გამოყენებულ იქნა კლასიკური დეკომპოზიციის მეთოდი, რომელიც აღიწერება შემდეგი მოდელით:

$$Y_t = f(T, C, S, e), \text{ სადაც}$$

Y- არის დროითი მწკრივის ფაქტიური მაჩვენებლები t პერიოდში;

T - ტრენდი;

C- ციკლური გავლენა;

S- სეზონური გავლენა;

e- შეცდომა.

დეკომპოზიციის ორი ძირითადი მოდელი არსებობს: ადიტიური და მულტიპლიკატიური.

ადიტიური მოდელი აღიწერება შემდეგი გამოსახულებით:

$$Y = T + C + S + e,$$





მოცემული მოდელი წარმოადგენს წრფივ მოდელს, სადაც დროითი ცვლილებები თანმიმდევრულად იცვლება ერთიდაიგივე სიდიდით. თვითონ წრფივი ტრენდი კი წამოადგენს წრფეს და წრფივ სეზონურობას გააჩნია ერთი და იგივე სიხშირე და ამპლიტუდა.

მულტიპლიკატიური მოდელი აღიწერება შემდეგი გამოსახულებით:

$$Y = T * C * S * e,$$

ასეთ მოდელს არაწრფივი ხასიათი გააჩნია, ის შეიძლება იყოს ექსპონენციალური ან კვადრატული. ცვლილება იზრდება ან მცირდება დროის განმავლობაში. ტრენდს გააჩნია მრუდის ფორმა, ხოლო სეზონურობა კი დროის განმავლობაში ზრდის ან ამცირება სიხშირეს ან ამპლიტუდას.

ცხრილი 7 დროითი მწკრივების სხვადასხვა მოდელები

	ადიტიური სეზონურობა	მულტიპლიკატიური სეზონურობა
წრფივი ტრენდი		
კვადრატული ტრენდი		

დეკომპოზიციის მეთოდი მოიცავს შემდეგ საფეხურებს:

- ✓ ცენტრირებული მცოცავი საშუალო (ტრენდ-ციკლურ კომპონენტების შეფასება)
- ✓ სეზონური ვარიაცია
- ✓ სეზონური ინდექსები;
- ✓ დესეზონალიზაცია;
- ✓ ტრენდი;
- ✓ პროგნოზირება

შემთხვევითი ანუ არარეგულარული კომპონენტის არსებობა დროით მწკრივში ხშირად ფარავს სხვა კომპონენტებს, რაც აძნელებს მათ ანალიზს. შემთხვევითი კომპონენტის გამორიცხვის ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი გზა არის დროითი მწკრივის გაგლუვება. გაგლუვების ერთ-ერთ მეთოდს წარმოადგენს მცოცავი საშუალოს მეთოდი.

მცოცავი საშუალოს აგება ნიშნავს შემდეგს: აიღება დროითი მწკრივის პირველი m წევრი (Y_1, Y_2, \dots, Y_m) (ვთქვათ m კენტი), გამოითვლება მათ აროთმეტიკული საშუალო და ეს მნიშვნელობები მიეწერება განხილული დროის მონაკვეთს შუა წერტილს, $(m+1)/2$ -ს, შემდეგ აიღება (Y_2, Y_3, \dots, Y_{m+1}) წევრები, გამოითვლება მათი საშუალო, რომლის მნიშვნელობა მიეწერება ამ მონაკვეთის შუა წერტილს $(m+3)/2$ -ს. ეს პროცედურა გაგრძელდება

დროითი მწკრივის სრულ ამოწურვამდე. ცხადია, რომ რაც უფრო მკლე პერიოდიან მცოცავ საშუალოს ავაგებთ მით უფრო ნაკლებია გაგლუვების ხარისხი. ცენტრირებული მცოცავი საშუალოს გამოთვლა მოითხოვს დამატებით გამოკვლევებს.

სეზონური ეფექტი წარმოადგენს პერიოდულ რხევას ტრენდის მიმართ, რომლის პერიოდის სიგრძე ერთზე ნაკლებია. სეზონური ეფექტის აღმოსაჩენად აუცილებელია, რომ დროითი მწკრივი იყოს საკმაოდ „გრელი“, რათა გვექონდეს საშუალება დავაკვირდეთ ყოველი სეზონის რამოდენიმეჯერ გამოჩენას.

სეზონური კომპონენტის აღსარიცხად გამოიყენება ე.წ. სეზონური ინდექსები, რომელიც გამოიანგარიშება მიმდევრობით 4 ეტაპად.

გამოითვლება m -პერიოდიანი მცოცავი საშუალო, ამავე დროს პერიოდების რიცხვი უნდა ემთხვეოდეს სეზონების რაოდენობას წელიწადში.

მცოცავი საშუალოს მეთოდით გაგლუვებულ დროით მწკრივში აღარ აისახება სეზონური და შემთხვევითი კომპონენტები, რჩება მხოლოდ ტრენდი და ციკლური კომპონენტა:

$$Y_t = T \cdot C \cdot S \cdot e, \text{ საიდანაც } S \cdot e = \frac{Y_t}{T \cdot C} = \frac{T \cdot C \cdot S \cdot e}{T \cdot C} = S \cdot e$$

ყოველ სეზონისათვის გამოითვლება წინა ბიჯზე გამოთვლილი ფარდობების საშუალო. ეს გამორიცხავს შემთხვევითი კომპონენტის დიდ ნაწილს.

სეზონური ინდექსები წარმოადგენს წინა ნაბიჯზე ყოველი სეზონისათვის მიღებულ საშუალოებს, მხოლოდ იმ შესწორებით, რომ საშუალო ინდექსი 1-ის ტოლი გამოვიდეს. ამისათვის თითოეული ინდექსი იყოფა ყველა ინდექსის ჯამზე და მრავლდება m -ზე. სეზონურ ინდექსს S -ით აღვნიშნავთ.

დესეზონალიზაციისათვის უნდა გამოვიყენოთ შემდეგი გამოსახულება:

$$\frac{Y}{S} = \frac{T \cdot C \cdot S \cdot e}{S} = T \cdot C \cdot e$$

სადაც S არის სეზონური ინდექსები t პერიოდისათვის.

სეზონური ინდექსები გამოიყენება პროგნოზირებისათვის. იმ შემთხვევაში, როდესაც დროითი მწკრივის მოდელი შედგება მხოლოდ ტრენდისა და სეზონური კომპონენტისაგან, პროგნოზირება შემდეგი პროცედურით წარმოებს.

ვუშვებთ, რომ $\hat{Y}_t = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 t$, დროის რაიმე მომენტში დროითი მწკრივის პროგნოზირება ხდება ფორმულით:

$$\text{Trend} = \hat{T}_1 = a + bt$$

საწყისი მონაცემებით პროგნოზირებისათვის გამოვიყენეთ დეკომპოზიციის მოდელი და მივიღეთ შემდეგი შუალედური შედეგები მულტიპლიკატიური მოდელის შემთხვევაში (დანართი 5).

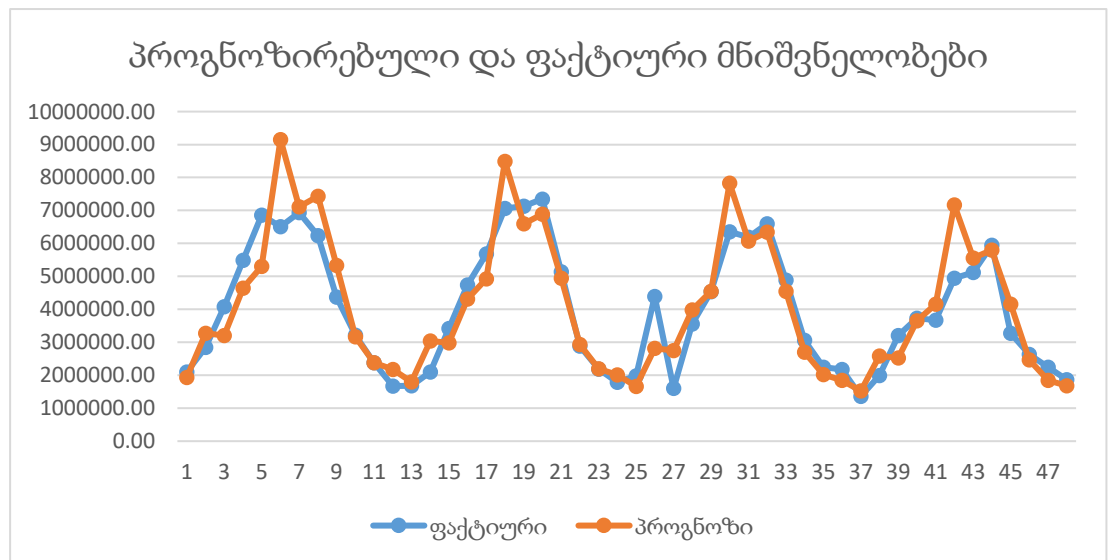
სეზონურობის საერთო ინდექსმა საშუალება მოგვცა დაგვედგინა ყოველი პერიოდისთვის სეზონურობის კოეფიციენტები (ყოველი პერიოდის საშუალო გადახრის მნიშვნელობის შეფარდება სეზონურობის საერთო ინდექსთან). მიღებული მნიშვნელობები ასახულია ცხრილში 8.

ცხრილი 8 თითოეული პერიოდის სეზონურობის კოეფიციენტები

თვე	სეზონურობის კოეფიციენტები
1	0.423879
2	0.723637
3	0.712475
4	1.039128
5	1.19343

6	2.071292
7	1.618658
8	1.703037
9	1.229576
10	0.734466
11	0.554701
12	0.510154

სეზონურობის კოეფიციენტის გათვალისწინებით მივიღეთ პროგნოზირებული მნიშვნელობები (დანართი 5). ფაქტიური მაჩვენებლების და პროგნოზირებული მნიშვნელობების დიაგრამა მოცემულია სურ.18-ზე.



სურ. 18 ფაქტიური მაჩვენებლები და პროგნოზირების შედეგები წრფივი მოდელისა და სეზონურობის გათვალისწინებით (მულტიპლიკატიური მოდელი)

პროგნოზირების მოდელის სიზუსტის შეფასება

მოდელის სიზუსტის შესაფასებლად ვიპოვეთ მოდელის ცდომილება, რომელიც გამოვითვალეთ როგორც სხვაობა პროგნოზირებულ მნიშვნელობასა და ფაქტიურ მნიშვნელობას შორის. ვიპოვეთ საშუალო კვადრატული გადახრა მოდელის ცდომილებისა ფაქტიურ მონაცემებთან მიმართებაში.

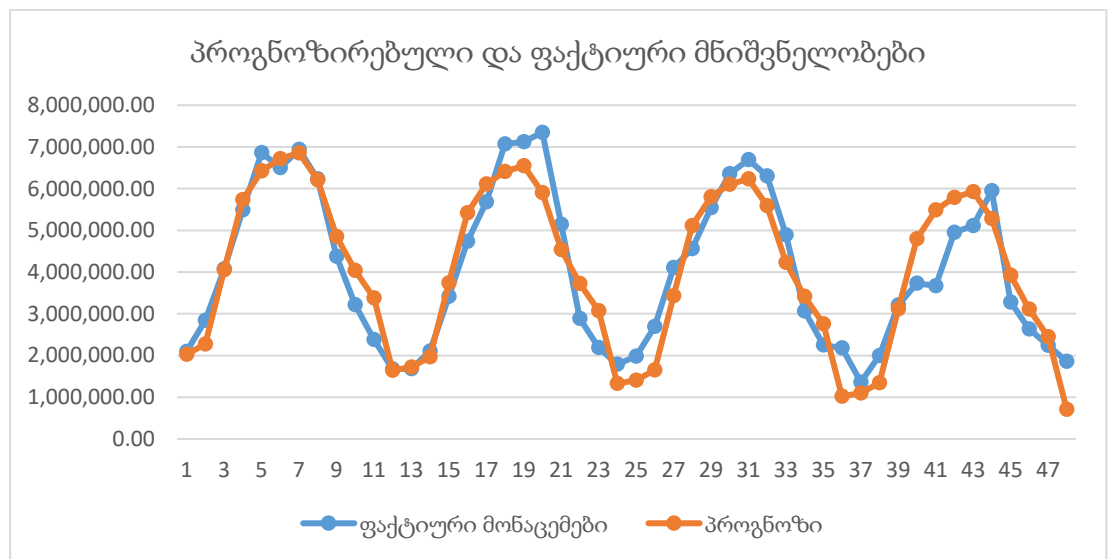
მივიღეთ საბოლოო მახასიათებლები (ცხრილი 9).

ცხრილი 9 პროგნოზის მოდელის სიზუსტის მახასიათებლები

Trend Coefficient	-27772.41575
Sum of Square Errors	3.21926E+13
Standard deviation of series	2836928.041
RSE	973 058.29
R2	-0.382
MAPE	0.11

განვიხილეთ დეკომპოზიციის მეთოდის ადიტიური მოდელიც, მივიღეთ შემდეგი შუალედური შედეგები (დანართი 6).

ფაქტიური მაჩვენებლების და პროგნოზირებული მნიშვნელობების დიაგრამა მოცემულია სურ.19-ზე.



სურ. 19 ფაქტიური მაჩვენებლები და პროგნოზირების შედეგები წრფივი მოდელისა და სეზონურობის გათვალისწინებით (ადიტიური მოდელი)

მოდელის სიზუსტის შეფასებისას მივიღეთ მაჩვენებლები (ცხრილი 10).

ცხრილი 10 პროგნოზის მოდელის სიზუსტის მაჩვენებლები

Trend Coefficient	-25 889.39
Sum of Square Errors	22 227 343 547 933.70
Standard deviation of series	2 357 294.19
RSE	808 545.24
R2	-0.382
MAPE	0.17

3.2 სეზონური მონაცემების პროგნოზი რეგრესიის გამოყენებით

პროგნოზირების ერთ-ერთ მეთოდს წარმოადგენს პროგნოზირება მუხჯი ცვლადებით. ამისათვის უნდა მოვამზადოთ საწყისი მონაცემები, რომელიც წარმოდგენილია ცხრილი 11-ის სახით. ცხრილი მოიცავს ფაქტიური მოცულობებს, პერიოდს და თვეებს. თვეების სვეტის მონაცემები შეიცავს მნიშვნელობებს 1 ან 0-ს. თუ სვეტის ნომერი ემთხვევა პერიოდის ნომერს, მაშინ შესაბამისი მნიშვნელობა არის 1, ყველა სხვა შემთხვევაში მნიშვნელობა არის 0 (ცხრილი 11).

საძიებელი რეგრესიული განტოლებაა:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 t + \beta_2 S_2(t) + \beta_3 S_3(t) + \dots + \beta_{12} S_{12}(t) + \varepsilon_t,$$

$$\text{სადაც } S_i(t) = \begin{cases} 1, & \text{თუ } t \text{ შეესაბამება } i - \text{ურ თვეს} \\ 0, & \text{დანარჩენ შემთხვევაში} \end{cases}$$

პირველი კვარტლისათვის Y-ის პროგნოზირებული მნიშვნელობა გამოითვლება ფორმულით:

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 t$$

მეორე კვარტლისთვის:

$$\hat{y}_t = (b_0 + b_2) + b_1 t$$

ცხრილის მონაცემების - მუხჯი ცვლადების განსაზღვრის მათემატიკური ფორმულირება შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი სახით:

ცხრილი 11 სეზონური კომპონენტების გათვალისწინებით დროითი მწკრივის საწყისი მონაცემების მომზადება რეგრესიული ანალიზისათვის

N	Demand (Actual Y_t)	Time	მუხჯი ცვლადები თითოეული თვისთვის										
			s2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12
1	2 099 077.64	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	2 844 090.48	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	4 075 825.56	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	5 485 510.92	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	6 860 559.40	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
6	6 504 108.28	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
7	6 939 839.64	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
8	6 233 019.08	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
9	4 376 604.16	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
10	3 220 695.88	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
11	2 379 368.64	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
12	1 675 546.92	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13	1 678 979.00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	2 103 359.32	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	3 415 843.28	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	4 739 625.58	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17	5 679 960.28	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
18	7 066 214.68	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
19	7 127 256.16	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20	7 348 939.76	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
21	5 140 764.12	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
22	2 885 166.49	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
23	2 185 118.67	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
24	1 791 178.05	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
25	1 978 242.30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2 693 355.62	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	4 107 920.82	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	4 559 541.24	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
29	5 540 922.57	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
30	6 356 747.12	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
31	6 690 246.83	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
32	6 300 644.20	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
33	4 886 958.37	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
34	3 065 085.23	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
35	2 246 724.36	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

36	2 180 012.61	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
37	1 362 546.58	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	1 996 236.77	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	3 210 605.38	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	3 727 537.69	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
41	3 671 491.45	5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
42	4 948 202.29	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
43	5 115 359.00	7	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
44	5 950 175.03	8	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
45	3 277 183.84	9	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
46	2 632 765.87	10	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
47	2 242 607.15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
48	1 861 159.64	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

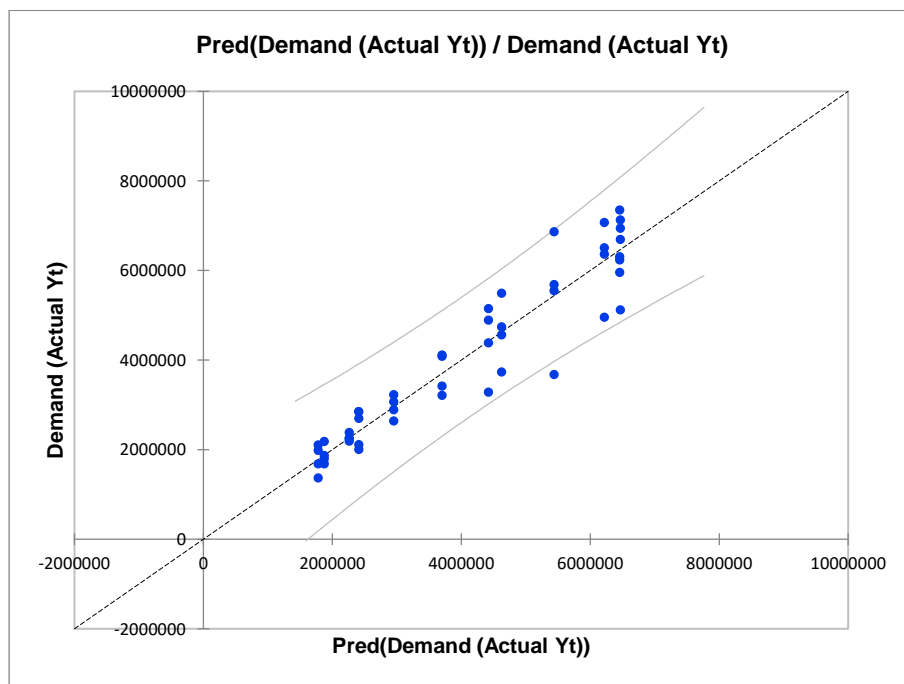
ჩავატარე რეგრესიული ანალიზი და მივიღე შემდეგი შედეგები:

Regression of variable Demand (Actual Yt):	
Goodness of fit statistics (Demand (Actual Yt)):	
Observations	48.000
Sum of weights	48.000
DF	36.000
R2	0.895
Adjusted R2	0.863
MSE	465485502097.506
RMSE	682264.979
MAPE	11.015
DW	0.519
Cp	12.000
AIC	1299.776
SBC	1322.230
PC	0.174

სურ. 20 რეგრესიის სტატისტიკური მახასიათებლები

Analysis of variance (Demand (Actual Yt)):					
Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F
Model	11	143351787227878.000	13031980657079.800	27.997	< 0.0001
Error	36	16757478075510.200	465485502097.506		
Corrected Total	47	160109265303388.000			
Computed against model Y=Mean(Y)					
Model parameters (Demand (Actual Yt)):					
Source	Value	Standard error	t	Pr > t	Lower bound (95%)
Intercept	1770869.296	373434.467	4.742	< 0.0001	1013509.093
time	8842.084	43857.654	0.202	0.841	-80105.361
s2	620707.083	462069.056	1.343	0.188	-316412.398
S3	1905153.212	445106.574	4.280	0.000	1002435.239
S4	2821816.225	431947.797	6.533	< 0.0001	1945785.489
S5	3623153.709	422947.898	8.566	< 0.0001	2765375.614
S6	4394896.292	418375.354	10.505	< 0.0001	3546391.747
S7	4635411.523	418375.354	11.080	< 0.0001	3786906.978
S8	4616588.549	422947.898	10.915	< 0.0001	3758810.454
S9	2569929.570	431947.797	5.950	< 0.0001	1693898.833
S10	1091638.231	445106.574	2.453	0.019	188920.258
S11	395322.484	462069.056	0.856	0.398	-541796.997
S12	0.000	0.000			

სურ. 21 მოდელის პარამეტრები

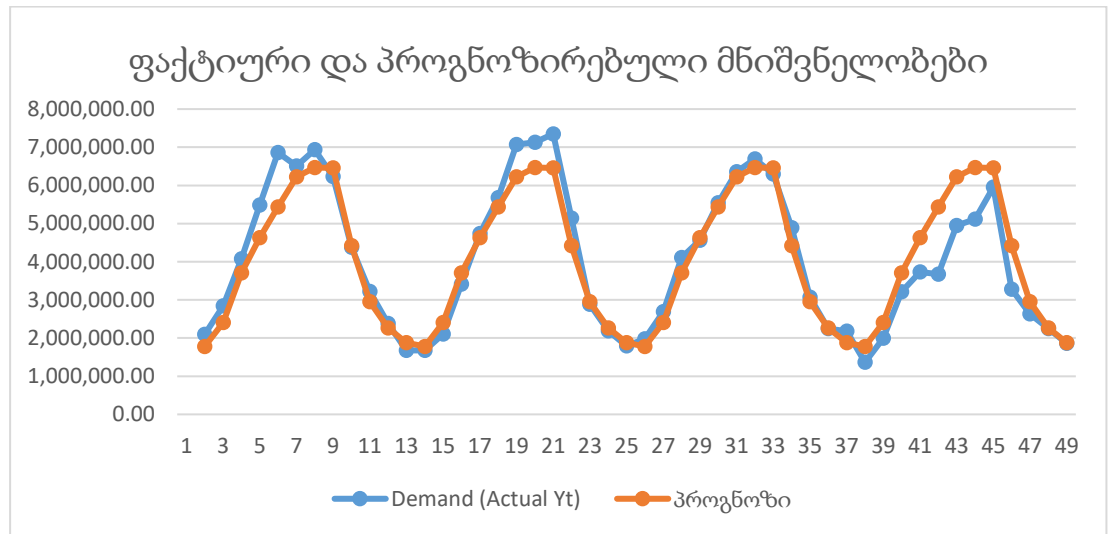


სურ. 22 პროგნოზირება და ფაქტიური მაჩვენებლები

როგორც ანალიზიდან ჩანს, დეტერმინაციის კოეფიციენტი შეადგენს 0,895-ს, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ მიღებული მოდელი 89% სიზუსტით აღწერს პროცესს.

