



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
Π.Μ.Σ. ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ – MBA

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία
Σύγκριση και προσαρμογή μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης
φαρμάκων.

Συγγραφέας:

Σταύρος Τζεβελέκης

ΑΜ: mba20079

Επιβλέπων:

Δημήτριος Καλλιβωκάς

Αθήνα, 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ADMINISTRATIVE, ECONOMICS AND SOCIAL SCIENCES
DEPARTMENT OF BUSINESS ADMINISTRATION
MASTER IN BUSINESS ADMINISTRATION

Diploma Thesis
Comparison and adaptation of forecasting methods for
drugs demand.

Student name and surname:

Stavros Tzevelekis

Registration Number: mba20079

Supervisor name and surname:

Dimitrios Kallivokas

Athens, 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΩΝ, ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ &
ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΙΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ
Π.Μ.Σ. ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ –MBA

Σύγκριση και προσαρμογή μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης φαρμάκων

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένου και του Εισηγητή

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

A/a	ΟΝΟΜΑΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	Δημήτριος Καλλιβωκάς	Λέκτορας	
2	Γρηγόριος Γκίκας	Καθηγητής	
3	Αλέξανδρος Σαχινίδης	Καθηγητής	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Σταύρος Τζεβελέκης του Χρήστου, με αριθμό μητρώου mba20079 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Διοίκησης Επιχειρήσεων – MBA του Τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων της Σχολής Διοικητικών, Οικονομικών & Κοινωνικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι 1/12/2023 και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Ο Δηλών



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών του τμήματος Διοίκησης Επιχειρήσεων του Πανεπιστημίου ΔυτικήςΑττικής.

Το θέμα της εργασίας είναι η σύγκριση και η προσαρμογή μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης φαρμάκων. Η εφαρμογή των μοντέλων πρόβλεψης έγινε σύμφωνα με τα δεδομένα πωλήσεων μιας ελληνικής φαρμακευτικής εταιρίας, διερευνώντας ταυτόχρονα ορισμένες από τις ιδιαιτερότητες και τα χαρακτηριστικά της ελληνικής φαρμακευτικής αγοράς.

Η επιλογή του συγκεκριμένου θέματος οφείλεται στο προσωπικό μου ενδιαφέρον για το συγκεκριμένο ερευνητικό πεδίο.Επίσης, οι προβλέψεις αποτελούν μια σημαντική διαδικασία που μπορεί να υποστηρίξει σχεδόν όλα τα τμήματα των επιχειρήσεων,συμβάλλοντας στην εύρυθμη λειτουργία τους.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Δημήτριο Καλλιβωκά για την πολύτιμη γνώση, την καθοδήγηση και τη βοήθεια που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της εργασίας, αλλά και κατά τη διάρκεια του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Καθηγητές κ.Αλέξανδρο Σαχινίδη και κ. Γρηγόριο Γκίκα για την τιμή που μου έκαναν να συμμετάσχουν στην επιτροπή εξέτασης της διπλωματικής εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και την σύντροφο μου που βρίσκονταν συνεχώς δίπλα μου και για την ψυχολογική στήριξη που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

Σταύρος Τζεβελέκης

Αθήνα, 2022

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	10
1.1. ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	10
1.2. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ	11
1.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	12
1.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ	14
1.5. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ.....	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	20
2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	20
2.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	20
2.3. ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ.....	22
2.3.1. Εκτιμήσεις πωλητών	22
2.3.2. Έρευνα αγοράς.....	22
2.3.3. Συμβούλιο στελεχών.....	23
2.3.4. Μέθοδος των Δελφών	23
2.3.5. Σχεδιασμός Σεναρίων	24
2.4. ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ.....	24
2.5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ.....	25
2.5.1. Απλή γραμμική παλινδρόμηση.....	25
2.5.2. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση	27
2.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ	27
2.6.1. Αφελής πρόβλεψη.....	28
2.6.2. Κινητός μέσος.....	29
2.6.3. Σταθμικός κινητός μέσος	30
2.6.4. Εκθετική εξομάλυνση	30
2.6.5. Μέθοδος Holt.....	32

2.6.6.	Μέθοδος Holt-Winters.....	32
2.7.	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΝΕΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	35
2.8.	ΜΕΤΡΑ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ	37
2.8.1.	Μέση απόλυτη απόκλιση και μέσο σφάλμα τετραγώνου.....	37
2.8.2.	Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (ΜΑΡΕ).....	38
2.9.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	38
2.9.1.	Σύνοψη των μεθόδων πρόβλεψης.....	42
2.10.	ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ.....	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ.....		49
3.1.	ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΩΛΗΣΕΩΝ	49
3.2.	ΑΝΑΛΥΣΗ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 1»	49
3.3.	ΑΝΑΛΥΣΗ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 2»	54
3.4.	ΑΝΑΛΥΣΗ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 3»	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....		65
4.1.	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΣΤΟΧΟΘΕΣΙΑ.....	65
4.2.	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 1».....	67
4.2.1.	Στοχοθεσία «Φαρμάκου 1».....	70
4.2.2.	Εκθετική εξομάλυνση «Φαρμάκου 1».....	72
4.2.3.	Μέθοδος Holt «Φαρμάκου 1».....	75
4.2.4.	Μέθοδος Holt-Winters «Φαρμάκου 1».....	78
4.2.5.	Συνδυαστική πρόβλεψη «Φαρμάκου 1».....	81
4.3.	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 2».....	84
4.3.1.	Στοχοθεσία «Φαρμάκου 2».....	88
4.3.2.	Εκθετική εξομάλυνση «Φαρμάκου 2».....	90
4.3.3.	Μέθοδος Holt «Φαρμάκου 2».....	94
4.3.4.	Μέθοδος Holt-Winters «Φαρμάκου 2».....	96
4.3.5.	Συνδυαστική πρόβλεψη «Φαρμάκου 2».....	99
4.4.	ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 3».....	103