შევაფასოთ კოეფიციენტების არსებობა, თუ $t\text{-stat} > P\text{-v}$, მაშინ ეს კოეფიციენტი არსებობს, როგორც სურ.5-დან ჩანს არ არის არსებითი, სამი კოეფიციენტი: time, S2, S11. შესაბამისად, რეგრესიულ განტოლებას აქვს შემდეგი სახე:

$$\text{Demand (Actual Yt)} = 1\,770\,869.29 + 1905153.21 * S3 + 2821816.22 * S4 + 3623153.70 * S5 + 4394896.29 * S6 + 4635411.52 * S7 + 4616588.54 * S8 + 2569929.56 * S9 + 1091638.23 * S10$$



სურ. 23 პროგნოზირების შედეგები

3.3 ტრენდის შეფასება სხვაობებით, პროგნოზირება სხვაობებით

მოცემული მეთოდით ხდება იმ მონაცემების შეფასება, რომელთაც ახასიათებთ მაღალი სეზონურობა. ამ მეთოდით სხვაობების გამოთვლა ხდება 12 თვის წანაცვლებით. ვპოულობთ მიღებული სხვაობების საშუალო მნიშვნელობას. ვითვლით დადგენილ სიდიდეებს, სეზონური სხვაობების და შესაბამისი საშუალოს ჯამი გვაძლევს ტრენდის მნიშვნელობას. გამოგვყავს სხვაობრივი მნიშვნელობები ტრენდსა და ფაქტიურ სიდიდეებს შორის და ვაფასებთ პროგნოზირების სიზუსტეს. შედეგები ასახულია ცხრილში

ცხრილი 12 პროგნოზირება სხვაობებისთ - მიღებული შედეგები

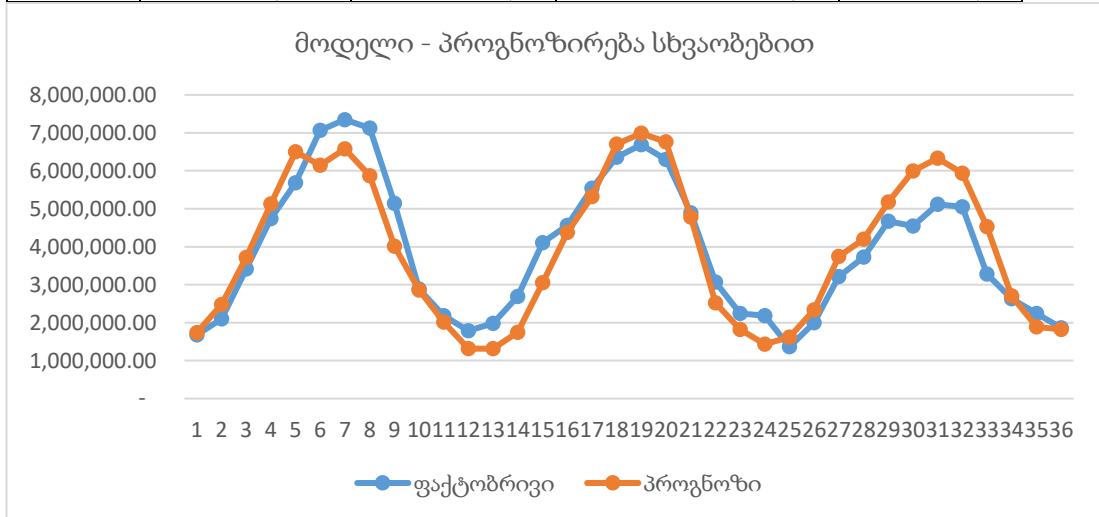
პერიოდი	წარმოების მოცულობა	12-ით წანაცვლებული სხვაობები	დადგენილი მნიშვნელობები
Period	Actual Value	12 th different	Fitted Value
1	2 099 077,64		
2	2 844 090,48		
3	4 075 825,56		
4	5 485 510,92		
5	6 860 559,40		
6	6 504 108,28		
7	6 939 839,64		
8	6 233 019,08		
9	4 376 604,16		
10	3 220 695,88		
11	2 379 368,64		
12	1 675 546,92		
13	1 678 979,00	- 420 098,64	1 738 011,64
14	2 103 359,32	- 740 731,16	2 483 024,48
15	3 415 843,28	- 659 982,28	3 714 759,56
16	4 739 625,58	- 745 885,34	5 124 444,92
17	5 679 960,28	- 1 180 599,12	6 499 493,40
18	7 066 214,68	562 106,40	6 143 042,28
19	7 348 256,16	408 416,52	6 578 773,64
20	7 127 939,76	894 920,68	5 871 953,08
21	5 140 764,12	764 159,96	4 015 538,16
22	2 885 166,49	- 335 529,39	2 859 629,88
23	2 185 118,67	- 194 249,97	2 018 302,64
24	1 791 178,05	115 631,13	1 314 480,92
25	1 978 242,30	299 263,30	1 317 913,00
26	2 693 355,62	589 996,30	1 742 293,32
27	4 107 920,82	692 077,54	3 054 777,28
28	4 559 541,24	- 180 084,34	4 378 559,58
29	5 540 922,57	- 139 037,71	5 318 894,28
30	6 356 747,12	- 709 467,56	6 705 148,68
31	6 690 246,83	- 658 009,33	6 987 190,16
32	6 300 644,20	- 827 295,56	6 766 873,76
33	4 886 958,37	- 253 805,75	4 779 698,12
34	3 065 085,23	179 918,74	2 524 100,49
35	2 246 724,36	61 605,69	1 824 052,67
36	2 180 012,61	388 834,56	1 430 112,05
37	1 362 546,58	- 615 695,72	1 617 176,30
38	1 996 236,77	- 697 118,85	2 332 289,62
39	3 210 605,38	- 897 315,44	3 746 854,82
40	3 727 537,69	- 832 003,55	4 198 475,24
41	4 671 491,45	- 869 431,12	5 179 856,57
42	4 548 202,29	- 1 808 544,83	5 995 681,12
43	5 115 359,00	- 1 574 887,83	6 329 180,83
44	5 050 175,03	- 1 250 469,17	5 939 578,20

45	3 277 183,84	- 1 609 774,53	4 525 892,37
46	2 632 765,87	- 432 319,36	2 704 019,23
47	2 242 607,15	- 4 117,21	1 885 658,36
48	1 861 159,64	- 318 852,97	1 818 946,61

ცხრილი 13 პროგნოზირება სხვაობებით - სიზუსტის შეფასება

პერიოდი period	ფაქტიური- დადგენილი Actual-Fitted	აბსოლუტური სხვაობები Abs. Residuals	ცდომილებების კვადრატული მნიშვნელობა ES	ცდომილების პროცენტული მნიშვნელობა EP
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13	- 59 032,64	420098,64	176 482 867 329,85	0,25
14	- 379 665,16	740731,16	548 682 651 394,95	0,35
15	- 298 916,28	659982,28	435 576 609 914,00	0,19
16	- 384 819,34	745885,34	556 344 940 426,92	0,16
17	- 819 533,12	1180599,12	1 393 814 282 144,77	0,21
18	923 172,40	562106,40	315 963 604 920,96	0,08
19	769 482,52	408416,52	166 804 053 808,91	0,06
20	1 255 986,68	894920,68	800 883 023 491,66	0,13
21	1 125 225,96	764159,96	583 940 444 467,20	0,15
22	25 536,61	335529,39	112 579 971 553,77	0,12
23	166 816,03	194249,97	37 733 050 845,00	0,09
24	476 697,13	115631,13	13 370 558 225,08	0,06
25	660 329,30	299263,30	89 558 522 726,89	0,15
26	951 062,30	589996,30	348 095 634 013,69	0,22
27	1 053 143,54	692077,54	478 971 321 372,45	0,17
28	180 981,66	180084,34	32 430 369 513,24	0,04
29	222 028,29	139037,71	19 331 484 802,04	0,03
30	- 348 401,56	709467,56	503 344 218 692,35	0,11
31	- 296 943,33	658009,33	432 976 278 367,05	0,10
32	- 466 229,56	827295,56	684 417 943 595,71	0,13
33	107 260,25	253805,75	64 417 358 733,06	0,05
34	540 984,74	179918,74	32 370 753 003,19	0,06
35	422 671,69	61605,69	3 795 261 040,38	0,03
36	749 900,56	388834,56	151 192 315 050,39	0,18
37	- 254 629,72	615695,72	379 081 219 626,32	0,45
38	- 336 052,85	697118,85	485 974 691 025,32	0,35
39	- 536 249,44	897315,44	805 174 998 862,39	0,28
40	- 470 937,55	832003,55	692 229 907 212,60	0,22
41	- 508 365,12	869431,12	755 910 472 424,46	0,19

42	- 1 447 478,83	1808544,83	3 270 834 402 119,73	0,40
43	- 1 213 821,83	1574887,83	2 480 271 677 082,11	0,31
44	- 889 403,17	1250469,17	1 563 673 145 120,49	0,25
45	- 1 248 708,53	1609774,53	2 591 374 037 436,72	0,49
46	- 71 253,36	432319,36	186 900 029 030,81	0,16
47	356 948,79	4117,21	16 951 418,18	0,00
48	42 213,03	318852,97	101 667 216 477,82	0,17



სურ. 24 ფაქტობრივი და პროგნოზირებული მნიშვნელობები

ცხრილი 14 პროგნოზის სიზუსტის მახასიათებლების მნიშვნელობა

წანაცვლება	აბსოლუტური გადახრების მედიანა	შეცდომების დისპერსია	საშუალო აბსოლუტური პროცენტული ცდომილება
BIAS	MAD	MSE	MAPE
-361066,00	636451,04	591560729646,40	0,18

3.4 ჰოლტ-ვინტერსის ტრენდ-სეზონური მოდელი

როგორც აღვნიშნეთ პროგნოზირების უამრავი მეთოდი არსებობს, მათ შორის არის ჰოლტის მეთოდი, რომელიც გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა დროით მწკრივში გვაქვს ტენდენცია ზრდისკენ ან კლებისკენ, ასევე ისეთი მონაცემებისთვის, რომელიც არ აღწერს მთელ ციკლს და სეზონურობა ჯერ არ შეგვიძლია, რომ გამოვყოთ (მაგალითად, როცა გვაქვს არასრულყოფილი მონაცემები წლის ჭრილში).

ვინტერსმა განავრცო ჰოლტის ექსპონენციალური გაგლუვების მეთოდი და დაამატა მას სეზონურობა. ამ მეთოდის უპირატესობაა ის, რომ გვაძლევს საშუალებას გავაკეთოთ პროგნოზირება გრძელვადიან პერიოდში. ერთი წლის პროგნოზირებისათვის გვჭირდება მინიმუმ 2 წლის მონაცემებია და უმჯობესია 3-5 წლის მონაცემების არსებობა.

ჰოლტ-ვინტერსის მეთოდი გამოიყენება დროითი მწკრივების პროგნოზირებისათვის, როცა მონაცემთა სტრუქტურაში არის ტრენდი და სეზონურობა.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჰოლტ-ვინტერსის მოდელი, როგორც ჰოლტის მეთოდი იყენებს მხოლოდ წრფივ ტრენდს. ის ითვალისწინებს სეზონურობას, როგორც მულტიპლიკატიურ ასევე ადიტიურ ვარიანტში.

ჰოლტ-ვინტერსის მოდელი ტრენდის მნიშვნელობების გამოსათვლელად იყენებს α , β და γ გაგლუვების კოეფიციენტებს. მათ მნიშვნელობაზე არის დამოკიდებული მოდელის სიზუსტე. უნდა აღინიშნოს, რომ მათი მნიშვნელობების შერჩევა ძალიან სუბიექტურია და მერყეობს (0..1) შუალედში. პროგნოზირების დროს უფრო მეტი სიზუსტისათვის დიაპაზონს ირჩევენ $[0.25 < \alpha, \beta, \gamma < 0.5]$ შუალედში. ამავე დროს აუცილებელი არ არის რომ ორივე კოეფიციენტის მნიშვნელობა ერთმანეთს ემთხვეოდეს. პრაქტიკაში მიღებულია, რომ თუ არ არის რამე სპეციალური მოსაზრება, მოდელირება დავიწყოთ მნიშვნელობიდან 0,3 და შემდეგ აუცილებლობის შემთხვევაში ვცვალოთ მისი მნიშვნელობები.

ჰოლტ-ვინტერსის მეთოდი აღიწერება განტოლებათა შემდეგი შემდეგი სისტემით:

$$\left\{ \begin{array}{l} \hat{Y}_{T+\tau} = (a_T + \tau b_T) + c_{T-s+\tau} \\ a_t = \alpha(Y_t - c_{t-s}) + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1}) \\ b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1} \\ c_t = \gamma(Y_t - a_t) + (1 - \gamma)c_{t-s}, \end{array} \right.$$

სადაც s – სეზონურობის ბიჯია, a_t , b_t და c_t - მოდელის პარამეტრები, $\alpha, \beta, \gamma \in (0,1)$ – გაგლუვების მუდმივებია.

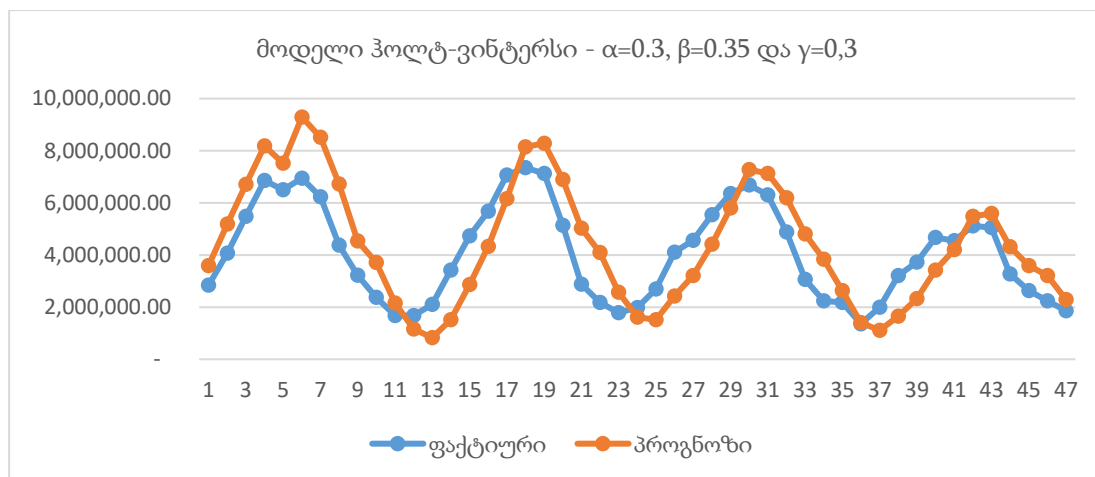
კვლევის პროცესში პირველადი გაანგარიშება განვახორციელეთ $\alpha=0.3$, $\beta=0.35$ და $\gamma=0.3$ -ის შემთხვევაში (ცხრილი 15), ხოლო შემდეგ ოპტიმიზაციის ამოცანის გამოყენებით მოვახდინეთ კოეფიციენტების ოპტიმალური შერჩევა, იმ დაშვებით, რომ საშუალო აბსოლუტური ცდომილების პროცენტული მნიშვნელობა იყოს მინიმალური. ოპტიმიზაციის ამოცანა გადავწყვეტეთ Excel-ის Solver აპარატით.

ჰოლტ-ვინტერსის მეთოდით გამოთვლილი შედეგები $\alpha=0.3$, $\beta=0.35$ და $\gamma=0.3$ -ის შემთხვევაში ასახულია ცხრილში 18 და ცხრილში 19, ოპტიმიზაციის შედეგად გამოთვლილი კოეფიციენტების ($\alpha=0.83$, $\beta=0.93$ და $\gamma=0.2$) შესაბამისად მიღებული შედეგები ასახულია ცხრილში 20 და ცხრილში 21, ცხრილი 22 ასახავს მოდელის სიზუსტის მახასიათებლებს ორივე შემთხვევაში.

ცხრილი 15 ჰოლტ-ვინტერსის მოდელი ($\alpha=0.3$, $\beta=0.35$ და $\gamma=0.3$)

period	წარმოების მოცულობა (ლარი)	a_t	b_t	c_t	$\hat{Y}_{T+\tau}$
1	2 099 077,64				
2	2 844 090,48	2844090,48	745012,84	1	3589103,32
3	4 075 825,56	3365599,47	915365,62	1,21	5184356,34
4	5 485 510,92	4642328,84	1041842,94	1,18	6716582,87
5	6 860 559,40	6037088,06	1165363,64	1,14	8184881,05
6	6 504 108,28	6992948,67	1092037,58	0,93	7519807,23
7	6 939 839,64	7378655,26	844821,73	1,13	9291511,86
8	6 233 019,08	7338914,98	535225,03	1,08	8519296,59
9	4 376 604,16	6667282,42	112824,87	0,99	6728649,33
10	3 220 695,88	5784902,87	-235496,67	0,82	4539908,93
11	2 379 368,64	4516344,28	-597068,35	0,95	3719251,55
12	1 675 546,92	3208091,05	-845983,05	0,91	2159060,88
1	1 678 979,00	2161021,34	-916363,38	0,93	1154754,61
2	2 103 359,32	1642579,69	-777090,78	0,96	828116,22
3	3 415 843,28	1685707,28	-490014,35	1,27	1521138,54

4	4 739 625,58	2392592,99	-71099,33	1,23	2864990,67
5	5 679 960,28	3461697,53	327972,03	1,14	4326584,81
6	7 066 214,68	4868302,10	705493,41	1,11	6160245,36
7	7 348 256,16	5634488,75	726736,05	1,28	8153653,35
8	7 127 939,76	6185582,05	665261,09	1,21	8286676,38
9	5 140 764,12	6146433,75	418717,80	1,05	6893996,93
10	2 885 166,49	5378756,45	3479,52	0,93	5030081,41
11	2 185 118,67	4278993,51	-382655,35	1,05	4092871,17
12	1 791 178,05	3171682,85	-636284,70	1,02	2576298,18
1	1 978 242,30	2339942,60	-704694,15	0,99	1616753,30
2	2 693 355,62	2009248,92	-573793,98	1,06	1516333,22
3	4 107 920,82	2178018,00	-313896,91	1,30	2425469,36
4	4 559 541,24	2651031,63	-38478,22	1,23	3206297,28
5	5 540 922,57	3510080,07	275656,11	1,17	4412862,75
6	6 356 747,12	4455322,47	510011,31	1,17	5796893,72
7	6 690 246,83	5018292,43	528546,84	1,31	7270489,92
8	6 300 644,20	5422953,73	485186,90	1,21	7134908,19
9	4 886 958,37	5393435,40	305040,07	1,09	6198725,93
10	3 065 085,23	4776553,16	-17632,74	1,01	4805269,28
11	2 246 724,36	3845469,02	-337340,73	1,09	3833671,95
12	2 180 012,61	2997244,96	-516149,89	1,06	2638768,14
1	1 362 546,58	2112542,39	-645143,33	0,95	1401284,75
2	1 996 236,77	1620274,01	-591637,10	1,08	1107254,10
3	3 210 605,38	1601437,02	-391157,06	1,37	1653734,05
4	3 727 537,69	1898638,34	-150231,63	1,33	2331440,09
5	4 671 491,45	2691454,12	179834,96	1,19	3414433,31
6	4 548 202,29	3277483,68	322003,08	1,17	4210728,05
7	5 115 359,00	3642738,46	337141,17	1,38	5483330,60
8	5 050 175,03	3922092,47	316915,66	1,32	5594272,73
9	3 277 183,84	3794067,38	161186,40	1,09	4317334,82
10	2 632 765,87	3443853,47	-17803,71	1,05	3591233,95
11	2 242 607,15	2886549,72	-206628,72	1,20	3209229,24
12	1 861 159,64	2299027,62	-339941,40	1,17	2285590,45

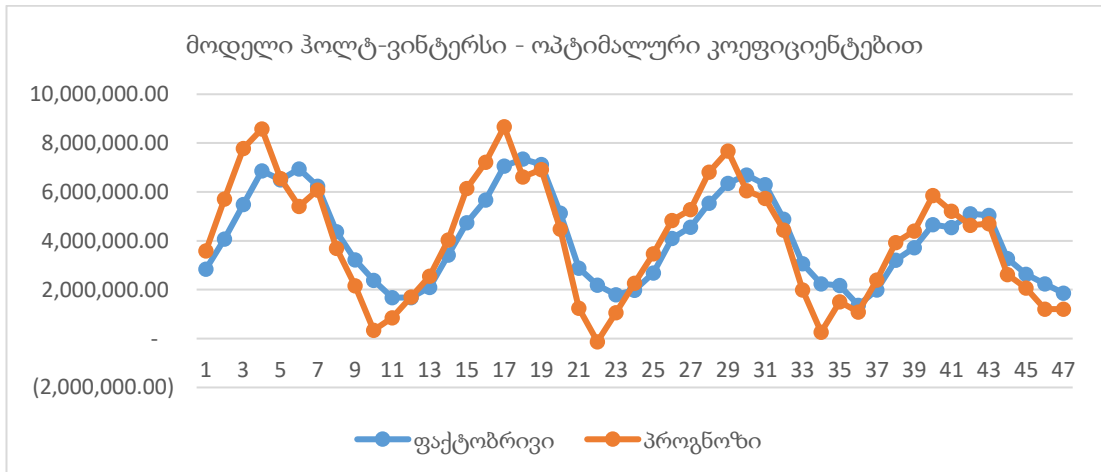


სურ. 25 ფაქტიური და პროგნოზირებული მნიშვნელობები

ცხრილი 16 ჰოლტ-ვინტერსის მოდელი ($\alpha=0,83$, $\beta=0,93$ და $\gamma=0,2$)

period	წარმოების მოცულობა (ლარი)	a_t	b_t	c_t	$\hat{Y}_{T+\tau}$
1	2 099 077,64				
2	2 844 090,48	2844090,48	745012,84	1	3589103,32
3	4 075 825,56	2973001,98	1196987,43	1,37	5716830,84
4	5 485 510,92	5257882,82	2207214,90	1,04	7788282,18
5	6 860 559,40	6965164,23	1742972,23	0,98	8577355,17
6	6 504 108,28	6885476,99	50434,47	0,94	6551749,32
7	6 939 839,64	5386314,32	-1388535,19	1,35	5414365,92
8	6 233 019,08	5632357,17	129348,49	1,06	6084580,73
9	4 376 604,16	4671456,46	-883066,59	0,98	3694835,18
10	3 220 695,88	3475094,65	-1173995,31	0,94	2165398,30
11	2 379 368,64	1851017,00	-1591945,77	1,34	347280,04
12	1 675 546,92	1356923,12	-572470,76	1,09	856625,65
1	1 678 979,00	1559353,12	147108,96	1,00	1699136,07
2	2 103 359,32	2143688,37	553121,17	0,95	2559561,12
3	3 415 843,28	2573932,64	439016,60	1,34	4030684,77
4	4 739 625,58	4110623,28	1458326,45	1,10	6149678,00
5	5 679 960,28	5681004,05	1562381,09	1,00	7218276,96
6	7 066 214,68	7410211,82	1717297,82	0,95	8671194,17
7	7 348 256,16	6121759,66	-1073868,28	1,31	6613430,18
8	7 127 939,76	6211385,40	6562,59	1,11	6920495,40
9	5 140 764,12	5341939,64	-806906,54	0,99	4488116,05
10	2 885 166,49	3296205,52	-1957292,82	0,93	1251852,24
11	2 185 118,67	1610937,15	-1704688,50	1,32	-123700,22
12	1 791 178,05	1314652,30	-396832,37	1,16	1067589,18
1	1 978 242,30	1811856,17	433377,62	1,01	2268159,61
2	2 693 355,62	2770715,44	921344,54	0,94	3479549,38
3	4 107 920,82	3213492,86	476942,86	1,31	4838819,28
4	4 559 541,24	3880191,30	653151,58	1,17	5283946,01
5	5 540 922,57	5320263,44	1383892,99	1,02	6814779,97
6	6 356 747,12	6737916,35	1415242,76	0,94	7685493,57

7	6 690 246,83	5630337,91	-927471,40	1,29	6049989,15
8	6 300 644,20	5284017,03	-387809,87	1,17	5733312,48
9	4 886 958,37	4822955,85	-455831,68	1,02	4436346,80
10	3 065 085,23	3444619,53	-1312477,68	0,93	1987184,18
11	2 246 724,36	1813192,89	-1608656,51	1,28	261176,87
12	2 180 012,61	1574969,01	-336060,61	1,21	1503862,34
1	1 362 546,58	1323571,39	-257441,81	1,02	1085944,83
2	1 996 236,77	1955719,27	568639,08	0,95	2397784,32
3	3 210 605,38	2516067,62	560940,23	1,28	3928552,06
4	3 727 537,69	3071883,66	556181,86	1,21	4403657,28
5	4 671 491,45	4420453,39	1292000,27	1,03	5862532,11
6	4 548 202,29	4948202,42	582309,79	0,94	5219052,20
7	5 115 359,00	4270257,66	-587973,77	1,26	4642928,92
8	5 050 175,03	4077931,39	-220571,99	1,22	4701090,35
9	3 277 183,84	3308195,04	-730530,89	1,02	2626899,44
10	2 632 765,87	2753162,03	-567562,00	0,95	2068048,69
11	2 242 607,15	1849024,77	-880108,77	1,25	1212328,45
12	1 861 159,64	1430538,24	-451442,27	1,24	1209465,20



სურ. 26 ფაქტობრივი და პროგნოზირებული მნიშვნელობები

ცხრილი 17 მოდელის სიზუსტის მახასიათებლების გამოთვლა ($\alpha=0.3$, $\beta=0.35$ და $\gamma=0.3$)

period	ცდომილება	აბსოლუტური ცდომილება	ცდომილებების კვადრატული მნიშვნელობა
1			
2	0,00	0,00	0,00
3	-710226,09	710226,09	504421101757,59
4	-843182,08	843182,08	710956019358,58
5	-823471,34	823471,34	678105042139,21
6	488840,39	488840,39	238964930711,83
7	438815,62	438815,62	192559149114,77

8	1105895,90	1105895,90	1223005739199,49
9	2290678,26	2290678,26	5247206891769,96
10	2564206,99	2564206,99	6575157504909,11
11	2136975,64	2136975,64	4566664884307,48
12	1532544,13	1532544,13	2348691522081,54
1	482042,34	482042,34	232364820680,66
2	-460779,63	460779,63	212317863822,13
3	-1730136,00	1730136,00	2993370588890,02
4	-2347032,59	2347032,59	5508561971008,42
5	-2218262,75	2218262,75	4920689615716,52
6	-2197912,58	2197912,58	4830819721391,84
7	-1713767,41	1713767,41	2936998744939,04
8	-942357,71	942357,71	888038047539,45
9	1005669,63	1005669,63	1011371402767,72
10	2493589,96	2493589,96	6217990893136,84
11	2093874,84	2093874,84	4384311832649,98
12	1380504,80	1380504,80	1905793499733,75
1	361700,30	361700,30	130827103477,37
2	-684106,70	684106,70	468001983244,33
3	-1929902,82	1929902,82	3724524898926,67
4	-1908509,61	1908509,61	3642408945065,51
5	-2030842,50	2030842,50	4124321245722,32
6	-1901424,65	1901424,65	3615415680886,63
7	-1671954,40	1671954,40	2795431507699,76
8	-877690,47	877690,47	770340556688,01
9	506477,03	506477,03	256518977203,71
10	1711467,93	1711467,93	2929122475008,54
11	1598744,66	1598744,66	2555984484378,60
12	817232,35	817232,35	667868713164,08
1	749995,81	749995,81	562493715551,24
2	-375962,76	375962,76	141347999001,20
3	-1609168,36	1609168,36	2589422806760,15
4	-1828899,35	1828899,35	3344872845013,86
5	-1980037,33	1980037,33	3920547843407,24
6	-1270718,61	1270718,61	1614725774326,02

7	-1472620,54	1472620,54	2168611255200,78
8	-1128082,56	1128082,56	1272570270274,40
9	516883,54	516883,54	267168594454,79
10	811087,60	811087,60	657863092780,81
11	643942,57	643942,57	414662030484,32
12	437867,98	437867,98	191728366535,28

ცხრილი 18 მოდელის სიზუსტის მახასიათებლების გამოთვლა ($\alpha=0.83$, $\beta=0.93$ და $\gamma=0,2$)

period	ცდომილება	აბსოლუტური ცდომილება	ცდომილებების კვადრატული მნიშვნელობა
1			
2	0,00	0,00	0,00
3	-		
3	1102823,58	1102823,58	1216219839425,54
4	-227628,10	227628,10	51814551117,82
5	104604,83	104604,83	10942171336,60
6	381368,71	381368,71	145442095409,33
7	-		
7	1553525,32	1553525,32	2413440925232,27
8	-600661,91	600661,91	360794724418,58
9	294852,30	294852,30	86937881444,93
10	254398,77	254398,77	64718735472,40
11	-528351,64	528351,64	279155458592,41
12	-318623,80	318623,80	101521126773,53
1	-119625,88	119625,88	14310352325,91
2	40329,05	40329,05	1626431910,93
3	-841910,64	841910,64	708813520327,01
4	-629002,30	629002,30	395643894393,91
5	1043,77	1043,77	1089455,04
6	343997,14	343997,14	118334029629,26
7	-		
7	1226496,50	1226496,50	1504293661509,17
8	-916554,36	916554,36	840071898339,58
9	201175,52	201175,52	40471588163,56
10	411039,03	411039,03	168953087969,09
11	-574181,52	574181,52	329684416770,35
12	-476525,75	476525,75	227076790440,34
1	-166386,13	166386,13	27684342715,26
2	77359,82	77359,82	5984541773,05
3	-894427,96	894427,96	800001381779,72
4	-679349,94	679349,94	461516344581,53
5	-220659,13	220659,13	48690453480,69
6	381169,23	381169,23	145289982927,81
7	-		
7	1059908,92	1059908,92	1123406929279,61
8	-		
8	1016627,17	1016627,17	1033530812530,45
9	-64002,52	64002,52	4096322186,34

10	379534,30	379534,30	144046286566,83
11	-433531,47	433531,47	187949533802,27
12	-605043,60	605043,60	366077757302,70
1	-38975,19	38975,19	1519065774,42
2	-40517,50	40517,50	1641667592,35
3	-694537,76	694537,76	482382706165,40
4	-655654,03	655654,03	429882209020,69
5	-251038,06	251038,06	63020107048,76
6	400000,13	400000,13	160000105553,55
7	-845101,34	845101,34	714196275419,33
8	-972243,64	972243,64	945257697790,30
9	31011,20	31011,20	961694349,39
10	120396,16	120396,16	14495235237,36
11	-393582,38	393582,38	154907089062,32
12	-430621,40	430621,40	185434792967,35

ცხრილი 19 მოდელის სიზუსტის მაჩვენებლები

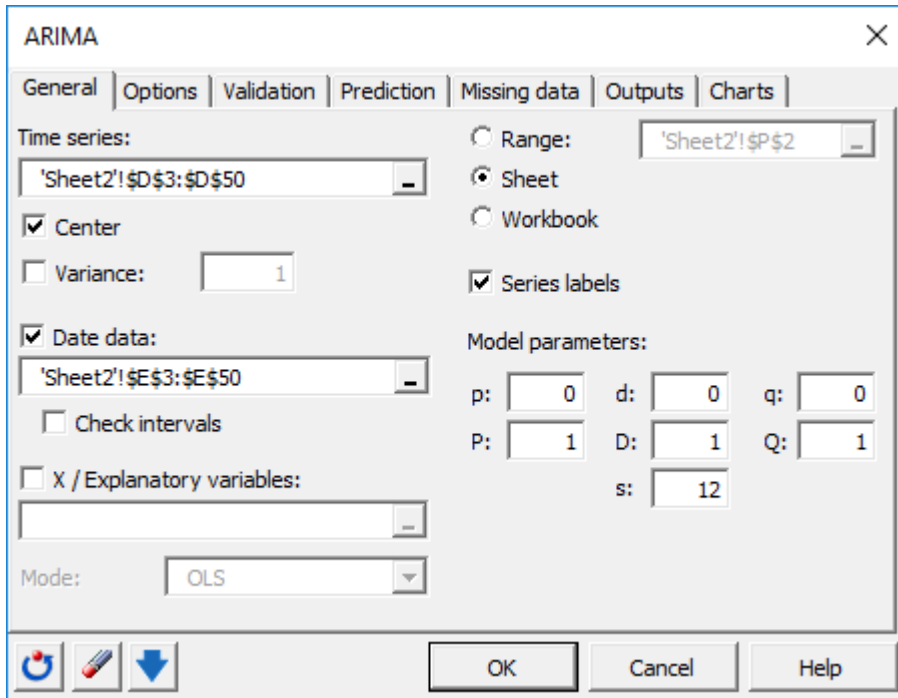
დასახელება	აბრევიატურა	მნიშვნელობა, როცა $\alpha=0.83, \beta=0.93$ და $\gamma=0,2$	მნიშვნელობა, როცა $\alpha=0.3, \beta=0.35$ და $\gamma=0,3$
აბსოლუტური გადახრების მედიანა	MAD	1604979,49	905969,32
საშუალო აბსოლუტური პროცენტული ცდომილება	MAPE	0,10	0,11
წანაცვლება	Bias	-322464,67	-180595,97
შეცდომების დისპერსია	MSE	352813651177,98	2152237084103,86

3.5. ARIMA

დროითი მწკრივების ზოგად თეორიას გააჩნია სტანდარტული მოდელების მთელი არსენალი, რომელთა შორის უნდა დავასახელოთ ავტორეგრესიის AR(P) მოდელი, მცოცავი საშუალო MA(Q) მოდელი, შერეული ტიპის ავტორეგრესია საშუალოს ARMA(p, q) მოდელი, გაინტეგრებული ე.წ. ARIMA(p,q) მოდელი. ARIMA წარმოადგენს პარამეტრულ მეთოდს, რომელიც გამოიყენება როგორც სტაციონარული, ისე არასტაციონარული მწკრივებისათვის. ამიტომაც ამ მეთოდს გააჩნია დიდი პრაქტიკული გამოყენება. შესაბამისად ჩავთვალოთ საინტერესო იქნებოდა ამ მოდელის მიხედვით კვლევის ჩატარება მოცემული დროითი მწკრივისათვის [17].

ARIMA მოდელის მისაღებად გამოვიყენეთ XLSTAT მოდული.

ოპტიმალური მოდელის შესარჩევად კვლევა ჩავატარეთ მოდელის პარამეტრების სხვადასხვა კომბინაციით სეზონურობის გათვალისწინებით. ARIMA-ს დიალოგურ ფანჯარაში მივუთითეთ დროითი და თარიღის მწკრივის მისამართი, შევარჩიეთ მოდელის პარამეტრები: $P_s=1$, $D_s=1$, $Q_s=1$.



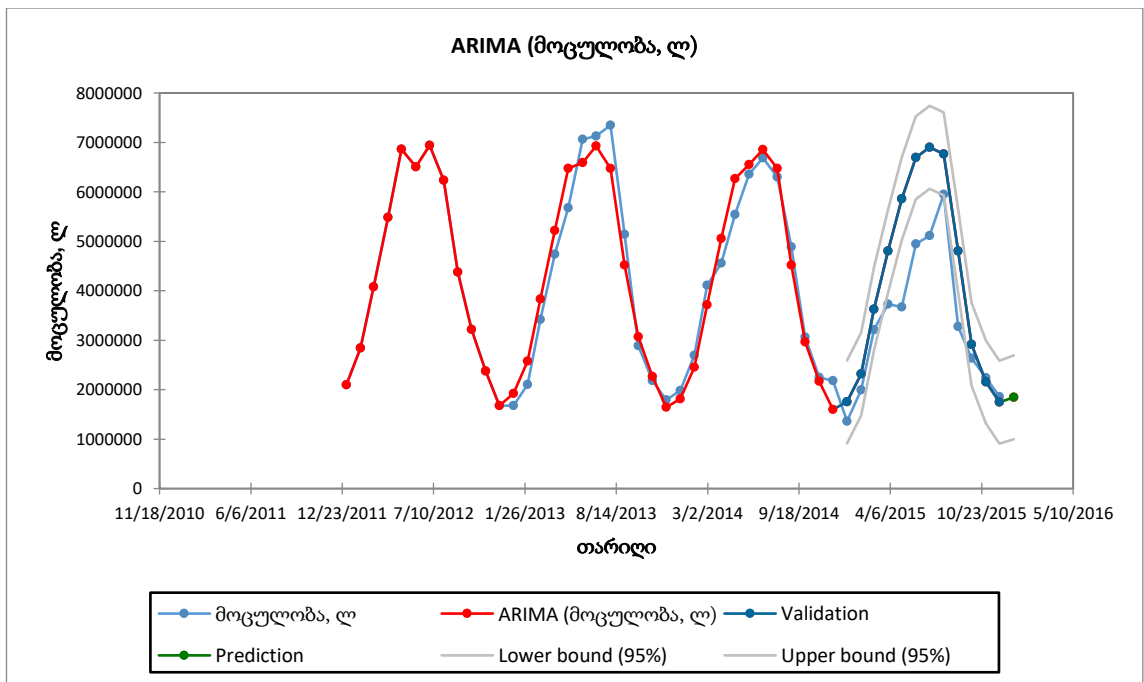
სურ. 27 ARIMA-ს დიალოგური ფანჯარა და მოდელის პარამეტრები, $P_s=1$, $D_s=1$, $Q_s=1$

კვლევის შედეგები:

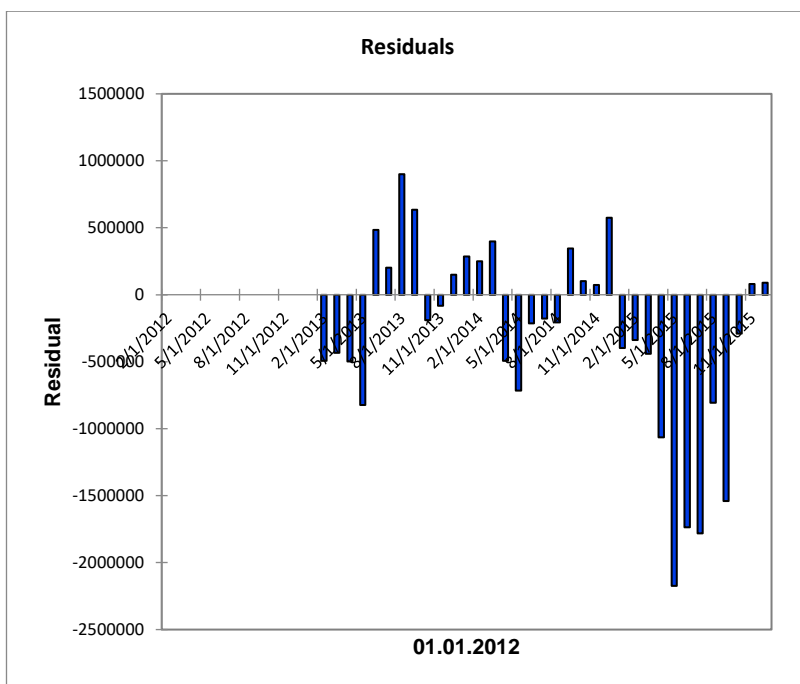
Summary statistics:							
Variable	Observations	Obs. with missing data	Obs. without missing data	Minimum	Maximum	Mean	Std. deviation
2099077.64	47	0	47	1362546.580	7348939.760	4092762.687	1842831.547

Goodness of fit statistics:	
Observations	23
DF	20
SSE	4.5563E+12
MSE	1.981E+11
RMSE	445085.322
WN Variance	1.981E+11
MAPE(Diff)	103.827128
MAPE	6.30353051
-2Log(Like.)	671.272376
FPE	6.3032E+11
AIC	677.272376
AICC	678.535534
SBC	680.678859
Iterations	1

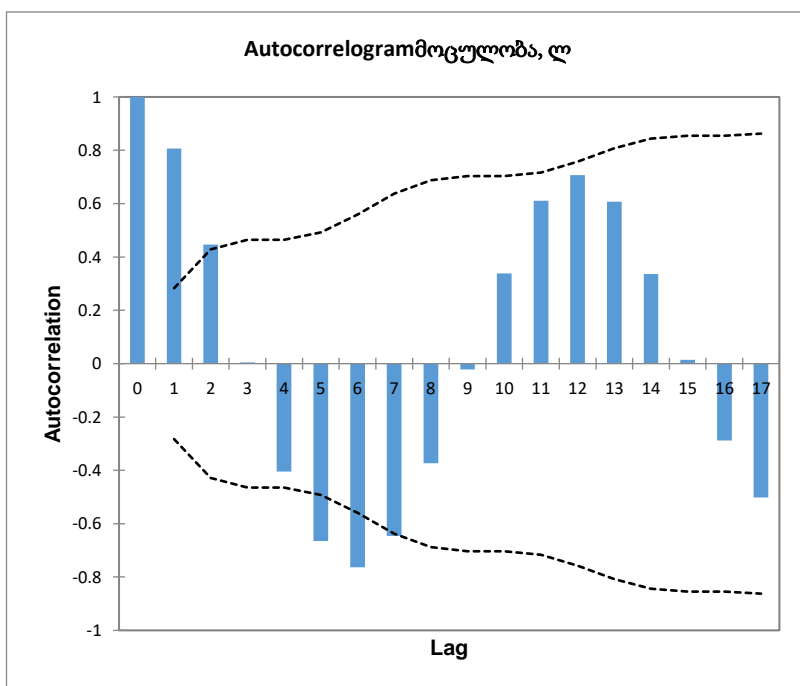
Model parameters:							
Parameter	Value	Hessian standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)			
Constant	-82924.981						
Parameter	Value	Hessian standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Asympt. standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
SAR(1)	-0.3881217				0.26815567	-0.91369717	0.13745372
SMA(1)	-0.4237913				0.26354438	-0.94032881	0.09274616



სურ. 28 პროგნოზირების მრუდი



სურ. 29 სხვაობების დიაგრამა



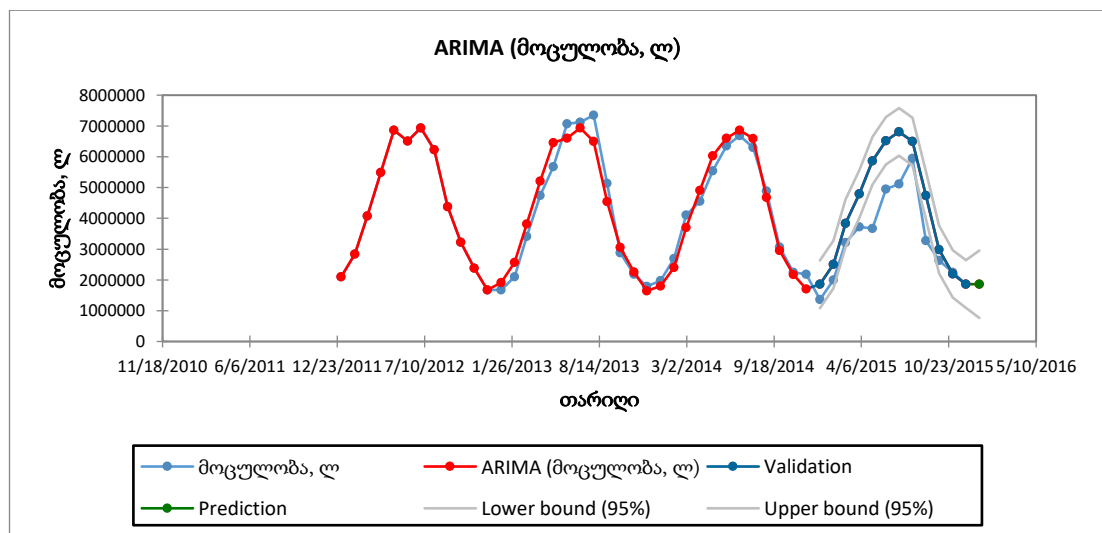
სურ. 30 ავტოკორელაცია

მოდელის ფორმირება მოვახდინეთ გრაფიკებისა და პარამეტრების სხვადასხვა ვარიანტების საფუძველზე, საუკეთესო შედეგი მივიღეთ შემდეგი პარამეტრებისთვის

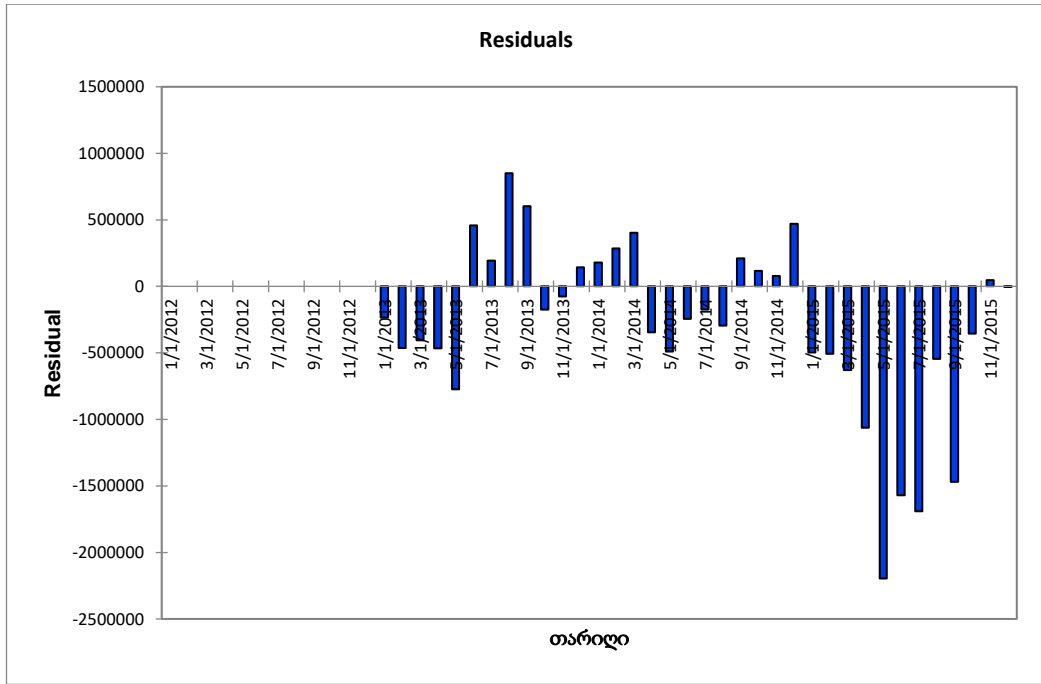
Model parameters: $p = 0 / d = 0 / q = 0 / P = 0 / D = 1 / Q = 1 / s = 12$

მოდელის კვლევის შედეგების შესაბამისი ცხრილური და გრაფიკული მონაცემები მოცემულია ქვევით.

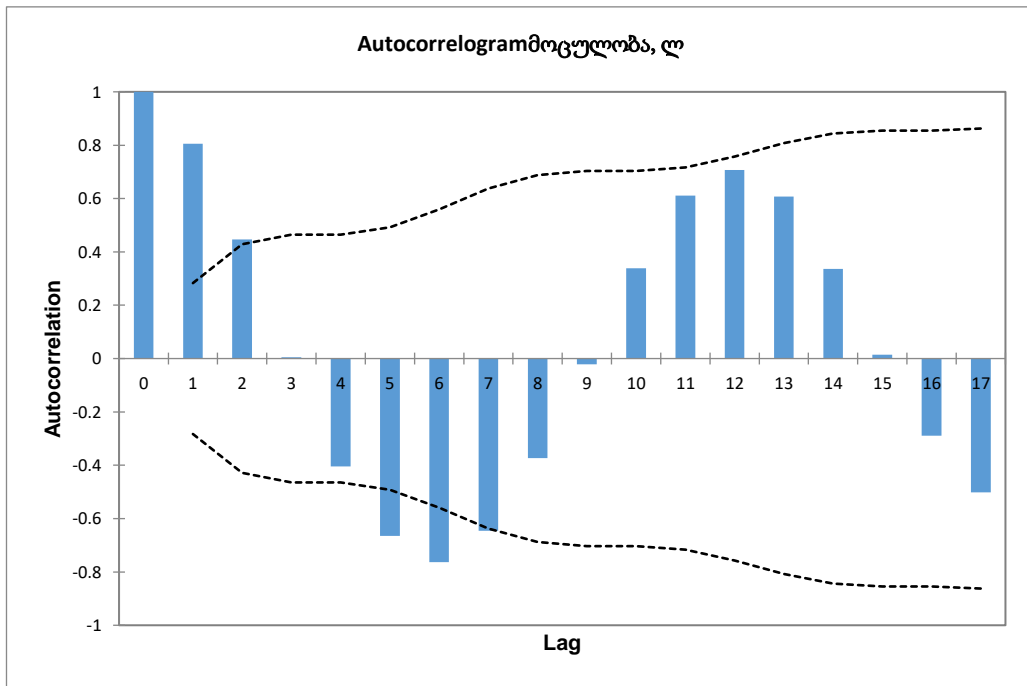
Goodness of fit statistics:	
Observations	24
DF	22
SSE	3.73532E+12
MSE	1.55638E+11
RMSE	394510.4008
WN Variance	1.55638E+11
MAPE(Diff)	86.25844195
MAPE	5.875394069
-2Log(Like.)	699.7916336
FPE	1.55638E+11
AIC	703.7916336
AICC	704.3630622
SBC	706.1477413
Iterations	24



სურ. 31 პროგნოზირების დიაგრამა : $p = 0 / d = 0 / q = 0 / P = 0 / D = 1 / Q = 1 / s = 12$



სურ. 32 სხვაობების დიაგრამა



სურ. 33 აუტოკორელოგრამა

განხილული მოდელებიდან MAPE-ს ყველაზე მინიმალური მნიშვნელობა დაფიქსირდა $P_s=0$, $D_s=1$, $Q_s=1$ და $S=12$ პარამეტრებისათვის, რომელმაც შეადგინა 5,875.

მოცემულ შემთხვევაში პროგნოზმა არ აჩვენა ცვლადების მკვეთრი ცვლილება, რხევის მიმართულება ემთხვევა საწყის მონაცემებს. შესაბამისად ტრენდი ასახულია ადეკვატურად.

განხილული მოდელების ძირითადი პარამეტრების შედარების ცხრილიდან (ცხრილი 20) ჩანს, რომ პროგნოზირების საშუალო პროცენტული შეცდომა მინიმალურია ARIMA მოდელის გამოყენების შემთხვევაში, შესაბამისად ოპტიმალურ მოდელად შეიძლება მივიჩნიოთ სწორედ ეს მოდელები.

ცხრილი 20 მოდელების სიზუსტის მახასიათებლები

მოდელის დასახელება	მოდელის სიზუსტის მახასიათებლები			
	წანაცვლება BIAS	საშუალო აბსოლუტური გადახრა MAD	შეცდომების დისპერსია MSE	საშუალო აბსოლუტური პროცენტული ცდომილება MAPE
დეკომპოზიციის მეთოდი - მულტიპლიკატიური				0,11
დეკომპოზიციის მეთოდი - ადიტიური				0,17
რეგრესიული ანალიზი სეზონური კომპონენტებით				0,11
Seasonal Difference for Modeling Seasonal data	-361066.00	636451.04	591560729646.40	0.18
Holt's-Winters $\alpha=0.83$, $\beta=0.93$ $\gamma=0,2$	- 322 464.67	1 604 979.49	352 813 651 177.98	0.10
Holt's-Winters $\alpha=0.3$, $\beta=0.35$ და $\gamma=0,3$	-180 595,97	905 969,32	2152237084103,86	0,11
ARIMA (1,1,1)			198000000000	0.067
ARIMA (0,1,1)			155000000000	0.05

თავი IV. ფასწარმოქმნა - ფასდაკლება

4.1. ფასწარმოქმნის პოლიტიკა

პროდუქციის ფასი საწარმოსათვის არა მარტო მოგების მიღების გარანტიაა, არამედ ბაზარზე ამ პროდუქციის წარმატებით რეალიზაციის პირობაც. სწორი ფასწარმოქმნის პოლიტიკა საწარმოს მთელ რიგ უპირატესობას ანიჭებს. ამ უპირატესობებიდან აღსანიშნავია :

- ფასის შერჩევა არ ითხოვს საწარმოსაგან დამატებით ხარჯებს რაც ხდება მოთხოვნის სტიმულირების მიზნით რეკლამის და სხვა მარკეტინგული ღონისძიებების განხორციელებისას.
- მომხმარებლები საქონლის საჭიროებას ადგენენ უპირატესად ფასის მიხედვით ვიდრე რეკლამისა და სხვა მასტიმულირებელი მეთოდების მიხედვით. ამავე დროს მომხმარებლისთვის საქონელზე მაღალი ფასი აღიქმება, როგორც საქონლის ხარისხის მაღალი მაჩვენებელი და პრესტიჟული ბრენდი.

ფასი საქონლის ერთ-ერთი თვისებაა სხვა სამომხმარებლო თვისებებთან ერთად. ლოგიკურია, რომ თუ პროდუქციზე წესდება ძალიან მაღალი ფასი, ის შეიძლება არავინ არ იყიდოს, ან იყიდოს მცირე რაოდენობით. არსებობს ფასების სტრატეგიის რამოდენიმე მიმართულება. ფასწარმოქმნის პოლიტიკის შემუშავებისას გათვალისწინებულ უნდა იქნას რა მიზანს ისახავს კომპანია როდესაც ამა თუ იმ ტიპის ფასწარმოქმნის პოლიტიკას ირჩევს. ამ მიზნებიდან აღსანიშნავია :

- ბაზრის სასურველი მოცულობის დაკავება
- იყოს მომგებიანი კომპანია

ფასების სტრატეგიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მეთოდი არის - დიფერენცირებული ფასების სტრატეგია, რომელიც გულისხმობს სხვადასხვა ფასის დაწესებას სხვადასხვა ბაზრების, სეგმენტების ან მომხმარებლებისათვის. ამავე დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს

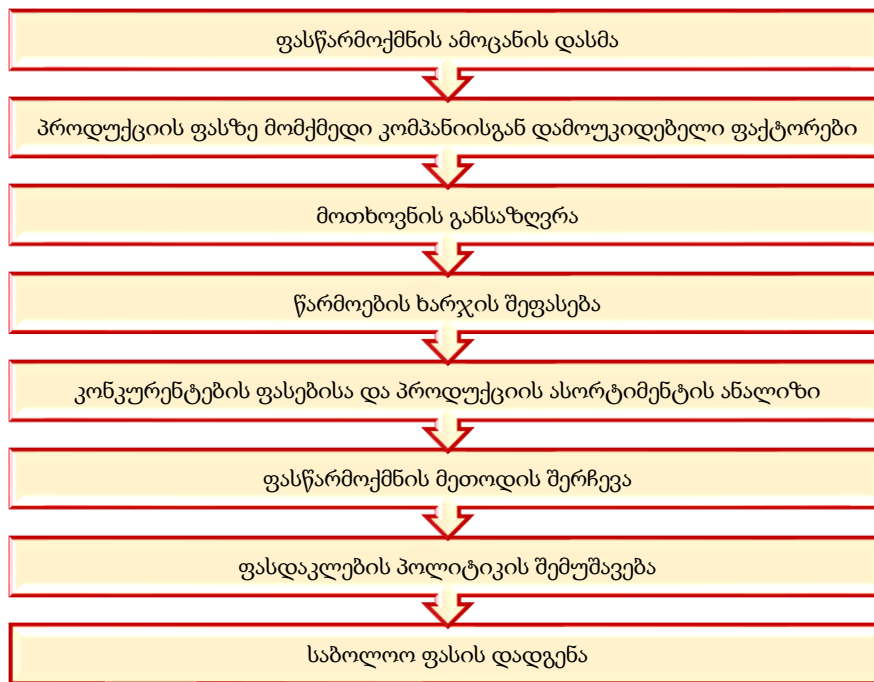
მომხმარებლის მყიდველობითი უნარი, საქონლის ხარისხი, შესასყიდი საქონლის მოცულობა (ერთი პარტიის მოცულობა).