4.4.1.	Στοχοθεσία «Φαρμάκου 3».....	106
4.4.2.	Εκθετική εξομάλυνση «Φαρμάκου 3».....	109
4.4.3.	Μέθοδος Holt «Φαρμάκου 3».....	112
4.4.4.	Μέθοδος Holt-Winters «Φαρμάκου 3».....	115
4.4.5.	Συνδυαστική πρόβλεψη «Φαρμάκου 3»	119
4.5.	ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	123
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ, ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ		125
5.1.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	125
5.2.	ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ	129
5.3.	ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ	129
Πίνακας Γραφημάτων		131
Πίνακας Πινάκων.....		133
Βιβλιογραφία		134

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η αξιοποίηση των ιστορικών δεδομένων από μια επιχείρηση μπορεί να συμβάλει υποστηρικτικά στη λήψη αποφάσεων και αποτελεί μια απαραίτητη διαδικασία για τις σύγχρονες επιχειρήσεις. Η εκτίμηση των μελλοντικών στοιχείων, όπως είναι οι πωλήσεις μιας εταιρίας, μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης και μέσω ποιοτικών μεθόδων πρόβλεψης, όπου συνδέονται άρρηκτα με τα ιστορικά δεδομένα που έχει στην διάθεση της η εταιρία. Η διαδικασία της εκτίμησης της ζήτησης, εάν γίνει με ακρίβεια, μπορεί να συνεισφέρει στην αποτελεσματικότερη λήψη αποφάσεων και στην αποφυγή οικονομικών ζημιών για την επιχείρηση. Τα τελευταία χρόνια οι μεταβολές του περιβάλλοντος και ο οξύς ανταγωνισμός εκθέτει τις επιχειρήσεις σε μεγάλους κινδύνους, επομένως η σημαντικότητα της υιοθέτησης τεχνικών πρόβλεψης από τις επιχειρήσεις είναι μεγαλύτερη από ποτέ.

Τα δεδομένα που θα μελετηθούν αφορούν τις πωλήσεις φαρμάκων της φαρμακευτικής εταιρίας, που σημειώθηκαν από το 2017 έως το 2021. Η επιχείρηση είναι μια ελληνική φαρμακευτική εταιρία που ιδρύθηκε το 2010 και κατέχει ιδιόκτητους φακέλους φαρμάκων και παραφαρμάκων, καθώς επίσης έχει συνάψει συμφωνίες εμπορικής αντιπροσώπευσης με άλλες ελληνικές και πολυεθνικές εταιρίες για την προώθηση των φαρμάκων τους στην ελληνική αγορά. Τα τελευταία χρόνια η ανάπτυξη της εταιρίας είναι μεγάλη και προσθέτει συνεχώς νέους φακέλους φαρμάκων της μέσω εξαγορών, μέσω ανάπτυξης νέων προϊόντων και μέσω νέων συμφωνιών εμπορικής αντιπροσώπευσης με άλλες εταιρίες.

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι η σύγκριση και η προσαρμογή των κυριότερων και καταλληλότερων μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης, χρησιμοποιώντας τα ιστορικά στοιχεία των πωλήσεων, κάποιων εκ των φαρμάκων μιας ελληνικής φαρμακευτικής εταιρίας.

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ακριβέστερων προβλέψεων μέσω του συνδυασμού μεθόδων πρόβλεψης, καθώς και η σύγκριση των ποσοτικών προβλέψεων με τη στοχοθεσία της. Επίσης, στόχος της εργασίας είναι η βελτίωση της λειτουργίας της εταιρίας, η οποία προς το παρόν εφαρμόζει αποκλειστικά ποιοτικές μεθόδους πρόβλεψης περιορίζοντας έτσι την υποκειμενικότητα των ποιοτικών προβλέψεων.

Τα φάρμακα τα οποία επιλέχθηκαν για τις αναλύσεις απευθύνονται σε τρεις διαφορετικές θεραπευτικές κατηγορίες. Ο λόγος που επιλέχθηκαν φάρμακα διαφορετικών θεραπευτικών κατηγοριών είναι διότι η κάθε κατηγορία χαρακτηρίζεται από μοναδικά χαρακτηριστικά. Η κάθε κατηγορία επηρεάζεται από διαφορετικούς εξωτερικούς παράγοντες και παρουσιάζει διαφορετικά μοτίβα εποχικότητας. Επομένως, με αυτό το τρόπο διαμορφώνονται πιο ασφαλή αποτελέσματα και συμπεράσματα από τις αναλύσεις που πραγματοποιούνται.

Αρχικά, στην παρούσα εργασία θα γίνει αναφορά των εννοιών της εποχικής, κυκλικής και οριζόντιας ζήτησης. Επίσης, θα πραγματοποιηθεί μια θεωρητική προσέγγιση των ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης, των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν οι ερευνητές του συγκεκριμένου θεματικού πλαισίου στη διεθνή βιβλιογραφία και κάποιων εκ των συμπερασμάτων που έχουν προκύψει από προηγούμενες μελέτες.

Στη συνέχεια θα μελετηθούν τα δεδομένα των πωλήσεων με μοντέλα χρονοσειρών, μοντέλα συσχέτισης και συνδυαστικά, όπου μετέπειτα θα ελεγχθούν με μέτρα σφάλματος για τον εντοπισμό της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης. Η καταλληλότερη μέθοδος θα εντοπιστεί βάσει του μικρότερου σφάλματος και θα συνδυαστεί με τη στοχοθεσία που είχε οριστεί από την εταιρία, καταλογίζοντας τα ιδανικά βάρη που ελαχιστοποιούν τα μέτρα σφάλματος με σκοπό την εξαγωγή ακριβέστερων προβλέψεων.