სანამ გამოვიყენებთ პრაქტიკაში ფასების ამა თუ იმ სტრატეგიას, საჭიროა გამოვიკვლიოთ და გვეჩვენოს ინფორმაცია, სათანადო ბაზრებზე ფასების დინამიკასთან დაკავშირებით. სტატისტიკურ წყაროებში, როგორც წესი, მოცემულია საშუალო ფასები. ეს ფასები რა თქმა უნდა საორიენტაციოა.

საწარმოების ეკონომიკაში ფასწარმოქმნის ძირითადი პრინციპია ის, რომ საქონლის ფასმა უნდა უზრუნველყოს პროდუქციის წარმოების, რეალიზაციის, სხვა არასაოპერაციო ხარჯების დაფარვა და მოგების იმ რაოდენობით მიღება, რომელიც უზრუნველყოფს საწარმოს განვითარების სოციალურ-ტექნიკური საკითხების გადაწყვეტას.

ამგვარად, საწარმოს ნორმალური და ეფექტური საქმიანობისათვის გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ფასწარმოქმნის პოლიტიკის სწორ გატარებას. ამ ამოცანის გადაწყვეტა ხდება ძირითადად პროდუქციაზე ოპტიმალური ფასის დაწესებით. ყოველივე ეს დაკავშირებულია მრავალ ფაქტორთან, ხშირად ურთიერთსაწინააღმდეგო და არაერთგვაროვან ფაქტორებთან. ყველა შემთხვევაში საწარმოს მოგება არის ფუნქცია და იგი დამოკიდებულია საქონლის ფასზე, წარმოების ხარჯებსა და გაყიდული საქონლის მოცულობაზე. თუ წარმოების ხარჯების სიდიდე ძირითადად საწარმოს მუშაობაზეა დამოკიდებული, ფასის ჩამოყალიბება და საქონლის რეალიზაციის მოცულობა მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია ბაზრის კონიუნქტურაზე. აქედან გამომდინარე, მიზანი - რაც შეიძლება მეტი მოგების მიღება - არის ყოველი საწარმოს ინდივიდუალურად გადასაწყვეტი.

პრაქტიკაში ყველაზე მეტად გამოყენებული ფასების გაანგარიშების თანმიმდევრობას აქვს შემდეგი სახე (სურ.1).



სურ. 34 ფასების გაანგარიშების ალგორითმი

ფასწარმოქმნის პოლიტიკის შემუშავების პირველ ეტაპზე ხდება ერთი მხრივ საწარმოს შესაძლებლობების, მეორეს მხრივ, საწარმოს პროდუქციაზე გამოვლენილი მოთხოვნის გაანალიზება.

საწარმოს მიერ პროდუქციის წარმოებაზე გაწეული ხარჯების შეფასების დროს უნდა გავანალიზოთ საწარმოს პროდუქციის თვითღირებულების მაჩვენებლები და შემდგომში დაგვარად მოვახდინოთ მათი ოპტიმიზაცია (შემცირება). ასეთი მიდგომა გამოწვეულია იმით, რომ საბაზრო ფასი ერთი სახეობის პროდუქციაზე გამოხატავს ამ პროდუქციაზე საშუალო დანახარჯს პლუს მოგების საშუალო ნორმას. მოგების ნორმა კი განსხვავებულია სხვადასხვა საწარმოებისათვის. ეს ნორმა დამოკიდებულია ძირითადი ფონდების, საბრუნავი სახსრებისა და სხვა ფაქტორების გამოყენების ეფექტურობაზე.

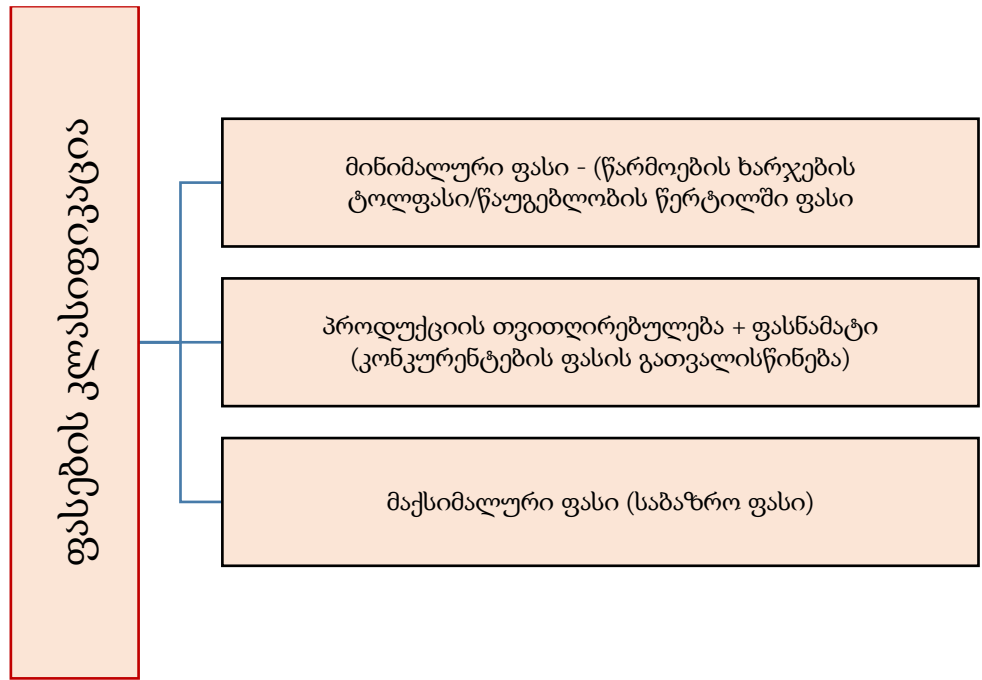
ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე გამოდის, რომ წარმოების ხარჯების სიდიდე საწარმოსათვის არის არსებული ფასის

ქვედა ზღვარი, რომლის დაბლა საქონლის გაყიდვა საწარმოსათვის ზარალის მომტანია.

მისაღები ფასის ზედა ზღვარი არის საბაზრო ფასი, რომელიც ყალიბდება, ერთის მხრივ, მოთხოვნისა და მიწოდების მეშვეობით, მეორეს მხრივ, ანალოგიური პროდუქციის მწარმოებლების კონკურენციის გათვალისწინებით.

კონკურენტების ფასის ანალიზის დროს ყურადღება უნდა მიექცეს მათ მიერ გამოყენებულ ფასდაკლების სისტემებს. პრაქტიკაში გამოიყენება ფასდაკლების მრავალი მეთოდი. მაგ. პროგრესული ფასდაკლება მყიდველისათვის, ნაყიდი საქონლის რაოდენობისა და მოცულობის მიხედვით.

საბოლოოდ შეიძლება დავასკვნათ, რომ დასადები ფასის დონე უნდა იმყოფებოდეს დაბალ ფასსა (წარმოების დანახარჯები), რომელსაც მოგება არ მოაქვს (ფასი წაუგებლობის წერტილში), და თეორიულად მაღალ ფასს შორის (საბაზრო ფასი), რომელიც განისაზღვრება მოთხოვნის შესაბამისად. შეგვიძლია საქონლის ფასის კლასიფიკაცია წარმოვადგინოთ სურ.35-ის სახით.



სურ. 35 საქონლის ფასის კლასიფიკაცია

ფასნამატის სიდიდე თავისთავად დამოკიდებულია რეალიზაციის მოცულობაზე, სასაქონლო მარაგების ბრუნვაზე, მაგრამ განსაკუთრებით მოქმედებს მიმდინარე მოთხოვნის სიდიდე და კონკურენცია.

განსაკუთრებულად მინდა ავღნიშნო ის ფაქტი, რომ ფასწარმოქმნის პოლიტიკის შემუშავების დროს აუცილებლად უნდა იყოს გაანალიზებული კომპანიის წილი მიზნობრივ ბაზარზე. თუ კომპანია წარმოადგენს ბაზრის ლიდერს, მაშინ სავსებით შესაძლებელია ანალიზის შედეგად მიღებული შედეგები დაკორექტირდეს - რადგან ფაქტიურად ის კარნახობს კონკურენტებს ფასს. ამის გარდა მნიშვნელოვანია გავარკვიოთ თუ რა ფასის გადახდისთვისაა მზად მომხმარებელი კონკრეტული პროდუქციის ერთეულის შესყიდვისას.

4.2. მოთხოვნის მოდელის შექმნა

კვლევისათვის ავირჩიე ნაკლებალკოჰოლიანი სასმელების ბაზრი. შევიმუშავე ანკეტა და თბილისის ფარგლებში შემთხვევით ადამიანებს ვთხოვე ეპასუხათ ამ ანკეტაში დასმულ შეკითხვებზე. გამოკითხვა ივლისის თვის განმავლობაში თბილისის 11 უბანსა და ჰიპერმარკეტ „გუდვილი“-ს სამ ობიექტში ჩავატარე. დავაფიქსირე 200 ადამიანის პასუხები. ამ ანკეტის კითხვები არ ითვალისწინებდა მომხმარებლის მიერ საშუალოდ მოხმარებული პროდუქციის რაოდენობის გამოკითხვას. საუბარი იყო მხოლოდ მომხმარებლის არჩევანზე (ანუ რომელ ნაკლებალკოჰოლიან სასმელს აძლევს უპირატესობას) და რა მაქსიმალურ ფასს გადაიხდის ამ პროდუქტის ერთეულში.

გამოკითხვის შედეგად გამოირკვა ყველაზე პოპულარული სასმელი და მომხმარებლისთვის რა მაქსიმალური ფასია მისაღები ამ პროდუქციის ერთეულის შესაძენად.

ანკეტური მონაცემების საფუძველზე ჩავატარე რეგრესიული ანალიზი - რათა გამომეკვლია რამდენად მოქმედებს პროდუქციის ფასის ცვლილება მოთხოვნის მოცულობაზე (მოთხოვნის რეგრესიული მოდელი). ამ ანალიზისათვის გამოვიყენე პასუხი კითხვაზე : რა მაქსიმალურ ფასს გადაიხდის მომხმარებელი პროდუქტის ერთეულში.

მომხმარებლის მიერ გაცემული პასუხები მოცემულია ცხრილში 21.

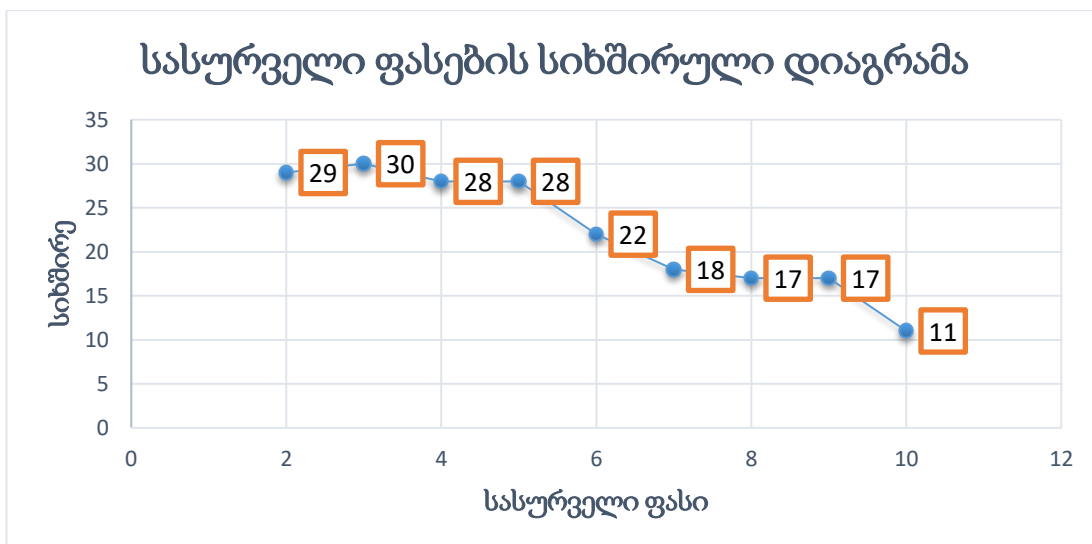
ცხრილი 21-ის მონაცემების მიხედვით ფასი მერყეობს 2-დან 10 ლარის ჩათვლით. შევქმნათ გამოკითხვის შედეგების ვარიაციული მწკრივი (ცხრილი 22).

ცხრილი 21 გამოკითხვის შედეგები - მომხმარებლისათვის პროდუქციის ერთეულის მისაღები ფასები (ლარი).

4.00	5.00	5.00	7.00	4.00	4.00	4.00	4.00
5.00	5.00	6.00	3.00	5.00	4.00	5.00	3.00
8.00	10.00	8.00	5.00	4.00	5.00	8.00	5.00
7.00	3.00	7.00	7.00	7.00	6.00	7.00	6.00
5.00	2.00	7.00	8.00	5.00	4.00	5.00	6.00
8.00	10.00	3.00	3.00	2.00	10.00	4.00	3.00
4.00	4.00	2.00	4.00	3.00	4.00	4.00	4.00
2.00	3.00	2.00	6.00	2.00	5.00	9.00	4.00
2.00	8.00	2.00	5.00	2.00	9.00	3.00	5.00
5.00	2.00	3.00	4.00	7.00	6.00	5.00	6.00
3.00	6.00	2.00	5.00	3.00	7.00	3.00	2.00
9.00	5.00	2.00	9.00	7.00	3.00	3.00	6.00
3.00	9.00	4.00	9.00	2.00	7.00	3.00	3.00
5.00	4.00	7.00	9.00	2.00	4.00	2.00	4.00
2.00	7.00	6.00	5.00	4.00	10.00	4.00	5.00
2.00	3.00	7.00	9.00	3.00	9.00	4.00	3.00
5.00	3.00	8.00	3.00	5.00	2.00	4.00	9.00
8.00	2.00	2.00	3.00	3.00	2.00	5.00	10.00
8.00	6.00	7.00	9.00	2.00	4.00	5.00	3.00
8.00	10.00	9.00	8.00	8.00	3.00	6.00	6.00
5.00	9.00	2.00	3.00	9.00	4.00	2.00	4.00
9.00	6.00	8.00	7.00	6.00	2.00	6.00	5.00
10.00	8.00	3.00	8.00	10.00	10.00	3.00	7.00
6.00	6.00	8.00	10.00	10.00	9.00	9.00	7.00
2.00	2.00	6.00	8.00	6.00	6.00	2.00	6.00

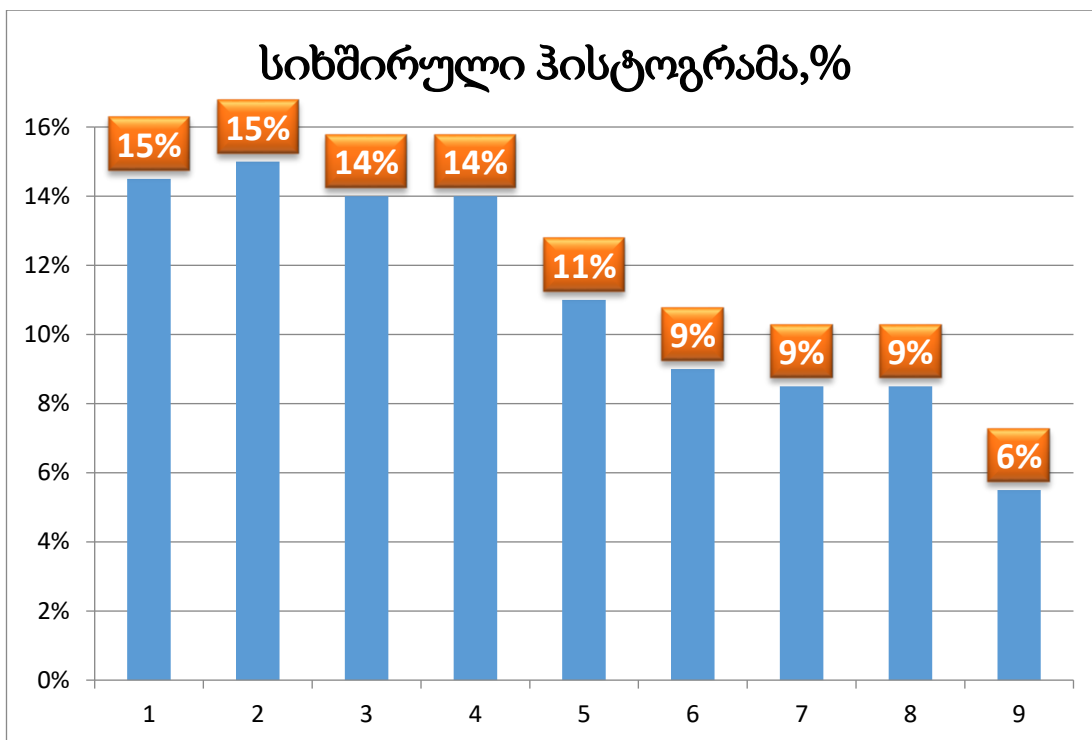
ცხრილი 22 გამოკითხვის შედეგების ვარიაციული მწკრივი

N	P ფასი	სიხშირე	კუმულაციური მოთხოვნა	ალბათური სიხშირე
1	2	29	29	15%
2	3	30	59	15%
3	4	28	87	14%
4	5	28	115	14%
5	6	22	137	11%
6	7	18	155	9%
7	8	17	172	9%
8	9	17	189	9%
9	10	11	200	6%
		200		100%



სურ. 36 მომხმარებლის სასურველის ფასების სიხშირული დიაგრამა

როგორც სურათიდან ჩანს (სურ.36) სიხშირე მერყეობს 11-დან 30-მდე. მიღებული მწკრივის საფუძველზე შეგვიძლია დავადგინოთ კუმულაციური მოთხოვნა (ცხრილი 22-ის მეოთხე სვეტის მონაცემები), რომლის საფუძველზეც გამოვთვალოთ თითოეული ფასის შესაბამისი ალბათური სიხშირე (ცხრილი 22-ის მეხუთე სვეტი).

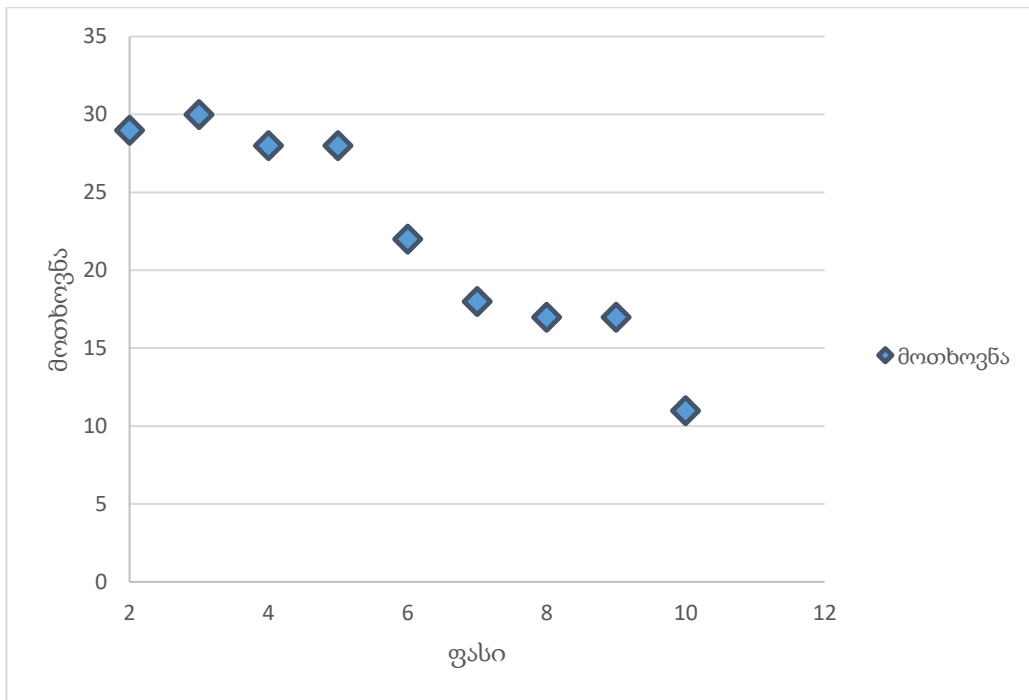


სურ. 37 ალბათური სიხშირის ჰისტოგრამა

მიღებული სტატისტიკური მონაცემები – ფასი P მოთხოვნა, დაფუძნებულია გამოკითხვის შედეგებზე, ამიტომ ისინი წარმოადგენენ შემთხვევით სიდიდეებს და იმყოფებიან კორელაციურ კავშირში. კორელაციური მატრიცის მნიშვნელობები მოცემულია ცხრილი 23-ში. შესაბამისი დიაგრამა მოცემულია სურ.23-ზე.

ცხრილი 23 კორელაციური მატრიცა

კორელაცია		
	P ფასი	მოთხოვნა
P ფასი	1	
მოთხოვნა	-0.93041	1



სურ. 38 ფასისა და მოთხოვნის დამოკიდებულება

კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა მაღალია (-0.93). კორელაციის კოეფიციენტი $|r| \in (0.7; 1.0)$, ე.ი ცვლადებს შორის კავშირი საკმაოდ ძლიერია. $r < 0$, ამიტომ კავშირი უარყოფითია, რაც სრულად ასახავს მოთხოვნის კანონის არსს.

სურ. 39 რეგრესიული სტატისტიკა

Regression Statistics	
Multiple R	0.957741999
R Square	0.917269737
Adjusted R Square	0.905451128
Standard Error	2.095535693
Observations	9

დეტერმინაციის კოეფიციენტი $R^2 = 0.91$ (სურ. 39), ის გვიჩვენებს, რომ მოთხოვნის სიდიდის ცვლილება 91,7%-ით განპირობებულია ფასის ცვლილებით, ხოლო დარჩენილი 8,3% გამოწვეულია სხვა ფაქტორების გავლენით. მართალია ფასის გარკვეული მნიშვნელობებისთვის მოვძებნეთ შესაბამისი მოთხოვნის სიდიდე, მაგრამ არ ვიცით როგორი იქნება

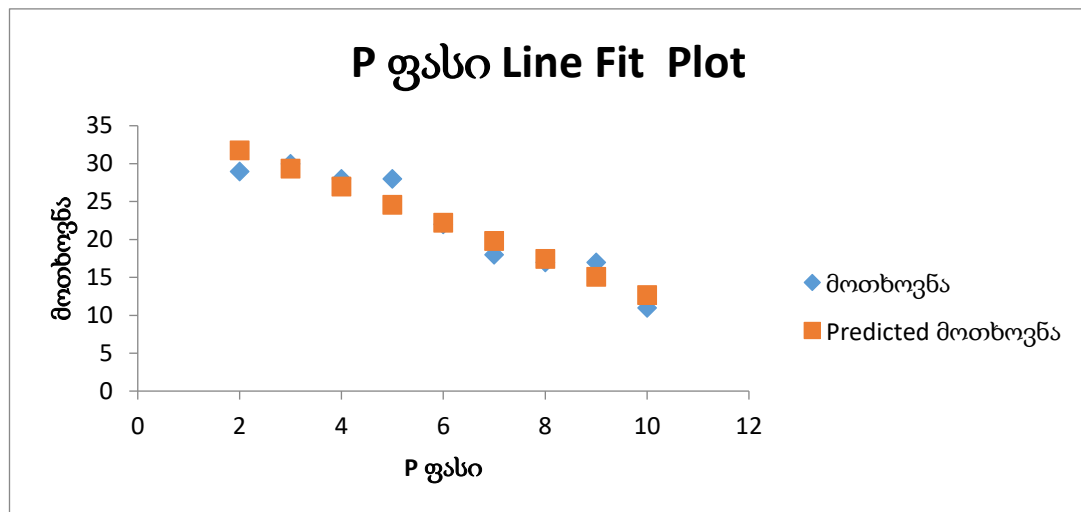
მოთხოვნა ფასის სხვა მნიშვნელობებისთვის. ამიტომ მიზანშეწონილია აღვადგინოთ მოთხოვნის ფუნქცია (მოთხოვნის მოდელი), ფასის ყველა შესაძლო მნიშვნელობისთვის.

რეგრესიული ანალიზის შედეგად მივიღეთ მათემატიკური მოდელი (მოთხოვნის მოდელი) $y = 36,35 - 2,35x$.

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	155.5714	155.5714	32.21893	0.002363
Residual	5	24.14286	4.828571		
Total	6	179.7143			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	36.35714286	2.236296	16.25775	1.61E-05	30.60856	42.10573	30.60856	42.10573
P ფასი	-2.357142857	0.41527	-5.67617	0.002363	-3.42463	-1.28966	-3.42463	-1.28966

სურ. 40 რეგრესიული ანალიზის შედეგები



სურ. 41 მოთხოვნის ფაქტობრივი და პროგნოზირებული მნიშვნელობები

მიღებული მოდელის კოეფიციენტები და თვითონ მოდელი შევამოწმეთ ადექვატურობაზე. სურ.40-დან ჩანს, რომ ორივე კოეფიციენტის აბსოლუტური მნიშვნელობა აღემატება შესაბამის კრიტიკულ მნიშვნელობებს, ე.ი. ორივე კოეფიციენტი არსებითია და რეგრესიულ განტოლებას აქვს $\hat{y} = 36,35 - 2,35x$. სახე.

დავადგინეთ მოთხოვნის ფუნქციის ნდობის ინტერვალი:

$$\hat{y} \mp t_{n-2}^* S_y \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x^* - \bar{x})^2}{(n-1)S_x^2}}, \text{ სადაც } S_y = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$$

$$\hat{y} \mp 2.44 S_y \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(x^* - \bar{x})^2}{(n-1)S_x^2}}$$

4.3. ფასების ოპტიმიზაცია

კვლევის შემდეგი ამოცანაა - შემოსავლების მაქსიმიზაციის მოთხოვნის შემთხვევაში რა ფასი უნდა დაადოს კომპანიამ თავის პროდუქციას, როდესაც ვითვალისწინებთ შემდეგ ფაქტორებს :

- ✓ საშუალო ხარჯი წარმოებული პროდუქციის ერთეულზე
- ✓ საშუალო მოგება წარმოებული პროდუქციის ერთეულზე
- ✓ წარმოების მოცულობა
- ✓ კონკურენტების ფასი მსგავს პროდუქტზე
- ✓ ბაზრის მოთხოვნის მოცულობა

პირდაპირი თვითღირებულების ფაქტიური მონაცემები ბრენდების მიხედვით მოცემულია ცხრილებში 24, 25.

ცხრილი 24 ბრენდის თვითღირებულება

	ბრენდის პირდაპირი თვითღირებულება						
	BR001	BR002	BR012	BR014	BR015	BR016	BR017
ხელფასი	0,0808	0,0740	0,0770	0,0586	0,2508	0,1049	0,0739
ნედლეული	0,4363	0,4420	0,3512	0,4319	0,9482	0,6061	0,4536
დამხმარე მასალა	0,0514	0,0494	0,0539	0,0470	0,0736	0,0591	0,0492
სხვა ხარჯები	0,1802	0,1733	0,1919	0,1506	0,3015	0,1822	0,1693
სულ	0,75	0,74	0,67	0,69	1,57	0,95	0,75

ცხრილი 25 წარმოების მოცულობა

	წარმოების მოცულობა (ლიტრი)						
	BR001	BR002	BR012	BR014	BR015	BR016	BR017
წარმოების მოცულობა	17 016, 48	1 876, 91	5 001, 45	7 798, 61	425, 98	326, 00	2 825, 88

ცხრილი 26 მოთხოვნა რეგიონებისა და ბრენდების მიხედვით

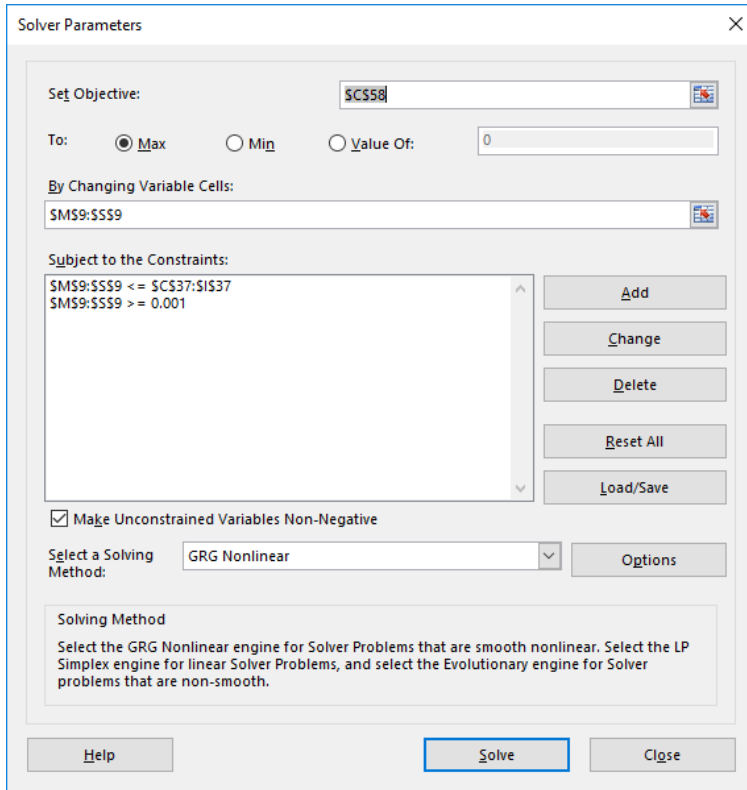
რეგიონი	მოთხოვნა						
	BR001	BR002	BR012	BR014	BR015	BR016	BR017
1	5 221,23	1 098,03	2 332,99	1 563,90	327,11	91,30	545,77
2	2 471,42	118,40	275,74	1 602,89	7,52	44,21	212,37
3	1 213,28	60,84	444,48	954,80	15,44	17,09	112,42
4	621,81	35,49	125,61	366,60	0,00	8,93	74,23
5	893,62	73,46	131,31	377,19	21,92	37,35	158,13
6	2 223,05	167,44	684,26	1 040,51	0,12	2,59	180,08
7	898,09	69,76	167,15	336,19	13,76	39,42	133,94
8	853,09	30,56	175,71	285,27	5,97	7,04	101,69
9	1 291,00	72,83	339,37	718,19	45,30	24,20	166,18
10	397,94	48,09	127,45	153,97	0,00	11,26	66,52
11	464,00	22,09	79,79	109,16	0,00	8,47	6,47
12	470,32	40,60	102,49	157,79	0,24	14,34	62,00
13	22,49	0,00	4,28	6,21	0,00	0,00	0,00

ცხრილი 27 კონკურენტი კომპანიების ფასები ბრენდების მიხედვით

	BR001	BR002	BR012	BR014	BR015	BR016	BR017
კონკურენტი1	3,29	6,29	5,95	3,49	4,75	2,69	5,49
კონკურენტი2	3,15	6,3	5,8	3,47	4,8	2,65	5,47
კონკურენტი3	3,3	6,25	5,97	3,45	4,72	2,65	5,5
კონკურენტი4	3,2	6,2	5,94	3,5	4,7	2,7	5,43
საშუალო ფასი	3,24	6,26	5,92	3,48	4,74	2,67	5,47

ბრენდების მიხედვით ოპტიმალური ფასების დასადგენად გამოვიყენე Solver ინსტრუმენტი შემდეგი პირობების გათვალისწინებით [13]:

- ✓ წარმოება განხორციელდეს ბაზრის მოთხოვნების შესაბამისად (რეგიონების მოთხოვნების გათვალისწინებით),
- ✓ ბრენდის ფასი არ იყოს ერთეულის თვითღირებულებაზე ნაკლები და კონკურენტის ფასზე მეტი, მაქსიმალური შემოსავლების უზრუნველყოფით.



სურ. 42 Solver ინსტრუმენტის პარამეტრები

თუ თითოეულ ბრენდის თვითღირებულების შემადგენელ ფაქტორებს აღვნიშნავთ ცვლადებით (იხ. ცხრილი 27) შესაბამისად a_i , b_i , c_i , d_i , სადაც i იცვლება 1-დან 7-მდე (ბრენდების რაოდენობა), მაშინ თითოეული ბრენდის თვითღირებულება (X_i) გამოითვლება გამოსახულებით:

$$X_i = a_i + b_i + c_i + d_i$$

საწარმოო სიმძლავრე თითოეული ბრენდისათვის აღვნიშნოთ S_i -ით, ბაზრის ჯამური მოთხოვნა D_i -ით, კონკურენტის ფასები P_i -ით, ხოლო მიმდინარე წარმოება Pr_i , კონკურენტი კომპანიების ფასები ბრენდის მიხედვით -

მიმდინარე წარმოება განისაზღვრება ბაზრის მოთხოვნისა და საწარმოო სიმძლავრის შესაბამისად შემდეგი პირობით:

$$Pr_i = \begin{cases} S_i & \text{თუ } D_i > S_i \\ D_i & \text{თუ } D_i < S_i \end{cases}$$

კომპანიის შემოსავალს განსაზღვრავს წარმოების მოცულობისა და ფასის ნამრავლი. ჩვენი მიზანია უზრუნველყოთ მაქსიმალური შემოსავალი და დავადგინოთ ოპტიმალური ფასი ყველა ზემოთ აღნიშნული შეზღუდვების გათვალისწინებით.

Solver ინსტრუმენტის გამოყენებით გადავწყვიტეთ ოპტიმიზაციის ამოცანა და მივიღეთ ოპტიმალური ფასები თითოეული ბრენდისთვის (ცხრილი 28).

ცხრილი 28 Solver-ით მიღებული შედეგები

ოპტიმალური ფასი						
BR001	BR002	BR012	BR014	BR015	BR016	BR017
3,24	6,26	5,92	3,48	4,74	2,67	5,47

თუმცა თავის წარმოებულ პროდუქციაზე ფასს აწესებს საწარმო, შემუშავებული ფასწარმოქმნის პოლიტიკის თანახმად, ბაზარზე პროდუქციის წინსვლისათვის, აუცილებელია ფასების პერიოდული გადახედვა/რეგულირება მიწოდების მოცულობებისა და პირობების, ანაზღაურების რიგითობისა და ფორმის გათვალისწინებით. ამავდროულად რეალიზაციის მოცულობის გაზრდის სტიმულირების ფარგლებში უნდა შემოიღოს აუცილებლად ფასდაკლების სისტემა. ნებისმიერი ფასდაკლება უნდა ემსახურებოდეს ფირმის პოზიციების გატკიცებას კონკრეტულ ბაზარზე.

4.4. ფასდაკლების პოლიტიკა

ყველაზე ტრადიციული ფასდაკლება არის - ფასდაკლება შესყიდული პროდუქციის მოცულობასთან მიმართებაში, ფასდაკლება ნაღდი ანგარიშსწორების გამო.

ფასდაკლება დილერებისათვის - კეთდება რეგიონში ფასების გარკვეული დონის შენარჩუნებისათვის და შეიძლება ვარირებდეს საკმაოდ დიდ დიაპაზონში დაწყებული 10%-იდან და მეტი. ფასდაკლების ექვივალენტად შეიძლება დილერისათვის, დიდი მოცულობების შესყიდვის შემთხვევაში, შეიძლება გამოყენებულ იქნას შეღავათები შეძენილი საქონლის ასორტიმენტთან დაკავშირებით - კერძოდ მაღალლიკვიდური პროდუქციის დიდი წილი შესყიდული საქონლის მოცულობაში.

ფასდაკლების სისტემის დანერგვის მერე შედეგების ანალიზი უნდა მოხდეს მუდმივად. ფასდაკლება არის ინსტრუმენტი, რომელიც სხვადასხვა დროს შეიძლება იყოს გამოყენებული გარკვეული პრობლემების გადასაწყვეტად და აუცილებლად უნდა შეიცვალოს ხოლმე ბაზრის სიტუაციიდან გამომდინარე.

ყოველივე ზემოთ აღნიშნულიდან გამომდინარე კვლევის მიზნით ავაგე ცხრილი ფასდაკლების სხვადასხვა ნორმის გათვალისწინებით (ცხრილი 29). ცხრილში მაგალითის სახით მოცემულია როგორი უნდა იყოს გაყიდვების მოცულობა ფასდაკლების სისტემის ამოქმედების მერე, რათა კომპანიამ მიიღოს იგივე ფასნამატი, რაც იყო გათვალისწინებული ფასდაკლებამდე.

ცხრილი 29 ფასდაკლების პირობებში რეალიზაციის მოცულობების გათვლა

	5,0%	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%	11,0%	12,0%	13,0%	14,0%
30%	25%	24%	23%	22%	21%	20%	19%	18%	17%	16%
31%	26%	25%	24%	23%	22%	21%	20%	19%	18%	17%
32%	27%	26%	25%	24%	23%	22%	21%	20%	19%	18%
33%	28%	27%	26%	25%	24%	23%	22%	21%	20%	19%
34%	29%	28%	27%	26%	25%	24%	23%	22%	21%	20%
35%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	24%	23%	22%	21%
36%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	24%	23%	22%
37%	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	24%	23%
38%	33%	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	25%	24%
39%	34%	33%	32%	31%	30%	29%	28%	27%	26%	25%
	5,0%	6,0%	7,0%	8,0%	9,0%	10,0%	11,0%	12,0%	13,0%	14,0%
30%	120%	125%	130%	136%	143%	150%	158%	167%	176%	188%
31%	124%	129%	135%	141%	148%	155%	163%	172%	182%	194%
32%	128%	133%	139%	145%	152%	160%	168%	178%	188%	200%
33%	132%	138%	143%	150%	157%	165%	174%	183%	194%	206%
34%	136%	142%	148%	155%	162%	170%	179%	189%	200%	213%
35%	140%	146%	152%	159%	167%	175%	184%	194%	206%	219%
36%	144%	150%	157%	164%	171%	180%	189%	200%	212%	225%
37%	148%	154%	161%	168%	176%	185%	195%	206%	218%	231%
38%	152%	158%	165%	173%	181%	190%	200%	211%	224%	238%
39%	156%	163%	170%	177%	186%	195%	205%	217%	229%	244%

ცხრილის პირველ ნაწილში პირველ სვეტში მოცემულია ფასნამატის პროცენტული მნიშვნელობები, ხოლო პირველ სტრიქონში ფასდაკლების პროცენტული მაჩვენებლები. კონკრეტული ფასნამატისა და ფასდაკლების გადაკვეთაზე არსებული რიცხვი გვიჩვენებს ნეტო ფასნამატს.

ფასნამატის საწყისი მნიშვნელობა ისეა რჩეული, რომ 5%-იანი ფასდაკლების გათვალისწინება შეესაბამებოდეს კომპანიის წაუგებლობის წერტილს.

ცხრილის მეორე ნაწილი ნეტოფასნამატის შესაბამის უჯრაში გვიჩვენებს რამდენად გაიზარდოს რეალიზაციის მოცულობა, რომ

კომპანიის შემოსავალი დარჩეს იგივე, რაც იქნებოდა ფასდაკლების გატარების გარეშე.

ცხრილიდან ნათაღდ ჩანს რამდენად რეალურია კონკრეტული ფასდაკლების პოლიტიკის გატარება შესაბამისი ფასნამატის დროს.

ყოველივე ზემოთაღნიშნულიდან ჩანს, რამდენად მნიშვნელოვანია კომპანიისთვის სწორი ფასწარმოქმნის და ფასდაკლების პოლიტიკის შემუშავება ბაზრის კონიუქტურის გათვალისწინებით.

თავი V დისპერსიული ანალიზი

21 საუკუნეში, როდესაც კომპანიები მომხმარებლებს პროდუქციის უდიდეს ასორტიმენტს სთავაზობენ და არჩევანი ძალიან დიდია - მნიშვნელოვანია მწარმოებლებმა საკუთარი პროდუქცია ისე წარადგინონ ბაზარზე რომ მოთხოვნადი და გაყიდვადი გახდეს. კომპანიები ხარჯავენ მილიონობით თანხებს რეკლამის (მარკეტინგული) ხარჯებისათვის რათა მათი პროდუქციის გაყიდვების მოცულობა წლიდან-წლამდე გაიზარდოს. რეკლამისათვის ამჟამად უამრავი საინფორმაციო საშუალებებია როგორცაა: ტელევიზია, რადიო, ჟურნალ-გაზეთები, სოციალური ქსელები, გარე რეკლამა და სხვა. თავისთავად ეს დიდ ფინანსურ რესურსება მოითხოვს.

მარკეტინგული ხარჯების ეფექტურობა ყოველი შემთხვევისათვის სხვადასხვაა და შესაბამისად დგება საკითხი რამდენად ახდენს გავლენას მარკეტინგული ხარჯი პროდუქციის რეალიზაციის მოცულობაზე თითოეული საინფორმაციო საშუალებების შემთხვევაში.

სხვადასხვა საქონლის შემთხვევაში ფაქტიური რეალიზაციის მოცულობაზე გარდა მარკეტინგული ხარჯისა, კიდევ ბევრი სხვა ფაქტორი მოქმედებს. ამ ფაქტორებიდან ზოგად ფაქტორებად გვევლინება ბაზრის მომხმარებლის ეთნიკური შემადგენლობა, სამომხმარებლო ფასების ინდექსზე (ინფლაცია), პროდუქციის საცალო ფასი, ქვეყნის ეკონომიკური განვითარების დონე და სხვა. არის ფაქტორები, რომლებიც ყველა საქონლის რეალიზაციაზე არ მოქმედებს, მაგრამ გარკვეული საქონლის ჯგუფისათვის ისინი მნიშვნელოვნად შეიძლება ჩაითვალოს. პროდუქციის სახეობიდან გამომდინარე ეს ფაქტორებია: ჰაერის საშუალო ტემპერატურა (სეზონი), ბრენდის ცნობადობა, ტურისტების რაოდენობა, პროდუქციის ასორტიმენტი, მოდის ტენდენცია და სხვა.

ნებისმიერი სტატისტიკური თუ მათემატიკური ანალიზისათვის საჭიროა საკმაოდ დიდი ინფორმაციული ბაზა გამოსაკვლევ/მიზნობრივ მაჩვენებელზე მოქმედი ფაქტორებისა. როგორც წესი, ამ მონაცემების მოპოვება სირთულესთანაა დაკავშირებული, რადგან კონკრეტული კომპანიის კონკრეტული ფინანსური თუ სხვა ინფორმაცია არის კონფიდენციალური. აგრეთვე უნდა ავღნიშნო, რომ დეტალური ანალიზი ითხოვს შრომითი და დროითი რესურსების საკმაოდ დიდ დანახარჯს, რაც თავისთავად ბიზნეს ერთეულისათვის/კომპანიებისათვის დამატებით ფულადი სახსრების დახარჯვას ნიშნავს. პრაქტიკაში, როგორც წესი, მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილება მენეჯერს მისაღები აქვს რაც შეიძლება ოპერატიულად. წინა თავებში განხილული ანალიზისა და პროგნოზირების მეთოდები, გარდა იმისა, რომ მონაცემთა დიდ ბაზას მოითხოვს, დროშიც გაწელილია და ამიტომ ოპერატიული გადაწყვეტილების მიღებისათვის ნაკლებად გამოსაყენებელია.

აქედან გამომდინარე საჭიროდ ჩავთვალე განმეხილა ანალიზის კიდევ ერთი, მიზეზ-შედეგობრივი კვლევის მეთოდი. კერძოდ : სამფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი - პირველი რიგის ლათინური კვადრატები. ამ მეთოდის გამოყენება საშუალებას გვაძლევს სრული ფაქტორული ექსპერიმენტის (რომელიც დიდი რაოდენობის მონაცემებს მოითხოვს) ნაცვლად გამოვიყენოთ ეკონომიურ წილადური ფაქტორული ექსპერიმენტი, რომელშიც მონაცემების აღება საჭირო ხდება შესასწავლი სამი ფაქტორის დონეების არა ყველა, არამედ მხოლოდ ზოგიერთი კომბინაციის პირობებში.

წილადურ ფაქტორული ექსპერიმენტის სხვადასხვა ხერხი არსებობს. ერთ-ერთ ხერხს წარმოადგენს სწორედ პირველი რიგის ლათინური კვადრატი, რომელიც გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როდესაც სამივე შესასწავლი ფაქტორი იცვლება დონეთა ერთნაირ რაოდენობაზე. ფაქტორების ოთხ დონეზე ცვლილებისას სრული ფაქტორული ექსპერიმენტისათვის დამჭირდებოდა 64 მონაცემი (ოთხი დონე კუბში),

ახლა კი ვიყენებ 16 მონაცემს, რომლებსაც ვიღებ ცხრილი 1-ის კომბინაციის შესაბამისად [14].

კვლევის მიზანს წარმოადგენს - რა ფაქტორები ახდენენ გავლენას გაყიდვებზე და როგორია ამ ფაქტორების ურთიერთგავლენის ეფექტი.

5.1. სამფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი

კვლევას საფუძვლად დაედო ერთ-ერთი კომპანიის ფაქტიური მონაცემები, ჰიპოთეზა, რომლის ჭეშმარიტებას ვადგენ, შეიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს: რეალიზაციის მოცულობაზე გავლენას ახდენს შემდეგი ფაქტორები: ბრენდი, სეზონი და რეკლამის ხარჯი.

თითოეული ფაქტორს ვცვლით 4 დონეზე, სრული ფაქტორული ექსპერიმენტის ჩასატარებლად გვჭირდება $4^3 = 64$ დაკვირვების რაოდენობა. კვლევისათვის გამოვიყენე პირველი რიგის ლათინური კვადრატი (წილად/ფაქტორული დისპერსიული ანალიზი), რომელიც საშუალებას გვაძლევს დაკვირვებათა რაოდენობა შემცირდეს 4-ჯერ და 16 შედეგის საფუძველზე შევამოწმოთ ჰიპოთეზის ჭეშმარიტება [14].

თუ პირველ ფაქტორს აღვნიშნავთ A-თი, მეორეს B-თი და მესამეს C-თი, მაშინ ფაქტორული ექსპერიმენტის გეგმა მიიღებს ცხრილი 30-ის შესაბამის სახეს. ალგორითმის თანახმად ცხრილის ყოველ სვეტში და სტრიქონში ისეა განლაგებული C ფაქტორის დონეები, რომ არ მეორდება. შესაბამისად დაკვირვებების აღება საჭირო ხდება შესასწავლი სამი ფაქტორის დონეების არა ყველა, არამედ მხოლოდ ზოგიერთი კომბინაციის პირობებში.

ცხრილი 30 ფაქტორული ექსპერიმენტის გეგმა

	A1	A2	A3	A4
B1	C1	C2	C3	C4
B2	C2	C3	C4	C1
B3	C3	C4	C1	C2
B4	C4	C1	C2	C3

პირველ ფაქტორად (ფაქტორი A) ავირჩიე სეზონი, მეორე ფაქტორად (ფაქტორი B) - ოთხი ყველაზე ფართოდ ცნობილი ბრენდი, ხოლო მესამე ფაქტორად (ფაქტორი C) მარკეტინგული ხარჯები. ამ ანალიზისათვის აღებული მაქვს ფაქტიური მარკეტინგული ხარჯი მთლიანად და არ მაქვს განხილული ცალკეული სახის (მაგ. ტელე-რეკლამა, რადიო-რეკლამა, სოციალური ქსელები, ბილბორდი, ლაითბოქსი და ა.შ.) მარკეტინგული ხარჯის ზეგავლენა რეალიზაციის მოცულობაზე. უნდა აღინიშნოს, რომ მარკეტინგული ხარჯი ფინანსურ ეფექტს მოახდენს საანგარიშო პერიოდის მომდევნო პერიოდში. ამასთან ერთად ზამთრის სეზონთან მიმართებაში მარკეტინგული ხარჯები უნდა იყოს განხილული საანგარიშო წლის დეკემბერსა და მომდევნო წლის იანვარ-თებერვლის მონაცემების მიხედვით. კვლევის დროს ეს მიდგომა იქნა გათვალისწინებული.

მარკეტინგული ხარჯი, როგორც ზემოთ აღვნიშნე, შერჩეული მაქვს თითოეული ბრენდისთვის ცალ-ცალკე. დავყავი ოთხ კატეგორიად (ცხ. 31): დაბალი, საშუალო, მაღალი, უმაღლესი. კატეგორიებად დაყოფისათვის გამოვიყენე ინტერვალთა მეთოდი. ავიღე კომპანიის მარკეტინგული ხარჯების ფაქტიური მაჩვენებლები ბოლო ოთხი წლის განმავლობაში და გამოვიყვანე საშუალო ხარჯი სეზონისა და ბრენდის მიხედვით. გამოვყავი მინიმალური და მაქსიმალური მონაცემი, განვსაზღვრე ინტერვალის ბიჯი $((\text{min-max})/4)$, დავყავი ოთხ ინტერვალად და განვსაზღვრე ოთხი ინტერვალის საზღვარი ყოველი ბრენდისათვის. პირველი ინტერვალი შევაფასე როგორც დაბალი, მეორე როგორც საშუალო, მესამისად შემდეგი ინტერვალი მაღალ და უმაღლეს ინტერვალებად.

ცხრილი 31 მარკეტინგული ხარჯების ფაქტორული დონეები ბრენდების მიხედვით

ბრენდი	ინტერვალის საზღვრები		ინტერვალის ბიჯი	დაბალი	საშუალო	მაღალი	უმაღლესი
	MIN	MAX	BINS	C1	C2	C3	C4
BRAND001	493,83	1 054,93	140,27	493,83	634,10	914,65	1 054,93
BRAND002	28,32	186,15	39,46	28,32	67,78	146,69	186,15
BRAND016	92,88	274,00	45,28	92,88	138,16	228,72	274,00
BRAND017	45,39	219,59	43,55	45,39	88,94	176,04	219,59

ექსპერიმენტის გეგმის თანახმად (ცხრილი 30) ფაქტორების შესაბამისი კომბინაციისათვის ავიღე დაკვირვებები (ცხრილი 32).

ცხრილი 32 ფაქტიური მონაცემები

B ფაქტორი/ბრენდი	A ფაქტორი/ სეზონი			
	გაზაფხული	ზაფხული	შემოდგომა	ზამთარი
B1	8 127,83	9 962,52	7 210,77	6 547,00
B2	2 956,00	4 039,27	1 848,95	890,00
B3	3 878,00	5 590,00	2 348,00	1 002,00
B4	1 185,47	1 268,76	722,38	980,00

მოცემულ ცხრილში (ცხრილი 32) პირველი სტრიქონის პირველი ელემენტი შეესაბამება გაყიდვების მოცულობას, რომელიც მივიღეთ A, B და C ფაქტორების პირველ დონეზე, შესაბამისად ეს შედეგი აღვნიშნოთ y_{11} -ით. პირველი სტრიქონის მეორე სვეტის ელემენტი შეესაბამება A ფაქტორის მეორე, B ფაქტორის პირველ და C ფაქტორის მეორე დონეს - შესაბამისად y_{21} და ა.შ. (ცხრილი 4). ზოგადად მონაცემი აღვნიშნე - y_{ij} , სადაც i შეესაბამება A ფაქტორის დონეს, ხოლო j - B ფაქტორის დონეს.

ცხრილი 33 მონაცემების მათემატიკური აღწერა ექსპერიმენტის გეგმაში

	A1	A2	A3	A4	Σ
B1	Y ₁₁	Y ₂₁	Y ₃₁	Y ₄₁	Y ₁ '
B2	Y ₁₂	Y ₂₂	Y ₃₂	Y ₄₂	Y ₂ '
B3	Y ₁₃	Y ₂₃	Y ₃₃	Y ₄₃	Y ₃ '
B4	Y ₁₄	Y ₂₄	Y ₃₄	Y ₄₄	Y ₄ '
Σ	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	

მოცემული ფაქტიური მონაცემები დამუშავებულ იქნა პირველი რიგის ლათინური კვადრატის ალგორითმის შესაბამისად.

იმისათვის, რომ დავადგინოთ ნულოვანი ჰიპოთეზის ჭეშმარიტება, უნდა ვიპოვოთ ფაქტორის ზეგავლენასთან დაკავშირებული დისპერსიების მნიშვნელობები S_A^2, S_B^2, S_C^2 და ექსპერიმენტის შეცდომასთან დაკავშირებული დისპერსია S_0^2 .

ფაქტორების ზეგავლენასთან დაკავშირებული დისპერსიების გამოსათვლელად შემოვიტანოთ დამხმარე სიდიდეები : Q_1, Q_2, Q_3, Q_4, Q_5 .