Τέλος, σύμφωνα με τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, θα ελεγχθεί η ακρίβεια των μεμονωμένων μεθόδων αλλά και του συνδυασμού, καθώς επίσης θα ερευνηθεί εάν μπορεί να υπάρξει ασφαλής πρόβλεψη στο συγκεκριμένο κλάδο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΥΠΟΒΑΘΡΟ ΚΑΙ ΣΠΟΥΔΑΙΟΤΗΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

Στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον, οι προβλέψεις αποτελούν μια αναγκαία και βασική λειτουργία της διοίκησης επιχειρήσεων. Οι προβλέψεις συμβάλλουν υποστηρικτικά στη λήψη αποφάσεων μιας εταιρίας σχετικά με θέματα παραγόμενων ποσοτήτων, τις ανάγκες της εταιρίας σε ανθρώπινο δυναμικό, το μέγεθος της δαπάνης διαφημίσεων κ.α. Η εκτίμηση των μελλοντικών στοιχείων μιας επιχείρησης, είναι μια διαδικασία η οποία εάν πραγματοποιείται με ακρίβεια, έχει τη δυνατότητα να μειώσει σημαντικά την αβεβαιότητα, ωστόσο δεν μπορεί να την εξαλείψει τελείως. Επομένως, περιορίζοντας την αβεβαιότητα σε ένα περιβάλλον συνεχώς μεταβαλλόμενο και έντονα ανταγωνιστικό, η επιχείρηση μπορεί να εξασφαλίσει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα έναντι των υπολοίπων επιχειρήσεων και να μειώσει την πιθανότητα αστοχιών στη λειτουργία της.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, θα μελετηθούν μοντέλα πρόβλεψης ζήτησης φαρμάκων της ελληνικής φαρμακευτικής εταιρίας μέσω των στοιχείων πωλήσεων που έχει στη διάθεση της. Οι πωλήσεις αυτές έχουν χαρακτήρα Business to Business και γίνονται σε φαρμακαποθήκες, οι οποίες στη συνέχεια καλύπτουν τη ζήτηση των φαρμακείων για τα προϊόντα της εταιρίας στην Ελλάδα.

Ο φαρμακευτικός κλάδος παρέχει αγαθά και υπηρεσίες οι οποίες είναι κομβικής σημασίας για τον τομέα της υγείας. Σε ορισμένες περιπτώσεις μια φαρμακευτική εταιρία είναι πιθανό να προμηθεύει κατ' αποκλειστικότητα την αγορά με ένα φάρμακο σημαντικό για τη διαχείριση νοσημάτων. Επομένως, στην προκειμένη περίπτωση, η ανάγκη για μείωση των αστοχιών είναι ακόμα μεγαλύτερη. Για παράδειγμα, η παραγωγή μεγαλύτερης ποσότητας από την πραγματική ζήτηση ενός φαρμάκου μπορεί να είναι καταστροφική για μια εταιρία, λόγω του υψηλού κόστους παραγωγής και της αδυναμίας αλλαγής των τιμών. Αντίθετα εάν παραχθεί ποσότητα μικρότερη από την πραγματική ζήτηση ενός φαρμάκου, θα υπάρξει έλλειψη στην αγορά, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να το προμηθευτούν οι ασθενείς που το έχουν ανάγκη.

Επίσης, είναι απαραίτητο να μελετηθούν οι μορφές ζήτησης των φαρμάκων, διότι επηρεάζουν σημαντικά την επιλογή των κατάλληλων μεθόδων πρόβλεψης ζήτησης που θα εφαρμοστούν. Οι μορφές ζήτησης είναι η εξής:

- Εξαρτημένη ζήτηση: Σε αυτήν την περίπτωση η ζήτηση του προϊόντος αναφοράς προκαλείται από τη ζήτηση άλλων προϊόντων ή υπηρεσιών.
- Ανεξάρτητη ζήτηση: Σε αυτήν την περίπτωση η ζήτηση του προϊόντος δεν προκαλείται άμεσα από κάποιο άλλο προϊόν ή υπηρεσία αλλά μπορεί να επηρεαστεί από εσωτερικούς ή εξωτερικούς παράγοντες.

Οι εσωτερικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση είναι η τιμή του προϊόντος, η προσφερόμενη ποιότητα και γενικότερα όλες οι παράμετροι που μια εταιρία μπορεί να αποφασίσει για αυτές. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Οι εξωτερικοί παράγοντες αποτελούνται από τα γεγονότα που προέρχονται από το εξωτερικό περιβάλλον της επιχείρησης και μπορούν να επηρεάσουν τη ζήτηση, όπως για παράδειγμα το πολιτικοοικονομικό περιβάλλον, οι ανταγωνιστές, νέα προϊόντα, οι προτιμήσεις της αγοράς κ.α. Οι επαναλαμβανόμενες παρατηρήσεις της ανεξάρτητης ζήτησης, ανάλογα με τη σειρά εμφάνισης τους, σχηματίζουν μια χρονοσειρά. Η ανεξάρτητη ζήτηση σχηματίζει πέντε βασικά μοτίβα στις περισσότερες χρονοσειρές ζήτησης οι οποίες είναι οι παρακάτω:

- Οριζόντια ζήτηση: Είναι η διακύμανση των δεδομένων γύρω από έναν σταθερό μέσο όρο
- Τάση: Είναι η συστηματική αύξηση ή μείωση του μέσου όρου της χρονοσειράς κατά την πάροδο του χρόνου.
- Εποχιακή ζήτηση: Αποτελεί ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο αυξήσεων ή μειώσεων της ζήτησης ανάλογα με την ώρα, την ημέρα, την εβδομάδα, το μήνα ή την εποχή.
- Κυκλική ζήτηση: Είναι η λιγότερο προβλέψιμες αυξήσεις ή μειώσεις της ζήτησης για μεγάλα χρονικά διαστήματα (χρόνια ή δεκαετίες), η κυκλική ζήτηση καθορίζεται κυρίως από τον κύκλο ζωής του προϊόντος και τους κύκλους της οικονομίας.
- Τυχαία ζήτηση: Είναι εξ ολοκλήρου απρόβλεπτη μεταβολή της ζήτησης, όπου σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει μεγάλη δυσκολία στη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

1.2. ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΑ ΕΡΩΤΗΜΑΤΑ

Στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η δημιουργία ακριβέστερων προβλέψεων μέσω του συνδυασμού μεθόδων πρόβλεψης, καθώς και η σύγκριση της ακρίβειας των

ποσοτικών προβλέψεων με την ακρίβεια της στοχοθεσίας που έχει οριστεί υποκειμενικά από την εταιρία.

Σκοπός της εργασίας είναι η σύγκριση και η προσαρμογή των κυριότερων και καταλληλότερων μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης για τα φάρμακα της εταιρίας. Το ερευνητικό πρόβλημα της εργασίας είναι αν στο συγκεκριμένο κλάδο μπορούν να πραγματοποιηθούν προβλέψεις με μεγαλύτερη ακρίβεια και μικρότερη πιθανότητα λάθους.

Τα ερευνητικά ερωτήματα της διπλωματικής εργασίας είναι τα εξής:

- Η χρήση κατάλληλης προσαρμοσμένης μεθόδου πρόβλεψης, μπορεί να προβλέψει καλύτερα τη ζήτηση των φαρμάκων της εταιρίας σε σχέση με τις εμπειρικές προβλέψεις;
- Η χρήση κατάλληλων μεθόδων μπορούν να οδηγήσουν σε ακριβέστερες προβλέψεις;
- Η εφαρμογή συνδυαστικών μεθόδων, μπορεί να βοηθήσει στη διαδικασία της πρόβλεψης;
- Τελικά μπορεί να υπάρξει ασφαλής πρόβλεψη στο κλάδο;

Επίσης θα διερευνηθεί εάν για το συγκεκριμένο κλάδο, είναι χρήσιμη η ταυτόχρονη εφαρμογή των ποιοτικών με τις ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης, κυρίως λόγω των έντονων μεταβολών του περιβάλλοντος, που ενδεχομένως να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό την πορεία μιας φαρμακευτικής εταιρίας.

1.3. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ ΚΑΙ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Όπως προαναφέρθηκε, οι προβλέψεις αποτελούν μια απαραίτητη διαδικασία στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον. Η μείωση της αβεβαιότητας καθώς και η υποστήριξη των διοικητικών αποφάσεων σε θέματα ζήτησης, παραγωγής, ανθρώπινου δυναμικού, δαπανών μάρκετινγκ κ.α. μπορούν να πραγματοποιηθούν μέσω των προβλέψεων. Στα πλαίσια της διαδικασίας διαμόρφωσης των προβλέψεων μπορούν να διακριθούν τα παρακάτω τρία στάδια.

- Το πρώτο στάδιο αποτελείται από τη συλλογή δεδομένων που είναι απαραίτητα για τη δημιουργία των προβλέψεων, δηλαδή από τη συλλογή όλων των απαραίτητων ποσοτικών στοιχείων μιας ή παραπάνω μεταβλητών. Τα δεδομένα αυτά αποτελούν τις εισροές του συστήματος και οι προβλέψεις

αποτελούν τις εκροές που παράγει το σύστημα. Επομένως, για να πραγματοποιηθεί μια αξιόλογη εκροή τα δεδομένα που εισέρχονται στο σύστημα θα πρέπει να έχουν συλλεγεί και καταγραφεί σωστά.

- Στη συνέχεια, το δεύτερο στάδιο αποτελείται από την επεξεργασία των δεδομένων. Σε αυτό το στάδιο επιλέγεται η καταλληλότερη μέθοδος πρόβλεψης από τον αναλυτή βάσει του αντικειμένου της έρευνας και των διαθέσιμων δεδομένων. Για παράδειγμα μπορεί να ερευνηθεί από μια επιχείρηση η συμπεριφορά της ζήτησης ενός προϊόντος, είτε μέσω των ιστορικών δεδομένων πωλήσεων που έχει στη διάθεσή της η επιχείρηση, είτε ερευνώντας τη σχέση που ενδεχομένως να υπάρχει μεταξύ της ζήτησης και κάποιας άλλης μεταβλητής, όπως οι δαπάνες διαφήμισης ή της τιμής του προϊόντος κ.α. είτε με άλλο τρόπο.
- Το τελευταίο στάδιο αποτελείται από τη διαμόρφωση των προβλέψεων, όπου σε αυτό προσδιορίζονται οι τιμές της μελλοντικής συμπεριφοράς των υπό εξέταση μεταβλητών μέσω της επιλεγμένης μεθόδου πρόβλεψης. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

Η συλλογή των δεδομένων που εισέρχονται στη διαδικασία διαμόρφωσης των προβλέψεων μπορεί σε κάποιες περιπτώσεις να είναι δύσκολη και χρονοβόρα. Παρ' όλα αυτά η επιχείρηση θα πρέπει να δίνει μεγάλη έμφαση στη συλλογή, όσο δύσκολη και αν είναι, για να είναι σε θέση να πραγματοποιήσει πιο ακριβείς και χρήσιμες προβλέψεις. Ακόμα και αν επιλεγεί η καταλληλότερη μέθοδος πρόβλεψης, είναι πιθανό να είναι άστοχη εάν τα δεδομένα δεν έχουν την απαιτούμενη ακρίβεια.

Τα δεδομένα που απευθύνονται στα μοντέλα πρόβλεψης χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τα διαστρωματικά δεδομένα και τις χρονοσειρές. Η διαφορά μεταξύ των διαστρωματικών δεδομένων και των χρονοσειρών είναι το χρονικό σημείο που αναφέρονται, πιο αναλυτικά:

- Τα διαστρωματικά δεδομένα είναι εκείνα τα οποία απευθύνονται στη συμπεριφορά μιας μεταβλητής για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο (έτος, εποχή, μήνα, εβδομάδα κ.α.) και αφορούν μεταβλητές όπως τις πωλήσεις, το ανθρώπινο δυναμικό, τις δαπάνες έρευνας και ανάπτυξης κ.α.
- Οι χρονοσειρές εν αντιθέσει, αφορούν δεδομένα που συλλέγονται διαχρονικά και αποτυπώνουν τη συμπεριφορά των μεταβλητών στο πέρασμα του χρόνου. Η συλλογή των συγκεκριμένων δεδομένων πραγματοποιείται σε ίσες χρονικές

περιόδους. Για παράδειγμα μια χρονοσειρά θα μπορούσε να είναι οι πωλήσεις ενός συγκεκριμένου προϊόντος μιας επιχείρησης σε μηνιαία βάση για τα τελευταία τέσσερα χρόνια

Επίσης τα δεδομένα χωρίζονται αναφορικά με την πηγή από την οποία προέρχονται σε πρωτογενή και δευτερογενή δεδομένα. (Σταθακόπουλος, 2005) Για τα πρωτογενή δεδομένα η συλλογή τους πραγματοποιείται για πρώτη φορά και εξυπηρετούν έναν συγκεκριμένο σκοπό μιας έρευνας. Ο τρόπος με τον οποίο συλλέγονται τα πρωτογενή δεδομένα μπορεί να είναι μέσω δειγματοληψίας, όπως για παράδειγμα από δημοσκοπήσεις, από παρατήρηση κ.α.