სადაც Q_1 არის ფაქტიური მონაცემების კვადრატების ჯამი.

$$Q_1 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k y_{ij}^2 = 346\,737\,482,6;$$

Q_2 არის A ფაქტორის დონეების მიხედვით ჯამების კვადრატების ჯამი გაყოფილი დონეთა რაოდენობაზე, ჩვენს შემთხვევაში 4-ზე.

$$Q_2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k Y_i^2 = 232938629,6;$$

Q_3 არის B ფაქტორის მიხედვით ჯამების კვადრატების ჯამი გაყოფილი დონეთა რაოდენობაზე.

$$Q_3 = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k Y_j'^2 = 322658963,9$$

Q₄ ეს არის მონაცემები - საერთო ჯამების კვადრატი გაყოფილი მონაცემთა რაოდენობაზე.

$$Q_4 = \frac{1}{k^2} \left(\sum_{i=1}^k Y_i \right)^2 = 214\,307\,215,4$$

Q₅ არის C ფაქტორის დონეების მიხედვით ჯამების კვადრატების ჯამი გაყოფილი დონეთა რაოდენობაზე.

$$Q_5 = \frac{1}{k} \sum_{t=1}^k Y_t''^2 = 215\,922\,015,7$$

ცხრილი 34 ფაქტორების მიხედვით ჯამების მნიშვნელობები

B ფაქტორი	A ფაქტორი				Σ
	A1	A2	A3	A4	
B1	8 127,83	9 962,52	7 210,77	6 547,00	31 848,11
B2	2 956,00	4 039,27	1 848,95	890,00	9 734,22
B3	3 878,00	5 590,00	2 348,00	1 002,00	12 818,00
B4	1 185,47	1 268,76	722,38	980,00	4 156,61
Σ	16 147,30	20 860,55	12 130,09	9 419,00	58 556,94

ვიპოვოთ ექსპერიმენტის შეცდომასთან დაკავშირებული დისპერსია S_0^2 :

$$S_0^2 = \frac{Q_1 + 2Q_4 - Q_2 - Q_3 - Q_5}{(k-1)(k-2)}$$

$$S_0^2 = 638\,717,344$$

ფაქტორის ზეგავლენასთან დაკავშირებული დისპერსიები: S_A^2, S_B^2, S_C^2 :

$$S_A^2 = \frac{Q_2 - Q_4}{(k - 1)} = 6\,210\,471,520$$

$$S_B^2 = \frac{Q_3 - Q_4}{(k - 1)} = 36\,117\,249,641$$

$$S_C^2 = \frac{Q_5 - Q_4}{(k - 1)} = 538\,266,67$$

ჰიპოთეზის ჭეშმარიტების დასადგენად უნდა გამოვთვალოთ ფიშერის სტატისტიკის მნიშვნელობა:

$$F_1 = \left| \frac{S_A^2}{S_0^2} \right| = 9.72$$

$$F_2 = \left| \frac{S_B^2}{S_0^2} \right| = 56.54$$

$$F_3 = \left| \frac{S_C^2}{S_0^2} \right| = 0.84$$

მიღებული მნიშვნელობა შევადაროთ ფიშერის განაწილების კრიტიკულ მნიშვნელობებს $\alpha=0.05$ მნიშვნელოვნობის დონისათვის, $F_{3;6}=4,76$.

მიღებული შედეგებიდან ჩანს, რომ ბრენდი და სეზონი, როგორც ფაქტორი მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს გაყიდვების მოცულობაზე, შესაბამისად გამოვთვალოთ გავლენის ეფექტი,

$$\sigma_A^2 = \frac{S_A^2 - S_0^2}{k} = 1\,392\,938,23$$

$$\sigma_B^2 = \frac{S_B^2 - S_0^2}{k} = 8\,869\,633,21$$

საინტერესოდ ჩავთვალოთ იგივე ანალიზი გამეკეთებინა ნაკლებად ცნობადი ბრენდების მიმართაც და ფაქტიური შედეგები შემეჯერებინა ორივე ანალიზის საფუძველზე.

საწყისი მონაცემები მოცემულია ცხრილში 35,

ცხრილი 35 ფაქტორების მიხედვით ჯამების მნიშვნელობები

B ფაქტორი	A ფაქტორი				Σ
	A1	A2	A3	A4	
B1	2 127,83	3 062,52	2 210,77	2 947,00	10 348,11
B2	2 956,00	4 039,27	3 848,95	890,00	11 734,22
B3	1 878,00	5 590,00	2 348,00	1 002,00	10 818,00
B4	3 185,47	3 268,76	722,38	980,00	8 156,61
Σ	10 147,30	15 960,55	9 130,09	5 819,00	41 056,94

ექსპერიმენტის შეცდომასთან დაკავშირებული დისპერსია:

$$S_0^2 = 275\,964,7876$$

ფაქტორის ზეგავლენასთან დაკავშირებული დისპერსიები:

$$S_A^2 = \frac{Q_2 - Q_4}{(k - 1)} = 4\,459\,005,134$$

$$S_B^2 = \frac{Q_3 - Q_4}{(k - 1)} = 576\,385,5789$$

$$S_C^2 = \frac{Q_5 - Q_4}{(k - 1)} = 3\,209\,658,127$$

ფიშერის სტატისტიკის მნიშვნელობა:

$$F_1 = \left| \frac{S_A^2}{S_0^2} \right| = 16.15$$

$$F_2 = \left| \frac{S_B^2}{S_0^2} \right| = 2.08$$

$$F_3 = \left| \frac{S_C^2}{S_0^2} \right| = 11.63$$

გავლენის ეფექტი:

$$\sigma_A^2 = \frac{S_A^2 - S_0^2}{k} = 1\,394\,346,25$$

$$\sigma_B^2 = \frac{s_B^2 - s_0^2}{k} = 75\ 105.2$$

5.2. ოთხფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი

საქართველო, როგორც განვითარებადი ტურისტული ქვეყანა, უკანასკნელ წლებში საინტერესო გახდა უამრავი ადამიანისათვის, შესაბამისად გაიზარდა ტურისტების რაოდენობა. კვლევის სრულყოფისათვის საჭიროდ ჩავთვალე, დამემატებინა მეოთხე ფაქტორად ტურისტების რაოდენობა და დამედგინა გავლენას ახდენს თუ არა ეს ფაქტორი გაყიდვების მოცულობაზე. აღნიშნული მონაცემები ავიღე შინაგან საქმეთა სამინისტროს საინფორმაციო-ანალიტიკური დეპარტამენტის ვებ-გვერდიდან - ინფორმაცია „უცხო ქვეყნის მოქალაქეების ვიზიტების რაოდენობების შესახებ წლებისა და თვეების მიხედვით“. ანალიზში გამოვიყენე 2013-2016 წლებში თვეების მიხედვით საშუალო რაოდენობა ტურისტებისა. შესაბამისად მივიღე ოთხფაქტორიანი კვლევა და ჩავატარე ოთხფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი ცალ-ცალკე ცნობადი და ნაკლებადცნობადი ბრენდების ჯგუფებისათვის.

ტურისტების რაოდენობის ანალიზი გვიჩვენებს, რომ 2013-2016 წლებში საქართველოში ტურისტების საშუალო მაჩვენებელი სეზონის მიხედვით შეადგენდა შემდეგ რაოდენობებს:

ცხრილი 36 ტურისტების საშუალო რაოდენობა სეზონის მიხედვით

	საშუალო რაოდენობა, 2013-2016 წლები
გაზაფხული	1 247 699
ზაფხული	2 006 497
შემოდგომა	1 479 052
ზამთარი	1 063 447

მეორე რიგის ლათინური კვადრატის კვლევის სქემაში უნდა განვათავსოთ დამატებით მეოთხე ფაქტორი. მესამე ფაქტორის დონეების ანალოგიურად მეოთხე ფაქტორის დონეები ცხრილში უნდა განვათავსოთ

ისე, რომ არცერთი დონე არ მეორდებოდეს სტრიქონსა და სვეტში. თუ თითოეული ფაქტორის მნიშვნელობას შევცვლით 4 სხვადასხვა დონეზე, მაშინ სქემა მიიღებს ცხრილი 37-ზე მოცემულ სახეს:

ცხრილი 37 4-ფაქტორიანი ფაქტორული ექსპერიმენტის გეგმა

	A1	A2	A3	A4
B1	C1 D1	C2 D2	C3 D3	C4 D4
B2	C2 D3	C3 D4	C4 D1	C1 D2
B3	C3 D4	C4 D3	C1 D2	C2 D1
B4	C4 D2	C1 D1	C2 D4	C3 D3

ცხრილი 38-ის მონაცემები ცხრილი 37 გეგმის გათვალისწინებით უნდა წავიკითხოთ შემდეგი სახით. ცხრილის პირველი სტრიქონის და პირველი სვეტის გადაკვეთაზე მოცემული მონაცემი შეესაბამება A,B,C და D ფაქტორების პირველ დონეს - y_{11} და ა.შ.

მონაცემების დამუშავებას ვახდენთ მეორე რიგის ლათინური კვადრატოს ალგორითმის შესაბამისად, დამატებით შემოდის D ფაქტორის დონეების მიხედვით Q_6 დამხმარე სიდიდე.

$$Q_6 = \frac{1}{k} \sum_{p=1}^k Y_p'''^2 = 216\,928\,122,9$$

ექსპერიმენტის შეცდომასთან დაკავშირებული დისპერსია S_0^2 :

$$S_0^2 = \frac{Q_1 + 3Q_4 - Q_2 - Q_3 - Q_5 - Q_6}{(k-1)(k-3)}$$

$$S_0^2 = 403\,798,5$$

D ფაქტორის ზეგავლენასთან დაკავშირებული დისპერსია:

$$S_D^2 = \frac{Q_6 - Q_4}{(k - 1)} = 873\,635,09$$

ფიშერის კრიტერიუმის საანგარიშო მნიშვნელობები:

$$F_1 = \left| \frac{S_A^2}{S_0^2} \right| = 15,38$$

$$F_2 = \left| \frac{S_B^2}{S_0^2} \right| = 89,44$$

$$F_3 = \left| \frac{S_C^2}{S_0^2} \right| = 1,33$$

$$F_4 = \left| \frac{S_D^2}{S_0^2} \right| = 2,16$$

ფაქტორის ზეგავლენასთან დაკავშირებული ეფექტი:

$$\sigma_B^2 = \frac{S_B^2 - S_0^2}{k} = 8\,932\,823,5$$

$$\sigma_A^2 = \frac{S_A^2 - S_0^2}{k} = 1\,451\,234,2$$

ოთხფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი, როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ ჩავატარე ნაკლებადცნობილი ბრენდების შემთხვევაშიც. ცხრილი 6-ის მონაცემების მიხედვით მივიღე შემდეგი შედეგები

ექსპერიმენტის შეცდომასთან დაკავშირებული დისპერსია:

$$S_0^2 = 282476,23$$

D ფაქტორის ზეგავლენასთან დაკავშირებული დისპერსია

$$S_D^2 = \frac{Q_6 - Q_4}{(k - 1)} = 269472,09$$

ფიშერის კრიტერიუმის საანგარიშო მნიშვნელობები:

$$F_1 = \left| \frac{S_A^2}{S_0^2} \right| = 15,78$$

$$F_2 = \left| \frac{S_B^2}{S_0^2} \right| = 2,04$$

$$F_3 = \left| \frac{S_C^2}{S_0^2} \right| = 11.36$$

$$F_4 = \left| \frac{S_D^2}{S_0^2} \right| = 0,95$$

ფაქტორის ზეგავლენასთან დაკავშირებული ეფექტი:

$$\sigma_C^2 = \frac{S_B^2 - S_0^2}{k} = 731\,795,5$$

$$\sigma_A^2 = \frac{S_A^2 - S_0^2}{k} = 1\,044\,132,5$$

დასკვნა

ცხრილი 38 ფაქტორების არსებითობა

	ფაქტორები	სეზონი	მარკეტინგული ხარჯი	ცნობილი ბრენდი	ნაკლებად ცნობილი ბრენდი	ტურისტების რაოდენობა
კვლევა 1	ფაქტორების არსებითობა/+ ან -	+	-	+		
კვლევა 2	ფაქტორების არსებითობა/+ ან -	+	+		-	
კვლევა 3	ფაქტორების არსებითობა/+ ან -	+		+		-
კვლევა 4	ფაქტორების არსებითობა/+ ან -	+	+			-

მიღებული შედეგების ანალიზი (ცხრილი 11) გვიჩვენებს, რომ ბრენდის ცნობადობა და სეზონი მნიშვნელოვანი ფაქტორია. ცნობადი ბრენდის შემთხვევაში მარკეტინგული ხარჯები არსებით ზეგავლენას არ ახდენენ გაყიდვების მოცულობაზე, რაც შეეხება ნაკლებად ცნობილ ბრენდებს, ამ შემთხვევაში გამოიკვეთა მარკეტინგული ხარჯების, როგორც ფაქტორის გავლენის არსებითობა.

საინტერესოა, რომ ოთხფაქტორიანი ანალიზის შემთხვევაში ტურისტების რაოდენობა, როგორც ფაქტორი გაყიდვების მოცულობის არსებითად განმსაზღვრელი ფაქტორი არ აღმოჩნდა.

დასკვნები

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში ბიზნეს-სუბიექტის ნორმალური ფუნქციონირების უზრუნველსაყოფად მნიშვნელოვანია სამეურნეო პროცესების მართვასა და რეგულირებაში თანამედროვე მიდგომების გამოყენება. საქართველოში ბიზნეს-გარემო მნიშვნელოვან ცვლილებებს განიცდის, ამიტომ ხარისხიანი პროგნოზირების შესაძლებლობა მნიშვნელოვანია ბიზნეს-სუბიექტის ფინანსური სტაბილურობისათვის და ბაზარზე კონკურენტუნარიანობის შესანარჩუნებლად.

კვლევაში განვითარებულია მოსაზრება, რომ ქართული ბიზნეს-გარემოს რეალობების გათვალისწინება წარმოშობს პროგნოზირების ისეთი მოდელების და ინსტრუმენტების გამოყენებას, რომელიც სრულყოფილად უპასუხებს ბიზნეს-სუბიექტის წინაშე მდგარ ყველა გამოწვევას მენეჯერულ გადაწყვეტილებათა მიღების კუთხით.

კერძოდ, ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს ანალიზისა და პროგნოზირების თანამედროვე მეთოდების საფუძველზე ბიზნეს ერთეულების ფინანსური ანალიზისა და ბიუჯეტის შედგენის საკითხებში არსებული პრობლემების გამოვლენა და მისი გადაჭრისათვის რეკომენდაციების მომზადება.

კვლევის მიზნებიდან გამომდინარე შესწავლილ იქნა შემდეგი საკითხები:

1. გამოვლენილ იქნა ბიუჯეტის შემოსავლებზე მოქმედი ფაქტორები, დადგინდა ამ ფაქტორების არჩევის კრიტერიუმები კვლევის ობიექტთან და საგანთან მიმართებაში; შეფასებულ იქნა ბიუჯეტის შემოსავლებზე მოქმედი ფაქტორების გავლენის არსებითობა;

2. ფაქტიური მონაცემების საფუძველზე შემუშავდა პროგნოზირების ამოცანა;
3. გამოკვლეულ იქნა ბაზრის მდგომარეობის გავლენა მოცემული ტიპის პროდუქტის მოთხოვნაზე; დადგინდა მოთხოვნასა და ფასს შორის დამოკიდებულება და შერჩეულ იქნა ოპტიმალური პარამეტრები.
4. განხორციელდა ფასწარმოქმნის და ფასდაკლების პოლიტიკის ძირითადი ასპექტების კვლევა.

ჩამოთვლილი საკითხებიდან პირველ საკითხთან დაკავშირებით შემოსავლებზე მოქმედ ფაქტორებად შერჩეულ იქნა ოთხი საბაზისო ფაქტორი/ცვლადი: ტურისტების რაოდენობა, რეკლამის ხარჯი, ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, საცალო ფასების ინდექსი. ოთხფაქტორიანი რეგრესიული ანალიზის შედეგად გამოვლინდა 2 არსებითი ფაქტორი - მარკეტინგული ხარჯი და ჰაერის საშუალო ტემპერატურა, რომლის საფუძველზეც გაკეთებული რეგრესიული ანალიზის შედეგად მივიღეთ 0.823. მაქსიმალურად ადეკვატური მოდელის მისაღებად შემოვიტანეთ „დამატებითი“ ფაქტორები: ფასდაკლება და სეზონური მოთხოვნის ზრდა. ჩავატარეთ ექვს ფაქტორიანი რეგრესიული ანალიზი. ანალიზის შედეგად გამოვლინდა, რომ არსებითია ორი ფაქტორი მარკეტინგული ხარჯი (x_2) და სეზონური მოთხოვნის ზრდა (x_6) და დეტერმინაციის კოეფიციენტმა შეადგინა 0.77. ავავთ კორელაციური მატრიცა და მის საფუძველზე შევამოწმეთ ჰიპოთეზა მულტიკოლინეარულობის არსებობის შესახებ.

საუკეთესო მოდელის მისაღებად შევაფასეთ პროცესზე შერჩეული ფაქტორების გავლენის არსებითობა მოდელის მრავალჯერადი შეფასების ხარჯზე - მოდელში ცვლადების რაოდენობის შეცვლის გზით. ექვსივე ფაქტორის ყველა შესაძლო კომბინაციისათვის ჩავატარეთ რეგრესიული ანალიზი. პარამეტრების რაოდენობის მიხედვით შევარჩიეთ საუკეთესო კომბინაციები. შერჩეულ კომბინაციებს შორის ამოვირჩიეთ საუკეთესო რეგრესიული მოდელი შემდეგი კრიტერიუმების საფუძველზე:

დეტერმინაციის კოეფიციენტის მაქსიმალური მნიშვნელობა და სტანდარტული კვადრატული გადახრების ჯამის მინიმალური მნიშვნელობა, მოდელის სიმარტივე.

- კვლევის მეორე საკითხი მოიცავს პროგნოზირების მეთოდების ეფექტურობის გამოკვლევას. კვლევისთვის შერჩეულ იქნა პროგნოზირების ის მეთოდები, რომლებიც ითვალისწინებენ სეზონურობას. განხილულ იქნა დროითი მწკრივის კომპონენტებად დაშლის მეთოდი (Decomposition of times series) და მასზე დაფუძნებული პროგნოზირება, სეზონური მონაცემების პროგნოზი რეგრესიის გამოყენებით, ტრენდის შეფასება სხვაობებით, ჰოლტ-ვინტერსის ტრენდ-სეზონური მოდელი და ARIMA მოდელი. შეფასებულია პროგნოზირების სიზუსტე და ადეკვატურობა. პროგნოზირების მეთოდების დამახასიათებელი მაჩვენებლების საფუძველზე გამოვლენილია ოპტიმალური პროგნოზირების მეთოდი, რომელიც სხვადასხვა ფინანსური მაჩვენებლების პროგნოზირების საშუალებას იძლევა. განხორციელებული პროგნოზის შედეგები მეტყველებს პროგნოზირების მეთოდოლოგიის მიზანშეწონილობაზე, კერძოდ პროგნოზირების ეფექტურობის შეფასება განხორციელდა MAPE-ის მნიშვნელობების საფუძველზე;

- მესამე საკითხთან დაკავშირებით ფირმის ეკონომიკური აქტივობის პროცესში ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანის ბაზრის მოთხოვნის შესაფასებლად განხორციელდა სტატისტიკური მონაცემების შეგროვება (ანკეტური გამოკითხვა) და ორგანიზება, შესრულდა შეგროვებული მონაცემების ანალიზი რეგრესიული ანალიზის სხვადასხვა მეთოდებით; დადგენილ იქნა შემოსავლების მაქსიმიზაციის მოთხოვნის შემთხვევაში რა ფასი უნდა დაადოს კომპანიამ თავის პროდუქციას შემდეგ ფაქტორების : საშუალო ხარჯი წარმოებული პროდუქციის ერთეულზე, საშუალო მოგება წარმოებული პროდუქციის ერთეულზე, წარმოების მოცულობა, კონკურენტების ფასი მსგავს პროდუქტზე, ბაზრის მოთხოვნის მოცულობა, გათვალისწინებით. კვლევის შედეგად დადგენილ იქნა ის ძირითადი

ფაქტორები, რომლებიც განსაზღვრავენ ბიზნეს-ერთეულის შემოსავლების მაქსიმიზაციას.

შემუშავებულია ფასწარმოქმნის ალგორითმის შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა ოპტიმიზაციის ამოცანის გადაწყვეტის საფუძველზე.

წარმოდგენილია რეკომენდაციები ბიზნეს-ერთეულის ფასწარმოქმნისა და ფასდაკლების პოლიტიკასთან დაკავშირებით.

ნაშრომში განხილულია ანალიზის ერთ-ერთი მეთოდი, მიზეზ-შედეგობრივი კვლევის მეთოდი - კერძოდ, სამფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი, რომელიც საშუალებას იძლევა, მცირე სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე მიღებულ იქნას ოპერატიული, რელევანტური მენეჯერული გადაწყვეტილება .

კვლევას გააჩნია ბიზნეს-სუბიექტისათვის პრაქტიკული ღირებულება და მნიშვნელოვნება შემოსავლების პროგნოზირების, ფასწარმოქმნის და ფასდაკლების პოლიტიკის ძირითად საკითხებთან დაკავშირებით. პროგნოზი ბიზნეს-სუბიექტს დაეხმარება ჩამოაყალიბოს დროში გათვლილი სტარტეგია შემოსავლების მაქსიმიზაციის, ხარჯების ოპტიმიზაციისა და ფასწარმოქმნის კუთხით.

ლიტერატურა:

1. Balassa B. (1990) «Indicative planning in developing countries», Washington, D.C.: Office of the Vice President, Development Economics, World Bank.
2. Van Horne Fundamentals of Financial Management 13th Edition, Pearson; 13 edition (November 28, 2008), 760 pages
3. Stephen A. DeLurgio Forecasting Principles and Applications Publisher: McGraw-Hill Education (ISE Editions); Internat.2r.e. edition (July 1, 1998) 992 pages
4. J. Lewis Blackburn, Thomas J. Domin Protective Relaying Principles and Applications, Third Edition Boca Raton 664 pages, 2006
5. Jan Beran Statistics for Long-Memory Processes, New York, 1994, 315 pages
6. http://www.statsref.com/HTML/?graeco-latin_sqaures.html
7. http://www.statsref.com/HTML/?latin_sqaures.html
8. <http://police.ge/ge/useful-information/statistics/sazghvris-kvetis-statistika>
9. <http://www.moa.gov.ge/m/Public/Annual/10>
10. Geostat.gov.ge
11. meteo.gov.ge
12. Denise Etheridge, Excel Data Analysis Visual; 3 edition (July 6, 2010), 368 pages
13. Wayne Winston, Microsoft Excel Data Analysis and Business Modeling, 5th Edition, Published 12/9/2016, 5th Edition, 864 pages
14. ი. ზედგინიძე, საინჟინრო ექსპერიმენტის ორგანიზაცია და დაგეგმვა, თბილისი, ტექნიკური უნივერსიტეტი, 2000.
15. ნ. ლაზრივა, მ.მანია, გ.მარი ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა ეკონომისტებისათვის, თბილისი, 2000.