Τα δευτερογενή δεδομένα είναι στοιχεία τα οποία έχουν συλλεγεί στο παρελθόν για κάποιον άλλο λόγο και βρίσκονται στη διάθεση του ερευνητή χωρίς να χρειαστεί να τα συλλέξει από την αρχή. Η διάθεση των συγκεκριμένων δεδομένων μπορεί να γίνει από εσωτερικές πηγές (από τον ισολογισμό μιας επιχείρησης κ.α.), από κυβερνητικά δημοσιεύματα (μέσω της ΕΛΣΤΑΤ κ.α.), από κλαδικές μελέτες και άλλες πηγές. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

1.4. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΖΗΤΗΣΗΣ

Αρχικά είναι χρήσιμο να διευκρινισθεί η διαφορά μεταξύ πρόβλεψης ζήτησης και πρόβλεψης πωλήσεων. Η ζήτηση σχετίζεται με τις παραγγελίες που μια επιχείρηση δέχεται από τους πελάτες της για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ωστόσο οι πωλήσεις αφορούν μόνο τις παραδόσεις που πραγματοποιήθηκαν για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που προκλήθηκε η ζήτηση.

Είναι πιθανό να υπάρχουν αποκλείσεις μεταξύ ζήτησης και πωλήσεων, λόγω αδυναμίας της επιχείρησης να ανταπεξέλθει στη ζήτηση των πελατών, λόγω καθυστερήσεων στο χρόνο παράδοσης είτε λόγω οποιουδήποτε κολλήματος μπορεί να αντιμετωπίσει μια επιχείρηση. Οι αδυναμίες και τα κολλήματα θα έχουν αποτέλεσμα τη μη ικανοποίηση της ζήτησης για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο. Επομένως, είναι σημαντικό για μια επιχείρηση να μπορεί να προβλέψει τη ζήτηση που θα δεχτεί μελλοντικά, ούτως ώστε να υπάρξει ο κατάλληλος σχεδιασμός και προετοιμασία για να μετουσιωθεί αυτή η ζήτηση σε πωλήσεις για την επιχείρηση. (Δερβιτσιώτης, 2006)

Η ζήτηση των προϊόντων ή/και των υπηρεσιών που μια επιχείρηση προσφέρει, αποτελεί ένα από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά της αγοράς στην οποία

δραστηριοποιείται. Οι σημαντικότερες αποφάσεις που λαμβάνονται από τη διοίκηση στηρίζονται στη ζήτηση που θα κληθεί να εξυπηρετήσει, επομένως η ανάλυση και η εκτίμηση της αναμενόμενης ζήτησης είναι λειτουργίες οι οποίες θα αποφέρουν καλύτερη εξυπηρέτηση των πελατών αλλά και αποτελεσματικότερη πορεία της επιχείρησης συνολικά.

Όταν η ζήτηση είναι σταθερή, ο προγραμματισμός της παραγωγής, του μάρκετινγκ, του ανθρώπινου δυναμικού και άλλων λειτουργιών μιας επιχείρησης είναι σχετικά απλός. Όμως, στο σύγχρονο επιχειρηματικό περιβάλλον οι συνθήκες της ζήτησης είναι συνήθως μεταβαλλόμενες, με αυξητικές ή φθίνουσες τάσεις, με εποχικότητα και άλλους τυχαίους παράγοντες που την επηρεάζουν. Τα βασικότερα χαρακτηριστικά της ζήτησης που μια επιχείρηση χρειάζεται να γνωρίζει είναι τα εξής:

- Ποια ποσότητα προϊόντων ή/και υπηρεσιών που παρέχει η επιχείρηση χρειάζεται η αγορά σε κάθε χρονική περίοδο;
- Ποια είναι η ποιότητα των προϊόντων ή/και υπηρεσιών που επιθυμεί η αγορά;
- Ποια είναι η τάση της ζήτησης;(αύξουσα ή φθίνουσα)
- Ποια είναι η γεωγραφική κατανομή της ζήτησης;

Όταν μια επιχείρηση είναι σε θέση να απαντήσει στις παραπάνω ερωτήσεις, τότε θα μπορεί να γνωρίζει αν θα είναι αποδοτική στο μέλλον, ποιο θα πρέπει να είναι το μέγεθος των εγκαταστάσεων της, ούτως ώστε η ανάπτυξη της να συμβαδίζει με την ανάπτυξη των πωλήσεων. (Δερβιτσιώτης, 2006)

Μια ακόμα παράμετρος της ζήτησης είναι ο προσδιορισμός της σε εσωτερική και εξωτερική. Η εξωτερική ζήτηση διακατέχεται από μεγαλύτερη αβεβαιότητα δυσκολεύοντας τον προγραμματισμό της επιχείρησης και απευθύνεται κυρίως στο τελικό προϊόν. Η εξωτερική ζήτηση επηρεάζεται περισσότερο από εξωγενείς παράγοντες, όπως για παράδειγμα την κατάσταση της οικονομίας, από τα καιρικά φαινόμενα, από πολιτικούς παράγοντες κ.α.

Όταν η επιχείρηση εκτιμήσει τη ζήτηση βάσει προβλέψεων ή βάσει υπαρχουσών παραγγελιών για το τελικό προϊόν, περνάει στην ανάλυση και εξυπηρέτηση της εσωτερικής ζήτησης. Η εσωτερική ζήτηση αναφέρεται σε όλα τα συστατικά μέρη και τα μέσα παραγωγής που είναι απαραίτητα για την παραγωγή του τελικού προϊόντος, όπως για παράδειγμα οι πρώτες ύλες, είδη συσκευασίας, το ανθρώπινο δυναμικό κ.α. Η εσωτερική ζήτηση είναι εξίσου σημαντική με την εξωτερική ζήτηση, διότι η

εξυπηρέτηση της εσωτερικής ζήτησης έχει ως αποτέλεσμα τη δυνατότητα της επιχείρησης να ανταπεξέλθει στην εξωτερική ζήτηση η οποία είναι κομβικής σημασίας για την ανταγωνιστικότητα της. (Δερβιτσιώτης, 2006)