16. Paul Newbold, Statistics for business and economics, Sixth Edition, Pearson, 2006.
17. John E. Hanke , Business ForeCasting, Ninth Edition, Pearson, 2009
18. Diebold, F. X. 2007. Elements of Forecasting. Thomson and South-Western. Fourth Edition
19. Norean D. Sharpe Richard D. De VeauxPaul Velleman Business Statistics and XLSTAT, Books a la Carte Plus MSL, Pearson, 2013
20. Meteoblue.com
21. Rudolph . Statistics for Business & Economics (with XLSTAT Education Edition Printed Access Card), 2015
22. Pamela P. Peterson. Frank J Fabozzi --Analysis Of Financial Statement Wiley. 2 edition. 2003.
23. Principles of Managerial Finance Lowrence J. Gitman (San Diego State Universiti). Pearson international Edition.2009.
24. E. Sands & Associates Inc., Insolvency prediction Sam A.A Kubba Property Condition Analysis. McGraw-Hill Professional Publishing. 2007.
25. **Guerrero**, H , Excel Data Analysis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010

დანართი 1

N	გაყიდვების მოცულობა	პროგნოზი	სხვაობები	სხვაობების აბსოლუტური მნიშვნელობა	სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობა
1	3068,45	3232,77	-164,32	164,32	0,05
2	3124,07	3464,60	-340,52	340,52	0,11
3	5597,61	5025,25	572,36	572,36	0,10
4	6449,65	6140,44	309,21	309,21	0,05
5	8474,51	6996,52	1477,99	1477,99	0,17
6	8040,55	7869,46	171,08	171,08	0,02
7	8970,87	9150,01	-179,14	179,14	0,02
8	8729,37	9064,59	-335,23	335,23	0,04
9	6814,66	7359,48	-544,82	544,82	0,08
10	5516,60	6207,35	-690,75	690,75	0,13
11	4707,52	5166,61	-459,09	459,09	0,10
12	4651,27	3911,74	739,52	739,52	0,16
13	3145,40	3768,46	-623,06	623,06	0,20
14	3622,70	3737,21	-114,51	114,51	0,03
15	5449,39	4807,45	641,94	641,94	0,12
16	7097,73	6675,62	422,11	422,11	0,06
17	8242,14	6838,64	1403,51	1403,51	0,17
18	9378,04	8078,31	1299,73	1299,73	0,14
19	10071,42	10441,34	-369,92	369,92	0,04
20	10369,22	9864,00	505,22	505,22	0,05
21	7723,51	6861,17	862,34	862,34	0,11
22	4773,91	5475,58	-701,67	701,67	0,15
23	3653,37	4407,02	-753,65	753,65	0,21
24	5029,28	3377,99	1651,29	1651,29	0,33

N	გაყიდვების მოცულობა	პროგნოზი	სხვაობები	სხვაობების აბსოლუტური მნიშვნელობა	სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობა
25	3389,19	4098,06	-708,87	708,87	0,21
26	5241,79	3914,70	1327,09	1327,09	0,25
27	3918,35	5956,51	-2038,16	2038,16	0,52
28	6046,55	6291,84	-245,29	245,29	0,04
29	6752,85	6894,72	-141,87	141,87	0,02
30	9444,61	7967,89	1476,72	1476,72	0,16
31	8194,94	8751,84	-556,90	556,90	0,07
32	9363,25	8017,10	1346,15	1346,15	0,14
33	7057,19	7159,87	-102,69	102,69	0,01
34	4778,94	5362,63	-583,69	583,69	0,12
35	3840,88	4297,79	-456,91	456,91	0,12
36	5304,44	3818,28	1486,16	1486,16	0,28
37	2120,71	3184,98	-1064,27	1064,27	0,50
38	3234,22	2807,63	426,60	426,60	0,13
39	4922,94	5446,14	-523,20	523,20	0,11
40	7089,60	7014,01	75,59	75,59	0,01
41	6152,52	7147,78	-995,26	995,26	0,16
42	7427,39	8200,81	-773,42	773,42	0,10
43	7574,51	8393,98	-819,47	819,47	0,11
44	8968,99	7909,72	1059,26	1059,26	0,12
45	5336,36	6631,51	-1295,15	1295,15	0,24
46	4457,06	5789,28	-1332,22	1332,22	0,30
47	3627,71	5060,34	-1432,63	1432,63	0,39
48	4648,38	3555,56	1092,82	1092,82	0,24
(MAPE)					0,145

დანართი 2

თვე	გაყიდვების მოცულობა	ტურისტების რაოდენობა	რეკლამის ხარჯი	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	საცალო ფასების ინდექსი	ფასდაკლება %	სეზონური მოთხოვნის ზრდა
N	Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
1	3 068,45	280 023	282 574	5	2,59	-8,00%	0
2	3 124,07	291 659	318 622	6	-0,56	-8,00%	0
3	5 597,61	363 676	624 239	12	-0,32	-5,00%	0
4	6 449,65	364 841	609 372	19	-1,33	0,00%	1
5	8 474,51	406 598	716 070	23	3,04	0,00%	1
6	8 040,55	490 796	745 656	28	-1,75	0,00%	1
7	8 970,87	613 604	1 161 784	31	-4,63	0,00%	1
8	8 729,37	776 115	1 116 821	31	-0,23	0,00%	1
9	6 814,66	512 384	735 160	25	1,37	0,00%	1
10	5 516,60	481 841	644 596	19	1,45	-10,00%	0
11	4 707,52	418 138	698 652	12	1,45	-10,00%	0
12	4 651,27	392 628	468 018	7	4,82	0,00%	0
13	3 145,40	320 005	478 579	6	2.08	-8.00%	0
14	3 622,0	295 434	548 116	5	-0.10	-8.00%	0
15	5 449,39	394 884	767 551	9	-0.59	-5.00%	0
16	7 097,73	393 209	719 120	21	0.74	0.00%	1
17	8 242,14	396 264	546 971	24	-1.75	0.00%	1
18	9 378,04	454 347	1 027 570	26	-3.55	0.00%	1
19	10 071,42	673 552	1 583 591	34	-2.12	0.00%	1
20	10 369,22	774 982	1 193 684	35	2.68	0.00%	1
21	7 723,51	504 902	214 882	28	3.25	0.00%	1
22	4 773,91	470 160	173 396	20	0.96	0.00%	0
23	3 653,37	402 374	126 821	14	-0.06	-10.00%	0
24	5 029,28	435 446	273 033	6	1.19	-10.00%	0
25	3 389,19	309 753	824 061	4	1.24	-7.50%	0
26	5 241,79	293 152	641 551	5	0.11	-7.50%	0
27	3 918,35	386 257	856 502	15	1.20	-5.20%	0
28	6 046,55	394 752	603 085	20	-0.25	0.00%	1
29	6 752,85	454 602	662 483	23	-0.59	0.00%	1
30	9 444,61	496 794	883 457	27	-1.94	0.00%	1
31	8 194,94	737 898	780 208	33	-0.82	0.00%	1
32	9 363,25	852 446	221 459	35	1.95	0.00%	1
33	7 057,19	568 687	286 135	29	1.24	0.00%	1
34	4 778,94	504 468	199 926	19	0.86	-9.80%	0
35	3 840,88	436 300	155 308	13	0.93	-9.80%	0

36	5 304,44	465 985	418 817	7	-0.15	0.00%	0
37	2 120,71	323 159	257 419	5	2.57	-7.00%	0
38	3 234,22	360 402	144 763	4	-0.42	-9.00%	0
39	4 922,94	450 875	673 824	14	-0.96	-5.50%	0
40	7 089,60	462 480	1 069 225	19	-0.69	0.00%	1
41	6 152,52	522 359	709 705	24	-1.11	0.00%	1
42	7 427,39	517 038	1 006 068	27	-2.58	0.00%	1
43	7 574,51	764 022	591 828	33	-0,39	0,00%	1
44	8 968,99	874 394	250 922	34	1,43	0,00%	1
45	5 336,36	631 302	179 976	27	0,93	0,00%	1
46	4 457,06	527 157	252 543	21	0,70	0,00%	0
47	3 627,71	458 496	384 748	15	0,72	-10,40%	0
48	4 648,38	486 141	280 519	7	1,55	-10,50%	0

დანართი 3

თვე	გაყიდვების მოცულობა	პროგნოზი	სხვაობები	სხვაობების აბსოლუტური მნიშვნელობა	სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობა
1	3068,45	3989.359	-920.909	920.9093	0.300122
2	3124,07	4048.393	-924.321	924.3209	0.295871
3	5597,61	4548.882	1048.725	1048.725	0.187352
4	6449,65	7703.057	-1253.41	1253.412	0.194338
5	8474,51	7877.789	596.7227	596.7227	0.070414
6	8040,55	7926.241	114.3054	114.3054	0.014216
7	8970,87	8607.708	363.1597	363.1597	0.040482
8	8729,37	8534.074	195.2906	195.2906	0.022372
9	6814,66	7909.052	-1094.4	1094.397	0.160595
10	5516,60	4582.22	934.3844	934.3844	0.169377
11	4707,52	4670.744	36.77902	36.77902	0.007813
12	4651,27	4293.048	358.2182	358.2182	0.077015
13	3145,40	4310.344	-1164.95	1164.948	0.370366
14	3622,70	4424.22	-801.522	801.5217	0.22125
15	5449,39	4783.575	665.8112	665.8112	0.122181
16	7097,73	7882.786	-785.06	785.0598	0.110607
17	8242,14	7600.868	641.2766	641.2766	0.077805
18	9378,04	8387.914	990.1223	990.1223	0.105579
19	10071,42	9298.476	772.9479	772.9479	0.076747
20	10369,22	8659.949	1709.267	1709.267	0.16484
21	7723,51	7057.026	666.4875	666.4875	0.086293
22	4773,91	3810.565	963.3453	963.3453	0.201794
23	3653,37	3734.291	-80.9222	80.92218	0.02215
24	5029,28	3973.733	1055.545	1055.545	0.20988

პი	გაყიდვების მოცულობა	პროგნოზი	სხვაობები	სხვაობების აბსოლუტური მნიშვნელობა	სხვაობის პროცენტული მნიშვნელობა
25	3389,19	4876.118545	-1486.93	1486.929	0.438727
26	5241,79	4577.232849	664.5594	664.5594	0.126781
27	3918,35	4929.245009	-1010.9	1010.895	0.25799
28	6046,55	7692.761151	-1646.21	1646.206	0.272255
29	6752,85	7790.033178	-1037.18	1037.182	0.153592
30	9444,61	8151.908583	1292.699	1292.699	0.136872
31	8194,94	7982.824698	212.1157	212.1157	0.025884
32	9363,25	7067.796053	2295.451	2295.451	0.245155
33	7057,19	7173.711563	-116.522	116.5224	0.016511
34	4778,94	3854.011209	924.9332	924.9332	0.193543
35	3840,88	3780.943512	59.93592	59.93592	0.015605
36	5304,44	4212.474711	1091.964	1091.964	0.205859
37	2120,71	3948.163782	-1827.46	1827.457	0.861721
38	3234,22	3763.674511	-529.451	529.4511	0.163703
39	4922,94	4630.084845	292.8521	292.8521	0.059487
40	7089,60	8456.13039	-1366.53	1366.529	0.192751
41	6152,52	7867.366609	-1714.85	1714.851	0.278724
42	7427,39	8352.701452	-925.31	925.3096	0.124581
43	7574,51	7674.326791	-99.817	99.81704	0.013178
44	8968,99	7116.046714	1852.94	1852.94	0.206594
45	5336,36	6999.862448	-1663.5	1663.499	0.311729
46	4457,06	3940.177859	516.8827	516.8827	0.115969
47	3627,71	4156.682369	-528.971	528.9707	0.145814
48	4648,38	3985.992649	662.3895	662.3895	0.142499
(MAPE)					0,16

დანართი 4. დარბინ-ვატსონის საანგარიშო მნიშვნელობისთვის ფაქტური დამხმარე მონაცემები

N	გაყიდვების მოცულობა	პროგნოზი	e(t)	e(t-1)	e(t)-e(t-1)	(e(t)-e(t-1)) ²	e(t) ²
1	3 068.45	3989.359	-920.91				
2	3 124.07	4048.393	-924.32	-920.91	-3.41	11.64	854 369.05
3	5 597.61	4548.882	1 048.72	-924.32	1 973.05	3 892 909.55	1 099 823.91
4	6 449.65	7703.057	-1 253.41	1 048.72	-2 302.14	5 299 832.16	1 571 040.48
5	7 474.51	7877.789	-403.28	-1 253.41	850.13	722 728.16	162 632.61
6	8 040.55	7926.241	114.31	-403.28	517.58	267 891.93	13 065.73
7	8 970.87	8607.708	363.16	114.31	248.85	61 928.46	131 885.00
8	8 729.37	8534.074	195.29	363.16	-167.87	28 180.06	38 138.41
9	6 814.66	7909.052	-1 094.40	195.29	-1 289.69	1 663 293.47	1 197 704.32
10	5 516.60	4582.220	934.38	-1 094.40	2 028.78	4 115 953.29	873 074.30
11	4 707.52	4670.744	36.78	934.38	-897.61	805 695.50	1 352.70
12	4 651.27	4293.048	358.22	36.78	321.44	103 323.11	128 320.25
13	3 145.40	4310.344	-1 164.95	358.22	-1 523.17	2 320 035.38	1 357 104.03
14	3 622.70	4424.220	-801.52	-1 164.95	363.43	132 078.70	642 437.11
15	5 449.39	4783.575	665.81	-801.52	1 467.33	2 153 066.06	443 304.59
16	7 097.73	7882.786	-785.06	665.81	-1 450.87	2 105 026.60	616 318.82
17	8 242.14	7600.868	641.28	-785.06	1 426.34	2 034 435.51	411 235.73
18	9 378.04	8387.914	990.12	641.28	348.85	121 693.27	980 342.10
19	10 071.42	9298.476	772.95	990.12	-217.17	47 164.69	597 448.50
20	10 369.22	8659.949	1 709.27	772.95	936.32	876 692.47	2 921 591.97
21	7 723.51	7057.026	666.49	1 709.27	-1 042.78	1 087 388.07	444 205.57
22	4 773.91	3810.565	963.35	666.49	296.86	88 124.55	928 034.14
23	3 653.37	3734.291	-80.92	963.35	-1 044.27	1 090 494.55	6 548.40
24	4 029.28	3973.733	55.54	-80.92	136.47	18 623.27	3 085.24
25	3 389.19	4876.119	-1 486.93	55.54	-1 542.47	2 379 225.83	2 210 957.93
26	4 241.79	4577.233	-335.44	-1 486.93	1 151.49	1 325 925.52	112 520.42
27	3 918.35	4929.245	-1 010.90	-335.44	-675.45	456 239.02	1 021 909.33
28	6 046.55	7692.761	-1 646.21	-1 010.90	-635.31	403 620.09	2 709 995.27
29	6 752.85	7790.033	-1 037.18	-1 646.21	609.02	370 910.96	1 075 745.94

30	8 444.61	8151.909	292.70	-1 037.18	1 329.88	1 768 581.99	85 672.54
31	8 194.94	7982.825	212.12	292.70	-80.58	6 493.62	44 993.09
32	8 363.25	7067.796	1 295.45	212.12	1 083.34	1 173 616.14	1 678 194.31
33	7 057.19	7173.712	-116.52	1 295.45	-1 411.97	1 993 670.04	13 577.47
34	4 778.94	3854.011	924.93	-116.52	1 041.46	1 084 629.85	855 501.46
35	3 840.88	3780.944	59.94	924.93	-865.00	748 220.32	3 592.32
36	4 804.44	4212.475	591.96	59.94	532.03	283 054.23	350 421.77
37	3 120.71	3948.164	-827.46	591.96	-1 419.42	2 014 756.42	684 684.79
38	3 234.22	3763.675	-529.45	-827.46	298.01	88 807.40	280 318.49
39	4 922.94	4630.085	292.85	-529.45	822.30	676 182.61	85 762.36
40	7 089.60	8456.130	-1 366.53	292.85	-1 659.38	2 753 547.09	1 867 402.66
41	7 152.52	7867.367	-714.85	-1 366.53	651.68	424 684.62	511 012.12
42	7 427.39	8352.701	-925.31	-714.85	-210.46	44 292.76	856 197.80
43	7 574.51	7674.327	-99.82	-925.31	825.49	681 437.92	9 963.44
44	8 568.99	7116.047	1 452.94	-99.82	1 552.76	2 411 053.05	2 111 033.35
45	5 336.36	6999.862	-1 663.50	1 452.94	-3 116.44	9 712 188.85	2 767 228.70
46	4 457.06	3940.178	516.88	-1 663.50	2 180.38	4 754 064.06	267 167.72
47	3 627.71	4156.682	-528.97	516.88	-1 045.85	1 093 809.24	279 809.96
48	4 648.38	3985.993	662.39	-528.97	1 191.36	1 419 339.02	438 759.84

დანართი 5 - დეკომპოზიციის მეთოდი - მულტიპლიკატიური

მოდელი

<i>Month</i>	<i>Period</i>	<i>Demand (Actual Y_t)</i>	<i>12-Month total</i>	<i>12-Month Average</i>	<i>Percent 12-Month Average</i>	<i>Unadjusted Index Mean</i>
1	2	3	4	5	6	7
1	1	2099077.64				
2	2	2844090.48				
3	3	4075825.56				
4	4	5485510.92				
5	5	6860559.40				
6	6	6504108.28				
7	7	6939839.64	52694246.60	4373683.107	1.586727	0.423879
8	8	6233019.08	52274147.96	4325315.198	1.441055	0.723637
9	9	4376604.16	51533416.80	4266952.138	1.025698	0.712475
10	10	3220695.88	50873434.52	4208374.321	0.765306	1.039128
11	11	2379368.64	50127549.18	4128104.135	0.576383	1.19343
12	12	1675546.92	48946950.06	4102333.605	0.408438	2.071292
1	13	1678979.00	49509056.46	4133563.727	0.406182	1.618658
2	14	2103359.32	49696472.98	4187869.443	0.50225	1.703037
3	15	3415843.28	50812393.66	4266206.137	0.800675	1.229576
4	16	4739625.58	51576553.62	4284065.744	1.106338	0.734466
5	17	5679960.28	51241024.23	4261991.604	1.332701	0.554701
6	18	7066214.68	51046774.26	4258715.819	1.659236	0.510154
7	19	7127256.16	51162405.39	4276003.087	1.666803	
8	20	7348939.76	51461668.69	4383888.903	1.676352	
9	21	5140764.12	53751664.99	4403975.313	1.167301	
10	22	2885166.49	51943742.53	4279475.03	0.674187	
11	23	2185118.67	50763658.19	4182844.945	0.5224	
12	24	1791178.05	49624620.48	4105823.892	0.436253	
1	25	1978242.30	48915152.92	4037220.688	0.490001	
2	26	4393355.62	47978143.59	3966999.651	1.107476	
3	27	1607920.82	47229848.03	3925245.43	0.409636	
4	28	3559541.24	46976042.28	3922166.804	0.907545	
5	29	4540922.57	47155961.02	3932230.322	1.154796	
6	30	6356747.12	47217566.71	3950998.666	1.608896	
7	31	6190246.83	47606401.27	3941546.118	1.570512	
8	32	6600644.20	46990705.55	3816012.177	1.729723	
9	33	4886958.37	44593586.70	3782910.748	1.291851	
10	34	3065085.23	46196271.26	3856689.124	0.794745	
11	35	2246724.36	46364267.71	3827462.679	0.587001	
12	36	2180012.61	45494836.59	3732547.015	0.584055	
1	37	1362546.58	44086291.76	3629070.654	0.375453	
2	38	1996236.77	43011403.93	3557180.779	0.561185	

3	39	3210605.38	42360934.76	3463003.958	0.927116	
4	40	3727537.69	40751160.23	3377916.713	1.103502	
5	41	3671491.45	40318840.87	3359731.855	1.092793	
6	42	4948202.29	40314723.66	1679780.153	2.945744	
7	43	5115359.00		0		
8	44	5950175.03		0		
9	45	3277183.84		0		
10	46	2632765.87		0		
11	47	2242607.15		0		
12	48	1861159.64		0		
Sum	1176					12.4579793
Average	24.5					

<i>Final Seasonal Index (S)</i>	<i>Deseasonalized (Y_i/S)</i>	<i>(X²)</i>	<i>t*Y_t/S</i>	<i>Trend</i>	<i>Fitted</i>
<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>	<i>13</i>
0.41	5 164 363.32	1.00	5 164 363.32	4 748 112.92	1 929 890.88
0.69	4 098 760.56	4.00	8 197 521.13	4 720 340.50	3 275 398.81
0.68	5 965 895.91	9.00	17 897 687.74	4 692 568.09	3 205 903.90
1.00	5 505 260.58	16.00	22 021 042.30	4 664 795.67	4 648 061.11
1.14	5 995 046.68	25.00	29 975 233.39	4 637 023.25	5 306 476.36
1.99	3 274 736.49	36.00	19 648 418.95	4 609 250.84	9 154 650.03
1.55	4 471 202.38	49.00	31 298 416.65	4 581 478.42	7 111 001.22
1.63	3 816 842.33	64.00	30 534 738.61	4 553 706.01	7 436 339.78
1.18	3 712 032.77	81.00	33 408 294.92	4 525 933.59	5 336 219.00
0.70	4 573 070.53	100.00	45 730 705.31	4 498 161.18	3 167 939.15
0.53	4 473 352.11	121.00	49 206 873.19	4 470 388.76	2 377 792.44
0.49	3 425 194.62	144.00	41 102 335.40	4 442 616.34	2 173 252.32
0.41	4 130 794.12	169.00	53 700 323.52	4 414 843.93	1 794 432.26
0.69	3 031 255.96	196.00	42 437 583.50	4 387 071.51	3 044 146.67
0.68	4 999 862.03	225.00	74 997 930.46	4 359 299.10	2 978 218.69
1.00	4 756 689.80	256.00	76 107 036.82	4 331 526.68	4 315 987.70

1.14	4 963 389.28	289.00	84 377 617.83	4 303 754.26	4 925 092.89
1.99	3 557 749.98	324.00	64 039 499.56	4 275 981.85	8 492 728.81
1.55	4 591 951.16	361.00	87 247 072.06	4 248 209.43	6 593 727.98
1.63	4 500 185.86	400.00	90 003 717.19	4 220 437.02	6 892 101.43
1.18	4 360 157.82	441.00	91 563 314.30	4 192 664.60	4 943 284.31
0.70	4 096 651.89	484.00	90 126 341.49	4 164 892.19	2 933 226.38
0.53	4 108 150.81	529.00	94 487 468.66	4 137 119.77	2 200 527.21
0.49	3 661 570.64	576.00	87 877 695.45	4 109 347.35	2 010 222.80
0.41	4 867 071.99	625.00	121 676 799.63	4 081 574.94	1 658 973.65
0.69	6 331 483.78	676.00	164 618 578.40	4 053 802.52	2 812 894.53
0.68	2 353 557.12	729.00	63 546 042.11	4 026 030.11	2 750 533.48
1.00	3 572 356.77	784.00	100 025 989.48	3 998 257.69	3 983 914.28
1.14	3 968 050.01	841.00	115 073 450.18	3 970 485.28	4 543 709.42
1.99	3 200 542.01	900.00	96 016 260.20	3 942 712.86	7 830 807.58
1.55	3 988 254.45	961.00	123 635 888.04	3 914 940.44	6 076 454.74
1.63	4 041 960.70	1 024.00	129 342 742.38	3 887 168.03	6 347 863.08
1.18	4 144 891.55	1 089.00	136 781 421.21	3 859 395.61	4 550 349.62
0.70	4 352 118.75	1 156.00	147 972 037.62	3 831 623.20	2 698 513.61
0.53	4 223 973.11	1 225.00	147 839 058.82	3 803 850.78	2 023 261.98
0.49	4 456 435.91	1 296.00	160 431 692.62	3 776 078.37	1 847 193.28
0.41	3 352 275.04	1 369.00	124 034 176.53	3 748 305.95	1 523 515.04
0.69	2 876 876.32	1 444.00	109 321 300.08	3 720 533.53	2 581 642.39
0.68	4 699 449.78	1 521.00	183 278 541.24	3 692 761.12	2 522 848.27
1.00	3 740 958.06	1 600.00	149 638 322.40	3 664 988.70	3 651 840.87
1.14	3 208 304.36	1 681.00	131 540 478.68	3 637 216.29	4 162 325.95
1.99	2 491 357.45	1 764.00	104 637 012.84	3 609 443.87	7 168 886.36
1.55	3 295 725.34	1 849.00	141 716 189.42	3 581 671.46	5 559 181.50
1.63	3 643 640.36	1 936.00	160 320 175.95	3 553 899.04	5 803 624.73

1.18	2 779 555.42	2 025.00	125 079 993.78	3 526 126.62	4 157 414.93
0.70	3 738 267.90	2 116.00	171 960 323.26	3 498 354.21	2 463 800.83
0.53	4 216 232.51	2 209.00	198 162 928.14	3 470 581.79	1 845 996.76
0.49	3 804 628.75	2 304.00	182 622 179.89	3 442 809.38	1 684 163.76

<i>Error</i>	<i>Percent Error</i>	<i>Squared Error</i>	<i>Z-value</i>	<i>MAPE</i>
14	15	16	17	18
169 186.76	0.08	28 624 161 075.66	0.24	0.10
431 308.33	- 0.15	186 026 877 591.93	0.30	0.09
869 921.66	0.21	756 763 702 516.01	-0.01	-
837 449.81	0.15	701 322 183 343.09	0.61	0.10
1 554 083.04	0.23	2 415 174 096 924.83	1.46	0.18
2 650 541.75	- 0.41	7 025 371 590 930.95	-2.96	0.40
171 161.58	- 0.02	29 296 286 454.89	-0.32	0.04
1 203 320.70	- 0.19	1 447 980 709 334.93	-1.00	0.14
959 614.84	- 0.22	920 860 637 477.95	-0.95	0.19
52 756.73	0.02	2 783 272 678.35	0.14	0.04
1 576.20	0.00	2 484 407.37	0.05	0.02
497 705.40	- 0.30	247 710 660 443.76	-0.54	0.28
115 453.26	- 0.07	13 329 456 395.51	-0.11	0.06
940 787.35	- 0.45	885 080 839 071.63	-0.36	0.15
437 624.59	0.13	191 515 285 812.88	-0.47	0.12
423 637.88	0.09	179 469 056 938.67	0.12	0.02
754 867.39	0.13	569 824 774 875.51	0.52	0.08
1 426 514.13	- 0.20	2 034 942 560 541.75	-1.63	0.20
533 528.18	0.07	284 652 318 876.82	0.44	0.05

456 838.33	0.06	208 701 258 353.56	0.82	0.10
197 479.81	0.04	38 998 275 952.29	0.32	0.05
48 059.89	- 0.02	2 309 752 746.48	-0.01	-
15 408.54	- 0.01	237 423 158.92	0.01	0.00
219 044.75	- 0.12	47 980 601 210.33	-0.24	0.11
319 268.65	0.16	101 932 468 408.95	0.37	0.16
1 580 461.09	0.36	2 497 857 260 699.92	0.51	0.16
1 142 612.66	- 0.71	1 305 563 680 174.74	0.63	0.13
424 373.04	- 0.12	180 092 477 949.14	0.28	0.05
2 786.85	- 0.00	7 766 547.87	0.77	0.12
1 474 060.46	- 0.23	2 172 854 251 472.45	-1.77	0.24
113 792.09	0.02	12 948 639 747.48	0.48	0.06
252 781.12	0.04	63 898 293 555.43	0.15	0.02
336 608.75	0.07	113 305 451 316.33	0.43	0.08
366 571.62	0.12	134 374 756 045.47	0.43	0.12
223 462.38	0.10	49 935 433 577.05	0.26	0.10
332 819.33	0.15	110 768 707 175.24	0.38	0.15
160 968.46	- 0.12	25 910 845 994.65	-0.20	0.13
585 405.62	- 0.29	342 699 736 473.04	-0.10	0.05
687 757.11	0.21	473 009 848 787.82	-0.11	0.03
75 696.82	0.02	5 730 009 124.07	-0.31	0.07
490 834.50	- 0.13	240 918 510 610.29	-0.96	0.23
2 220 684.07	- 0.45	4 931 437 733 668.36	-2.71	0.48
443 822.50	- 0.09	196 978 411 518.04	-0.79	0.13
146 550.30	0.02	21 476 989 636.19	0.29	0.04
880 231.09	- 0.27	774 806 770 584.19	-1.03	0.27

168 965.04	0.06	28 549 183 563.36	0.17	0.06
396 610.39	0.18	157 299 804 749.79	0.43	0.17
176 995.88	0.10	31 327 541 294.33	0.18	0.08

დანართი 6 - დეკომპოზიციის მეთოდი - ადიტიური მოდელი

<i>Month</i>	<i>Period</i>	<i>Demand (Actual Y_t)</i>	<i>12-Month total</i>	<i>12-Month Average</i>	<i>Percent 12- Month</i>	<i>Unadjusted Index Mean</i>
1	2	3	4	5	6	7
1	1	2 099 077.64				
2	2	2 844 090.48				
3	3	4 075 825.56				
4	4	5 485 510.92				
5	5	5 860 559.40				
6	6	5 504 108.28				
7	7	5 939 839.64	52694246.60	4373683.107	2 566 156.53	2 638 703.44
8	8	5 233 019.08	52274147.96	4325315.198	1 907 703.88	2 369 128.92
9	9	4 376 604.16	51533416.80	4266952.138	109 652.02	566 829.48
10	10	3 220 695.88	50873434.52	4208374.321	-987 678.44	-1 141 196.96
11	11	2 379 368.64	50127549.18	4128104.135	-1 748 735.50	-1 859 066.70
12	12	1 675 546.92	48946950.06	4102333.605	-2 426 786.69	-2 181 322.31
1	13	1 678 979.00	49509056.46	4133563.727	-2 454 584.73	-2 343 362.40
2	14	2 103 359.32	49696472.98	4187869.443	-2 084 510.12	-1 723 032.72
3	15	3 415 843.28	50812393.66	4266206.137	-850 362.86	-390 028.68
4	16	4 739 625.58	51576553.62	4284065.744	455 559.84	397 518.42
5	17	5 679 960.28	51241024.23	4261991.604	1 417 968.68	1 029 473.51
6	18	7 066 214.68	51046774.26	4258715.819	2 807 498.86	2 743 889.82
7	19	7 127 256.16	51162405.39	4276003.087	2 851 253.07	
8	20	7 348 939.76	51461668.69	4313055.57	3 035 884.19	
9	21	5 140 764.12	52051664.99	4366475.313	774 288.81	
10	22	2 885 166.49	52743742.53	4387808.363	-1 502 641.87	
11	23	2 185 118.67	52563658.19	4374511.611	-2 189 392.94	
12	24	1 791 178.05	52424620.48	4339157.225	-2 547 979.18	
1	25	1 978 242.30	51715152.92	4291387.355	-2 313 145.05	
2	26	2 693 355.62	51278143.59	4229499.651	-1 536 144.03	
3	27	4 107 920.82	50229848.03	4175245.43	-67 324.61	
4	28	4 559 541.24	49976042.28	4172166.804	387 374.44	
5	29	5 540 922.57	50155961.02	4182230.322	1 358 692.25	
6	30	5 356 747.12	50217566.71	4200998.666	2 155 748.45	
7	31	5 690 246.83	50606401.27	4191546.118	2 498 700.71	
8	32	5 300 644.20	49990705.55	4136845.51	2 163 798.69	
9	33	4 886 958.37	49293586.70	4070410.748	816 547.62	
10	34	3 065 085.23	48396271.26	3998355.79	-933 270.56	
11	35	2 246 724.36	47564267.71	3885796.013	-1 639 071.65	

12	36	2 180 012.61	45694836.59	3749213.681	-1 569 201.07	
1	37	1 362 546.58	44286291.76	3624903.987	-2 262 357.41	
2	38	1 996 236.77	42711403.93	3544680.779	-1 548 444.01	
3	39	3 210 605.38	42360934.76	3463003.958	-252 398.58	
4	40	3 727 537.69	40751160.23	3377916.713	349 620.98	
5	41	3 671 491.45	40318840.87	3359731.855	311 759.59	
6	42	4 948 202.29	40 314723.66	1 679 780.15	3 268 422.14	
7	43	5 115 359.00		0		
8	44	5 950 175.03		0		
9	45	3 277 183.84		0		
10	46	2 632 765.87		0		
11	47	2 242 607.15		0		
12	48	1 861 159.64		0		
Sum	1176					107533.8206
Average	24.5					

<i>Final Seasonal Index (S)</i>	<i>Deseasonalized (Y_i/S)</i>	<i>(X²)</i>	<i>t*Y_t/S</i>	<i>Trend</i>	<i>Fitted</i>
8	9	10	11	12	13
2 629 742.29	4 451 401.19	1.00	4 451 401.19	4 659 628.25	2 029 885.97
2 360 167.77	4 576 084.35	4.00	9 152 168.71	4 633 738.86	2 273 571.10
557 868.33	4 474 815.39	9.00	13 424 446.18	4 607 849.47	4 049 981.14
1 150 158.11	5 096 953.66	16.00	20 387 814.62	4 581 960.08	5 732 118.19
1 868 027.85	5 840 047.05	25.00	29 200 235.23	4 556 070.69	6 424 098.54
190 283.46	3 769 179.61	36.00	22 615 077.68	4 530 181.30	6 720 464.76
2 352 323.55	4 310 097.35	49.00	30 170 681.46	4 504 291.91	6 856 615.46
1 731 993.87	3 872 851.31	64.00	30 982 810.49	4 478 402.52	6 210 396.39
398 989.83	3 818 735.83	81.00	34 368 622.46	4 452 513.13	4 851 502.97
388 557.26	4 370 853.99	100.00	43 708 539.90	4 426 623.74	4 038 066.48
1 020 512.35	4 247 396.49	121.00	46 721 361.37	4 400 734.35	3 380 222.00
2 734 928.67	3 865 830.38	144.00	46 389 964.59	4 374 844.96	1 639 916.30
2 629 742.29	4 031 302.55	169.00	52 406 933.12	4 348 955.57	1 719 213.28
2 360 167.77	3 835 353.19	196.00	53 694 944.70	4 323 066.18	1 962 898.41
557 868.33	3 814 833.11	225.00	57 222 496.70	4 297 176.79	3 739 308.46
-					
1 150 158.11	4 351 068.32	256.00	69 617 093.04	4 271 287.40	5 421 445.51

-					
1 868 027.85	4 659 447.93	289.00	79 210 614.73	4 245 398.01	6 113 425.86
-					
2 190 283.46	4 331 286.01	324.00	77 963 148.25	4 219 508.62	6 409 792.08
-					
2 352 323.55	4 497 513.87	361.00	85 452 763.57	4 193 619.23	6 545 942.78
-					
1 731 993.87	4 988 771.99	400.00	99 775 439.83	4 167 729.84	5 899 723.71
-					
398 989.83	4 582 895.79	441.00	96 240 811.56	4 141 840.45	4 540 830.28
-					
388 557.26	4 035 324.60	484.00	88 777 141.20	4 115 951.06	3 727 393.79
-					
1 020 512.35	4 053 146.52	529.00	93 222 369.91	4 090 061.67	3 069 549.31
-					
2 734 928.67	3 981 461.51	576.00	95 555 076.29	4 064 172.28	1 329 243.61
-					
2 629 742.29	4 330 565.85	625.00	108 264 146.20	4 038 282.89	1 408 540.60
-					
2 360 167.77	4 425 349.49	676.00	115 059 086.81	4 012 393.50	1 652 225.73
-					
557 868.33	4 506 910.65	729.00	121 686 587.63	3 986 504.11	3 428 635.77
-					
1 150 158.11	4 170 983.98	784.00	116 787 551.31	3 960 614.72	5 110 772.83
-					
1 868 027.85	4 520 410.22	841.00	131 091 896.25	3 934 725.33	5 802 753.17
-					
2 190 283.46	3 621 818.45	900.00	108 654 553.62	3 908 835.94	6 099 119.40
-					
2 352 323.55	4 060 504.54	961.00	125 875 640.80	3 882 946.55	6 235 270.09
-					
1 731 993.87	3 940 476.43	1 024.00	126 095 245.80	3 857 057.16	5 589 051.03
-					
398 989.83	4 329 090.04	1 089.00	142 859 971.27	3 831 167.76	4 230 157.60
-					
388 557.26	4 215 243.34	1 156.00	143 318 273.56	3 805 278.37	3 416 721.11
-					
1 020 512.35	4 114 752.21	1 225.00	144 016 327.28	3 779 388.98	2 758 876.63
-					
2 734 928.67	4 370 296.07	1 296.00	157 330 658.60	3 753 499.59	1 018 570.93
-					
2 629 742.29	3 714 870.13	1 369.00	137 450 194.73	3 727 610.20	1 097 867.92
-					
2 360 167.77	3 728 230.64	1 444.00	141 672 764.42	3 701 720.81	1 341 553.04
-					
557 868.33	3 609 595.21	1 521.00	140 774 213.31	3 675 831.42	3 117 963.09
-					
1 150 158.11	3 338 980.43	1 600.00	133 559 217.01	3 649 942.03	4 800 100.14
-					
1 868 027.85	2 650 979.10	1 681.00	108 690 142.91	3 624 052.64	5 492 080.49
-					
2 190 283.46	2 213 273.62	1 764.00	92 957 492.21	3 598 163.25	5 788 446.71
-					
2 352 323.55	2 485 616.71	1 849.00	106 881 518.62	3 572 273.86	5 924 597.41
-					
1 731 993.87	3 590 007.26	1 936.00	157 960 319.50	3 546 384.47	5 278 378.34

-					
398 989.83	2 719 315.51	2 025.00	122 369 197.88	3 520 495.08	3 919 484.91
388 557.26	3 782 923.98	2 116.00	174 014 503.08	3 494 605.69	3 106 048.43
1 020 512.35	4 110 635.00	2 209.00	193 199 844.90	3 468 716.30	2 448 203.95
2 734 928.67	4 051 443.10	2 304.00	194 469 268.90	3 442 826.91	707 898.24

<i>Error</i>	<i>Percent Error</i>	<i>Squared Error</i>	<i>Z-value</i>	<i>MAPE</i>
14	15	16	17	18
69 191.67	0.03	4 787 487 710.70	0.09	0.03
570 519.38	0.20	325 492 368 320.79	0.71	0.20
25 844.42	0.01	667 933 937.46	0.03	0.01
-				
246 607.27	-	60 815 147 250.69	-0.31	0.04
436 460.86	0.06	190 498 081 377.95	0.54	0.06
-				
216 356.48	-	46 810 128 574.90	-0.27	0.03
83 224.18	0.01	6 926 264 080.97	0.10	0.01
22 622.69	0.00	511 785 881.25	0.03	0.00
-				
474 898.81	-	225 528 875 005.59	-0.59	0.11
-				
817 370.60	-	668 094 692 514.94	-1.01	0.25
-				
1 000 853.36	-	1 001 707 441 779.05	-1.24	0.42
35 630.62	0.02	1 269 541 431.23	0.04	0.02
-				
40 234.28	-	1 618 797 505.35	-0.05	0.02
140 460.91	0.07	19 729 266 755.04	0.17	0.07
-				
323 465.18	-	104 629 721 704.89	-0.40	0.09
-				
681 819.93	-	464 878 416 582.43	-0.84	0.14
-				
433 465.58	-	187 892 406 869.86	-0.54	0.08
656 422.60	0.09	430 890 628 005.63	0.81	0.09
581 313.38	0.08	337 925 249 538.63	0.72	0.08
1 449 216.05	0.20	2 100 227 155 755.00	1.79	0.20
599 933.84	0.12	359 920 610 652.58	0.74	0.12
-				
842 227.30	-	709 346 830 293.29	-1.04	0.29

-				
884 430.64	-	0.40	782 217 562 634.64	-1.09 0.40
461 934.44		0.26	213 383 425 458.59	0.57 0.26
569 701.70		0.29	324 560 027 970.42	0.70 0.29
1 041 129.89		0.39	1 083 951 451 723.10	1.29 0.39
679 285.05		0.17	461 428 172 461.54	0.84 0.17
-				
551 231.59	-	0.12	303 856 261 575.28	-0.68 0.12
-				
261 830.60	-	0.05	68 555 265 145.25	-0.32 0.05
257 627.72		0.04	66 372 043 255.71	0.32 0.04
454 976.74		0.07	207 003 831 049.84	0.56 0.07
711 593.17		0.11	506 364 842 806.79	0.88 0.11
656 800.77		0.13	431 387 254 285.50	0.81 0.13
-				
351 635.88	-	0.11	123 647 791 852.83	-0.43 0.11
-				
512 152.27	-	0.23	262 299 947 280.30	-0.63 0.23
1 161 441.68		0.53	1 348 946 780 835.22	1.44 0.53
264 678.66		0.19	70 054 795 412.58	0.33 0.19
654 683.73		0.33	428 610 780 353.43	0.81 0.33
92 642.29		0.03	8 582 593 646.85	0.11 0.03
-				
1 072 562.45	-	0.29	1 150 390 214 677.20	-1.33 0.29
-				
1 820 589.04	-	0.50	3 314 544 453 784.15	-2.25 0.50
-				
840 244.42	-	0.17	706 010 692 403.24	-1.04 0.17
-				
809 238.41	-	0.16	654 866 803 569.72	-1.00 0.16
671 796.69		0.11	451 310 787 103.57	0.83 0.11
-				
642 301.07	-	0.20	412 550 670 021.20	-0.79 0.20
-				
473 282.56	-	0.18	223 996 377 875.49	-0.59 0.18
-				
205 596.80	-	0.09	42 270 042 543.82	-0.25 0.09
1 153 261.40		0.62	1 330 011 846 679.24	1.43 0.62

	გაყიდვების მოცულობა	ტურისტების რაოდენობა	რეკლამის ხარჯი	ჰაერის საშუალო ტემპერატურა თვეში	საცალო ფასების ინდექსი	ფასდაკლება %	სეზონური მოთხოვნის ზრდა
	Y	x1	x2	x3	x4	x5	x6
1	3068.45	280 023	282 574	5	2.59	- 0.08	0
2	3124.07	291 659	318 622	6	-0.56	- 0.08	0
3	5597.61	363 676	624 239	12	-0.32	- 0.05	0
4	6449.65	364 841	609 372	19	-1.33	-	1
5	8474.51	406 598	716 070	23	3.04	-	1
6	8040.55	490 796	745 656	28	-1.75	-	1
7	8970.87	613 604	1 161 784	31	-4.63	-	1
8	8729.37	776 115	1 116 821	31	-0.23	-	1
9	6814.66	512 384	735 160	25	1.37	-	1
10	5516.60	481 841	644 596	19	1.45	- 0.10	0
11	4707.52	418 138	698 652	12	1.45	- 0.10	0
12	4651.27	392 628	468 018	7	4.82	-	0
13	3145.40	320 005	478 579	6	2.08	- 0.08	0
14	3622.70	295 434	548 116	5	-0.10	- 0.08	0
15	5449.39	394 884	767 551	9	-0.59	- 0.05	0
16	7097.73	393 209	719 120	21	0.74	-	1
17	8242.14	396 264	546 971	24	-1.75	-	1
18	9378.04	454 347	1 027 570	26	-3.55	-	1
19	10071.42	673 552	1 583 591	34	-2.12	-	1
20	10369.22	774 982	1 193 684	35	2.68	-	1
21	7723.51	504 902	214 882	28	3.25	-	1
22	4773.91	470 160	173 396	20	0.96	-	0
23	3653.37	402 374	126 821	14	-0.06	- 0.10	0
24	5029.28	435 446	273 033	6	1.19	- 0.10	0
25	3389.19	309 753	824 061	4	1.24	- 0.08	0
26	5241.79	293 152	641 551	5	0.11	- 0.08	0
27	3918.35	386 257	856 502	15	1.20	- 0.05	0
28	6046.55	394 752	603 085	20	-0.25	-	1
29	6752.85	454 602	662 483	23	-0.59	-	1
30	9444.61	496 794	883 457	27	-1.94	-	1
31	8194.94	737 898	780 208	33	-0.82	-	1
32	9363.25	852 446	221 459	35	1.95	-	1
33	7057.19	568 687	286 135	29	1.24	-	1
34	4778.94	504 468	199 926	19	0.86	- 0.10	0
35	3840.88	436 300	155 308	13	0.93	- 0.10	0
36	5304.44	465 985	418 817	7	-0.15	-	0
37	2120.71	323 159	257 419	5	2.57	- 0.07	0
38	3234.22	360 402	144 763	4	-0.42	- 0.09	0

39	4922.94	450 875	673 824	14	-0.96	- 0.06	0
40	7089.60	462 480	1 069 225	19	-0.69	-	1
41	6152.52	522 359	709 705	24	-1.11	-	1
42	7427.39	517 038	1 006 068	27	-2.58	-	1
43	7574.51	764 022	591 828	33	-0.39	-	1
44	8968.99	874 394	250 922	34	1.43	-	1
45	5336.36	631 302	179 976	27	0.93	-	1
46	4457.06	527 157	252 543	21	0.70	-	0
47	3627.71	458 496	384 748	15	0.72	- 0.10	0
48	4648.38	486 141	280 519	7	1.55	- 0.11	0

გამოყენებული დამოუკიდებელი ცვლადები	პარამეტრების რაოდენობა	თავისუფლების ხარისხი	R ²
პარამეტრის გარეშე	1	47	0
x1	2	46	0.48
x2	2	46	0.33
x3	2	46	0.75
x4	2	46	0.07
x5	2	46	0.05
x6	2	46	0.11
x1x2	3	45	0.23
x1x3	3	45	0.56
x1x4	3	45	0.41
x1x5	3	45	0.15
x1x6	3	45	0.89
x2x3	3	45	0.24
x2x4	3	45	0.34
x2x5	3	45	0.65
x2x6	3	45	0.72
x3x4	3	45	0.76
x3x5	3	45	0.78
x3x6	3	45	0.8
x4x5	3	45	0.57
x4x6	3	45	0.73

x5x6	3	45	0.73
x1x2x3	4	44	0.83
x1x2x4	4	44	0.69
x1x2x5	4	44	0.78
x1x2x6	4	44	0.84
x1x3x4	4	44	0.76
x1x3x5	4	44	0.78
x1x3x6	4	44	0.8
x1x4x5	4	44	0.73
x1x4x6	4	44	0.8
x1x5x6	4	44	0.8
x2x3x4	4	44	0.83
x2x3x5	4	44	0.83
x2x3x6	4	44	0.85
x2x4x5	4	44	0.65
x2x4x6	4	44	0.77
x2x5x6	4	44	0.78
x3x4x5	4	44	0.79
x3x4x6	4	44	0.8
x3x5x6	4	44	0.8
x4x5x6	4	44	0.74
x1x2x3x4	5	43	0.82
x1x2x3x5	5	43	0.84
x1x2x3x6	5	43	0.854
x1x2x4x5	5	43	0.79
x1x2x4x6	5	43	0.845
x1x2x5x6	5	43	0.8476
x1x3x4x5	5	43	0.79
x1x3x4x6	5	43	0.81
x1x3x5x6	5	43	0.8
x1x4x5x6	5	43	0.8
x2x3x4x5	5	43	0.84
x2x3x4x6	5	43	0.8476
x2x3x5x6	5	43	0.8487
x2x4x5x6	5	43	0.78
x3x4x5x6	5	43	0.81
x1x2x3x4x5	6	42	0.84
x1x2x3x4x6	6	42	0.85
x1x3x4x5x6	6	42	0.81
x2x3x4x5x6	6	42	0.85
x1x2x4x5x6	6	42	0.85
x1x2x3x5x6	6	42	0.86
x1x2x3x4x5x6	7	41	0.86

A	B	C	D	E	F	G	H	I
SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.69608							
R Square	0.484527							
Adjusted R Square	0.473322							
Standard Error	1580.669							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	1.08E+08	1.08E+08	43.23851	3.95E-08			
Residual	46	1.15E+08	2498515					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1157.24	781.8896	1.480055	0.145675	-416.622	2731.102	-416.622	2731.102
x1	0.01018	0.001548	6.5756	3.95E-08	0.007064	0.013297	0.007064	0.013297

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.58228							
R Square	0.33905							
Adjusted R Square	0.324681							
Standard Error	1789.875							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	75595771	75595771	23.59675	1.42E-05			
Residual	46	1.47E+08	3203651					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3847.043	526.3843	7.308431	3.15E-09	2787.487	4906.6	2787.487	4906.6
x2	0.003804	0.000783	4.857649	1.42E-05	0.002228	0.005381	0.002228	0.005381

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.867134							
R Square	0.751921							
Adjusted R Square	0.746528							
Standard Error	1096.562							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	1.68E+08	1.68E+08	139.4247	1.59E-15			
Residual	46	55312653	1202449					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	2533.041	339.1542	7.468702	1.81E-09	1850.359	3215.723	1850.359	3215.723
x3	187.6475	15.89179	11.80782	1.59E-15	155.6589	219.636	155.6589	219.636

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple F	0.485122							
R Square	0.235344							
Adjusted R Square	0.201359							
Standard Error	1.599947							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	35.4536	17.7268	6.924989	0.002388			
Residual	45	115.1924	2.559831					
Total	47	150.646						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.675932	0.833166	2.011521	0.050282	-0.00215	3.354015	-0.00215	3.354015
x1	3.31E-07	1.6E-06	0.206794	0.837103	-2.9E-06	3.56E-06	-2.9E-06	3.56E-06
x2	-2.6E-06	7.15E-07	-3.67936	0.000622	-4.1E-06	-1.2E-06	-4.1E-06	-1.2E-06

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple F	0.49416							
R Square	0.244194							
Adjusted R Square	0.210603							
Standard Error	1.590661							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	36.78691	18.39346	7.269561	0.001837			
Residual	45	113.8591	2.530202					
Total	47	150.646						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	2.045464	0.556305	3.676877	0.000627	0.925009	3.165919	0.925009	3.165919
x2	-2.4E-06	7.55E-07	-3.15589	0.002853	-3.9E-06	-8.6E-07	-3.9E-06	-8.6E-07
x3	-0.01887	0.024991	-0.75513	0.454105	-0.06921	0.031463	-0.06921	0.031463

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	SUMMARY OUTPUT								
	Regression Statistics								
	Multiple R	0.759447							
	R Square	0.57676							
	Adjusted R Square	0.55795							
	Standard Error	1448.118							
	Observations	48							
	ANOVA								
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
	Regression	2	1.29E+08	64298306	30.66136	3.96E-09			
	Residual	45	94367118	2097047					
	Total	47	2.23E+08						
		<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
	Intercept	7354.257	269.148	27.32421	1.16E-29	6812.165	7896.349	6812.165	7896.349
	x4	-221.986	121.5314	-1.82657	0.074402	-466.763	22.79093	-466.763	22.79093
	x5	35486.41	5102.596	6.954579	1.19E-08	25209.25	45763.57	25209.25	45763.57

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	x4								
	Regression Statistics								
	Multiple R	0.277336							
	R Square	0.076915							
	Adjusted R Square	0.056848							
	Standard Error	1.738684							
	Observations	48							
	ANOVA								
		<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
	Regression	1	11.58696	11.58696	3.832906	0.056338			
	Residual	46	139.059	3.023022					
	Total	47	150.646						
		<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
	Intercept	1.225919	0.537755	2.279698	0.02731	0.143475	2.308364	0.143475	2.308364
	x3	-0.04933	0.025198	-1.95778	0.056338	-0.10005	0.001389	-0.10005	0.001389

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.239827							
R Square	0.057517							
Adjusted R Square	0.037028							
Standard Error	1.756858							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	8.664716	8.664716	2.80725	0.100625			
Residual	46	141.9813	3.08655					
Total	47	150.646						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	-0.04967	0.326448	-0.15215	0.879737	-0.70677	0.607439	-0.70677	0.607439
x5	-10.0693	6.009806	-1.67548	0.100625	-22.1665	2.027773	-22.1665	2.027773

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.333541							
R Square	0.11125							
Adjusted R Square	0.091929							
Standard Error	1.706042							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	1	16.75934	16.75934	5.758078	0.02052			
Residual	46	133.8867	2.910579					
Total	47	150.646						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	0.885679	0.348244	2.543269	0.014409	0.1847	1.586659	0.1847	1.586659
x6	-1.18178	0.492492	-2.3996	0.02052	-2.17312	-0.19045	-2.17312	-0.19045

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.854276							
R Square	0.729788							
Adjusted R Square	0.717779							
Standard Error	1157.079							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	2	1.63E+08	81358159	60.76804	1.63E-13			
Residual	45	60247412	1338831					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4745.198	519.3836	9.136209	8.15E-12	3699.105	5791.29	3699.105	5791.29
x5	7345.047	6761.131	1.086364	0.283103	-6272.57	20962.66	-6272.57	20962.66
x6	3161.903	570.5646	5.541708	1.49E-06	2012.727	4311.079	2012.727	4311.079

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.857501							
R Square	0.735308							
Adjusted R Square	0.717261							
Standard Error	1158.14							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	1.64E+08	54649015	40.74368	9.29E-13			
Residual	44	59016685	1341288					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficient</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4854.86	532.3163	9.120255	1.06E-11	3782.047	5927.673	3782.047	5927.673
x4	-96.0241	100.2445	-0.9579	0.343348	-298.053	106.0053	-298.053	106.0053
x5	7704.842	6777.747	1.136785	0.261781	-5954.81	21364.49	-5954.81	21364.49
x6	3023.807	589.0034	5.133769	6.19E-06	1836.749	4210.865	1836.749	4210.865

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.887001							
R Square	0.786771							
Adjusted R Square	0.772232							
Standard Error	1039.475							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	1.75E+08	58473783	54.1169	8.24E-15			
Residual	44	47542382	1080509					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3723.991	584.324	6.373162	9.53E-08	2546.364	4901.619	2546.364	4901.619
x3	146.7621	22.29413	6.582995	4.68E-08	101.8313	191.693	101.8313	191.693
x4	-132.375	88.29223	-1.49928	0.140941	-310.316	45.56613	-310.316	45.56613
x5	11114.75	5207.855	2.134228	0.038434	619.0079	21610.49	619.0079	21610.49

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.907664							
R Square	0.823854							
Adjusted R Square	0.811844							
Standard Error	944.7721							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	1.84E+08	61229862	68.59764	1.26E-16			
Residual	44	39274146	892594.2					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1875.627	376.7957	4.977836	1.04E-05	1116.245	2635.009	1116.245	2635.009
x2	0.001904	0.000495	3.844088	0.000386	0.000906	0.002902	0.000906	0.002902
x3	163.3809	14.93738	10.93772	3.92E-14	133.2766	193.4852	133.2766	193.4852
x4	1.763492	88.54075	0.019917	0.984199	-176.679	180.2057	-176.679	180.2057

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.907841							
R Square	0.824175							
Adjusted R Square	0.812187							
Standard Error	943.9114							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	3	1.84E+08	61253703	68.74956	1.21E-16			
Residual	44	39202621	890968.7					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1747.64	568.8822	3.072061	0.00364	601.1338	2894.147	601.1338	2894.147
x1	0.000484	0.001703	0.284033	0.777717	-0.00295	0.003915	-0.00295	0.003915
x2	0.001929	0.00046	4.197646	0.000129	0.001003	0.002855	0.001003	0.002855
x3	157.0295	26.73475	5.873609	5.17E-07	103.1491	210.9098	103.1491	210.9098

SUMMARY OUTPUT								
<i>Regression Statistics</i>								
Multiple R	0.907845							
R Square	0.824183							
Adjusted R Square	0.807828							
Standard Error	954.802							
Observations	48							
<i>ANOVA</i>								
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>			
Regression	4	1.84E+08	45940729	50.39312	1.1E-15			
Residual	43	39200813	911646.8					
Total	47	2.23E+08						
	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1751.192	580.9448	3.014386	0.004307	579.6053	2922.779	579.6053	2922.779
x1	0.000501	0.001768	0.28362	0.778063	-0.00306	0.004066	-0.00306	0.004066
x2	0.00192	0.000504	3.810966	0.000436	0.000904	0.002937	0.000904	0.002937
x3	156.7212	27.91523	5.614182	1.33E-06	100.4247	213.0176	100.4247	213.0176
x4	-4.08993	91.82994	-0.04454	0.964682	-189.283	181.1028	-189.283	181.1028