Ένα πιθανό χαρακτηριστικό των προβλέψεων είναι τα σφάλματα στην πρόβλεψη της ζήτησης, τα οποία συνήθως συνοδεύονται με επιπτώσεις για την επιχείρηση. Τα σφάλματα μπορεί να προκύψουν είτε από αισιοδοξία ή από απαισιοδοξία των στελεχών, τα οποία και στις δυο περιπτώσεις δημιουργούν κόστος για την επιχείρηση. Αρχικά, το σφάλμα στην πρόβλεψη από υπερβολική αισιοδοξία μπορεί να οδηγήσει σε μεγαλύτερες εκτιμήσεις για τη μελλοντική ζήτηση σε σχέση με την πραγματική. Έτσι δημιουργούνται κόστη για την επιχείρηση από τα πλεονασματικά αποθέματα των τελικών προϊόντων που παρήγαγε για να εξυπηρετήσει την υπερεκτιμημένη προβλεπόμενη ζήτηση. Επίσης, η ανεπαρκής εκμετάλλευση της παραγωγικής δυνατότητας, που έχει σχεδιάσει η επιχείρηση για την εξυπηρέτηση της αναμενόμενης υπερεκτιμημένης ζήτησης, επιβαρύνει σε μεγάλο βαθμό το κόστος λειτουργίας της επιχείρησης. Όταν η πραγματική ζήτηση είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τις προβλέψεις ζήτησης, τότε η επιχείρηση επιβαρύνεται με μεγάλα σταθερά έξοδα αυξάνοντας το κόστος παραγωγής. (Δερβιτσιώτης, 2006)

Εν αντιθέσει, το σφάλμα στην πρόβλεψη της ζήτησης από απαισιοδοξία, οδηγεί σε μικρότερες εκτιμήσεις για τη μελλοντική ζήτηση σε σχέση με την πραγματική. Σε αυτήν την περίπτωση η επιχείρηση ενδεχομένως να μην είναι σε θέση να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις των παραγγελιών, διότι δεν θα διαθέτει την απαιτούμενη παραγωγική δυνατότητα ή τα απαιτούμενα αποθέματα σε τελικά προϊόντα. Οι συνέπειες της αδυναμίας της επιχείρησης να ανταποκριθεί στη ζήτηση είναι πολλές, με τις σημαντικότερες συνέπειες να είναι:

- Το κέρδος που δεν αποκτήθηκε λόγω της μη εκτέλεσης των παραγγελιών που έχουν πραγματοποιηθεί από τους πελάτες προς την επιχείρηση.
- Η απώλεια της αξιοπιστίας προς τους πελάτες και τους εν δυνάμει πελάτες, όσο αφορά τη δυνατότητα της επιχείρησης να ανταπεξέλθει στις ανάγκες της αγοράς.

Το σφάλμα στην πρόβλεψη που οφείλεται σε απαισιοδοξία, μπορεί να αποδυναμώσει το ανταγωνιστικό πλεονέκτημα της επιχείρησης, προσελκύοντας νέους ανταγωνιστές

στο κάδο που δραστηριοποιείται και ενδεχομένως η επιχείρηση να χάσει τους ήδη υπάρχοντες πελάτες της.

Το ζητούμενο είναι η διενέργεια προβλέψεων με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα, διότι με αυτόν τον τρόπο αξιοποιούνται σε μεγάλο βαθμό οι προσφερόμενες ευκαιρίες της αγοράς. Κατ' επέκταση ελαχιστοποιούνται οι αρνητικές συνέπειες που μπορεί να προκαλέσει η έλλειψη παραγωγικής δυναμικότητας ή αποθεμάτων και αντίστοιχα το πλεόνασμα παραγωγικής δυναμικότητας ή αποθέματα που έχει στη διάθεση της η επιχείρηση. Η ανάγκη για ακριβέστερες προβλέψεις μπορεί να περιοριστεί στην περίπτωση που η επιχείρηση έχει τη δυνατότητα να αναπτύξει ευελιξία στο να προσαρμόζεται στο ύψος και στο είδος της ζήτησης για τα προϊόντα που παρέχει. Αυτή η ευελιξία βασίζεται κυρίως στον εξοπλισμό που έχει στη διάθεση της η επιχείρηση και στον τρόπο απασχόλησης του ανθρώπινου δυναμικού. (Δερβιτσιώτης, 2006)

1.5. ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΡΟΒΛΕΨΕΩΝ

Όταν οι συνθήκες του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος μιας επιχείρησης χαρακτηρίζονται από σταθερότητα, η ανάγκη για την εφαρμογή προβλέψεων ζήτησης είναι περιορισμένη. Παρ' όλα αυτά, η σύγχρονη εποχή κατακλύζεται από συνεχείς αλλαγές που επηρεάζουν το εσωτερικό και το εξωτερικό περιβάλλον των επιχειρήσεων. Ειδικότερα τα τελευταία χρόνια οι αλλαγές αυτές γίνονται όλο και πιο έντονες. Η ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, η υγειονομική κρίση, οι αλλαγές στις προτιμήσεις των καταναλωτών, οι τρόποι με τους οποίους πλέον οι καταναλωτές αγοράζουν και πολλοί άλλοι παράγοντες, δημιουργούν έντονη ανάγκη για μείωση της αβεβαιότητας και για συστηματική προσπάθεια εφαρμογής αξιόπιστων τεχνικών πρόβλεψης της ζήτησης των προϊόντων από τις επιχειρήσεις.

Η διενέργεια προβλέψεων ζήτησης των προϊόντων μιας επιχείρησης, συνεισφέρουν στη διαδικασία λήψης αποφάσεων στρατηγικής σημασίας ή/και αποφάσεων για την τακτική που θα ακολουθήσει μια επιχείρηση στο μέλλον. Οι προβλέψεις ζήτησης μπορούν να υποστηρίξουν διάφορες αποφάσεις όπως για την ανέγερση ενός νέου εργοστασίου, για την αγορά πρώτων υλών, για τον αριθμό του ανθρώπινου δυναμικού, για κινήσεις που θα γίνουν στα πλαίσια της προώθησης των προϊόντων κ.α. Σε αρκετές περιπτώσεις, για σχετικά απλές αποφάσεις, οι εκτιμήσεις της ζήτησης γίνονται υποκειμενικά ή με έμμεσο τρόπο, ορισμένες φορές όμως η λήψη αποφάσεων

απαιτεί πιο προσεκτική και μεθοδευμένη ανάλυση. Για κάθε είδος απόφασης χρειάζεται διαφορετική προσέγγιση για την πρόβλεψη της ζήτησης, αναλόγως τη χρονική διάρκεια και το βαθμό που θα επηρεάσει τη λειτουργία της επιχείρησης η συγκεκριμένη απόφαση. (Δερβιτσιώτης, 2006)

Για τη μείωση των αστοχιών και για την προσπάθεια βελτίωσης της ακρίβειας των προβλέψεων, οι επιχειρήσεις μπορούν να χρησιμοποιήσουν συστηματικές διαδικασίες πρόβλεψης. Με το πέρασμα του χρόνου η εμπειρία των στελεχών της διοίκησης μπορεί να βελτιώσει τη διαδικασία αποφεύγοντας την επανάληψη ορισμένων σφαλμάτων στην πρόβλεψη, όπως των σφαλμάτων που οφείλονται σε υπερβολική αισιοδοξία ή απαισιοδοξία για τις προβλέψεις. Τα βασικότερα στοιχεία στη διαδικασία διαμόρφωσης των προβλέψεων είναι τα εξής:

- Οι πληροφορίες μέσα και έξω από την επιχείρηση οι οποίες μπορούν να γίνουν διαθέσιμες.
- Οι πληροφορίες που απαιτούνται για την περιγραφή μιας πρόβλεψης.
- Οι τρόποι που αξιολογούνται οι προβλέψεις οι οποίες έχουν πραγματοποιηθεί.
- Οι κατάλληλες μέθοδοι για την προετοιμασία των προβλέψεων,
- Οι περιορισμοί και οι συνθήκες που ενδεχομένως να επηρεάσουν τη διαμόρφωση της πρόβλεψης.

Σχετικά με τον τρόπο αξιολόγησης των προβλέψεων, ανεξαρτήτως του τρόπου με τον οποίο διαμορφώνονται, μια πρόβλεψη ζήτησης θεωρείται "καλή" όταν είναι ακριβής, όταν δηλαδή πετύχει το στόχο για τον οποίο διαμορφώθηκε. Επίσης μια πρόβλεψη είναι χρήσιμη όταν μπορεί να ετοιμαστεί έγκαιρα για να συμβάλει στη διαδικασία λήψης των σχετικών αποφάσεων. Το βασικότερο κριτήριο της αξιολόγησης των προβλέψεων είναι εάν αξίζουν το κόστος και το χρόνο που απαιτείται για την προετοιμασία τους. Πιο αναλυτικά, όταν το κόστος της πρόβλεψης είναι μικρότερο συγκριτικά με το κόστος που θα δημιουργήσει στην επιχείρηση η αστοχία στον προγραμματισμό της δυναμικότητας ή των αποθεμάτων των προϊόντων, τότε η πρόβλεψη αξίζει να πραγματοποιηθεί.

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης επηρεάζεται από το μέγεθος και το είδος της επιχείρησης, δηλαδή εάν η πρόβλεψη στηρίζεται στις υποκειμενικές εκτιμήσεις των στελεχών ή εάν βασίζεται στην ανάλυση στοιχείων εντός ή εκτός της επιχείρησης. Οι μεγάλες επιχειρήσεις οι οποίες έχουν εξειδικευμένο προσωπικό και

τα κατάλληλα μέσα μπορούν να εφαρμόσουν προχωρημένες μεθόδους οι οποίες αξιοποιούν πολλά στοιχεία και η ανάλυση γίνεται πιο προσεκτικά. Για τις μικρές και τις μεσαίες επιχειρήσεις συνήθως είναι προτιμότερη η εφαρμογή απλών μεθόδων που αξιοποιούν τις προσωπικές εκτιμήσεις των στελεχών και σχετικά στοιχεία που μπορούν να συλλεχθούν εύκολα. (Δερβιτσιώτης, 2006)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο παρακάτω κεφάλαιο θαπραγματοποιηθεί η θεωρητική προσέγγιση των τεχνικών πρόβλεψης και θα συσχετιστούν μεσουναφείς μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Αρχικά οι μέθοδοι πρόβλεψης θα κατηγοριοποιηθούν και στη συνέχεια θα αναλυθούν ανάλογα με την κατηγορία στην οποία υπάγονται.

Κατά τη σύγχρονη εποχή, η αναζήτηση μεθόδων και τακτικώνγια την εξασφάλιση ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος αποτελεί κύριο μέλημα των επιχειρήσεων. Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στη διαχείριση των δεδομένων που έχουν στην κατοχή τους ή μπορούν να αποκτήσουν οι επιχειρήσεις για την υποστήριξη της διαδικασίας λήψης αποφάσεων. Ειδικότερα, οι προβλέψεις ζήτησης αποτελούν μια διαδικασία η οποία πηγάζει κυρίως από τη διαχείριση των ιστορικών δεδομένων των επιχειρήσεων και απασχολεί αρκετά από τα τμήματα μιας επιχείρησης, καθώς και μια πλειάδα ερευνητών τόσο στην Ελλάδα αλλά και σε όλον τον κόσμο.

Το θέμα των προβλέψεων έχει μελετηθεί εις βάθος, λόγω της συμβολής του στη σύγχρονη διοίκηση επιχειρήσεων, είτε σε γενικό πλαίσιο, είτε εστιάζοντας σε συγκεκριμένους κλάδους. Η ακρίβεια των προβλέψεων είναι μια κρίσιμη μεταβλητή για την ορθή λειτουργία της επιχείρησης, για αυτόν το λόγο οι τεχνικές και οι μέθοδοι μπορεί να διαφέρουν από έναν κλάδο σε έναν άλλο, καθώς επίσηςμπορεί να υπάρχουν διαφορές και από μια επιχείρηση σε μια άλλητου ίδιου κλάδου.

Στην παρούσα εργασία θα εστιάσουμε στις προβλέψεις ζήτησης,με εφαρμογή τους στη φαρμακοβιομηχανία οποία θεωρείται ένας από τους σημαντικότερους βιομηχανικούς τομείς, λόγω της συνεισφοράς στην ανθρώπινη υγειονομική περίθαλψη. Στη διεθνή βιβλιογραφία οι προβλέψεις ζήτησης έχουν μελετηθεί αρκετά, με κάποιες από τις έρευνες να εστιάζουν στη φαρμακευτική βιομηχανία η οποία έχει πολυπλοκότερη δομή από άλλους τομείς.

2.2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Οι προβλέψεις ταξινομούνται σε τρεις κατηγορίες σύμφωνα με διάφορα κριτήρια. Η πρώτη κατηγορία αφορά τη χρονική περίοδο στην οποία αναφέρονται και χωρίζονται σε βραχυπρόθεσμες, μεσοπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες. Γενική ακριβής χρονική διάρκεια της πρόβλεψης σε ημέρες είναι υποκειμενική και μπορεί να διαφέρει

ανάλογα με το αντικείμενο που βρίσκεται υπό διερεύνηση, για παράδειγμα οι προβλέψεις των πωλήσεων ενός προϊόντος μιας επιχείρησης για τον επόμενο μήνα θεωρούνται βραχυπρόθεσμες, αντίθετα η πρόβλεψη του καιρού είναι βραχυπρόθεσμη όταν αναφέρεται στα επόμενα εικοσιτετράωρα. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

Ειδικότερα στα πλαίσια των επιχειρήσεων, οι προβλέψεις διακρίνονται:

- Σε βραχυπρόθεσμες με χρονικό ορίζοντα μέχρι τρεις μήνες και απευθύνονται σε διαδικασίες όπως την προμήθεια πρώτων υλών, τον προγραμματισμό εργασιών κ.α.
- Σε μεσοπρόθεσμες με χρονικό ορίζοντα από τρεις μήνες μέχρι και τρία χρόνια και απευθύνονται σε διαδικασίες όπως τον προγραμματισμό της παραγωγής, τη δημιουργία προϋπολογισμού κ.α.
- Σε μακροπρόθεσμες με χρονικό ορίζοντα από τρία χρόνια έως και πέντε χρόνια και απευθύνονται σε αποφάσεις όπως την επιλογή της τοποθεσίας μιας νέας εγκατάστασης, το σχεδιασμό νέων προϊόντων κ.α. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Η δεύτερη κατηγορία των προβλέψεων αφορά το οικονομικό επίπεδο που αναφέρονται, εάν πρόκειται για μικροοικονομικό ή μακροοικονομικό επίπεδο. Σε αυτήν την περίπτωση οι προβλέψεις μιας επιχείρησης για τις απαιτήσεις του ανθρώπινου δυναμικού στην παραγωγή της, αποτελούν προβλέψεις μικροοικονομικού επιπέδου, εν αντιθέσει με τις προβλέψεις για τα επίπεδα απασχόλησης μιας χώρας οι οποίες υπάγονται στο μακροοικονομικό επίπεδο.

Η τρίτη κατηγορία διακρίνει τις προβλέψεις σε ποιοτικές και ποσοτικές. Οι ποιοτικές προβλέψεις αποτελούν μια διαδικασία πρόβλεψης η οποία βασίζεται στην εμπειρία, το ένστικτο και στην υποκειμενική κρίση των διοικητικών στελεχών και άλλων ειδικών. Οι ποιοτικές προβλέψεις πραγματοποιούνται όταν δεν υπάρχουν κατάλληλα ή επαρκή δεδομένα, όπως στις περιπτώσεις εισαγωγής νέων προϊόντων στην αγορά. Αντιθέτως, η προσέγγιση των προβλέψεων με ποσοτικές μεθόδους εστιάζουν στην ποσοτική ανάλυση δεδομένων με σκοπό την πρόβλεψη της μεταβλητής που βρίσκεται υπό διερεύνηση. Οι ποσοτικές τεχνικές πρόβλεψης δεν επηρεάζονται από την υποκειμενική κρίση των διοικητικών στελεχών, αλλά αποτελούν κυρίως διαδικασίες που χρησιμοποιούν ιστορικά ποσοτικά δεδομένα.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί το γεγονός ότι οι ποσοτικές προβλέψεις μπορούν να συνδυαστούν με τις ποιοτικές μεθόδους με σκοπό να προσαρμοστούν καλύτερα στις συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος και να μειωθεί η πιθανότητα αστοχίας. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

2.3. ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Σε ορισμένες περιπτώσεις που δεν υπάρχουν διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα ή όταν κάποια συμβάντα αναμένονται να συμβούν στο μέλλον, οι ποιοτικές προβλέψεις είναι ο μοναδικός τρόπος εκτίμησης μιας μελλοντικής κατάστασης. Επίσης οι ποιοτικές μέθοδοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν προκειμένου να τροποποιηθούν τα αποτελέσματα των ποσοτικών τεχνικών πρόβλεψης, ακόμα και να βοηθήσουν στο να γίνει η επιλογή μεταξύ δύο ή παραπάνω ποσοτικών μοντέλων με τη θεωρητικά καλύτερη απόδοση στην πρόβλεψη. Οι πιο διαδεδομένες ποιοτικές τεχνικές πρόβλεψης είναι οι παρακάτω. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.3.1. Εκτιμήσεις πωλητών

Η συγκεκριμένη ποιοτική πρόβλεψη πραγματοποιείται από τις εκτιμήσεις των μελών του ανθρώπινου δυναμικού των πωλήσεων μιας εταιρίας. Οι πωλητές είναι πιθανό να γνωρίζουν ποιες υπηρεσίες ή/και προϊόντα οι πελάτες θα θέλουν να αγοράσουν στο μέλλον και σε ποιες ποσότητες. Οι μεμονωμένες προβλέψεις των πωλητών μπορούν να συνδυαστούν και να ληφθούν εκτιμήσεις για τις πωλήσεις που πρόκειται να γίνουν από ένα ή περισσότερα προϊόντα. Ωστόσο, εάν ληφθούν υπόψη οι μεμονωμένες εκτιμήσεις χωρίς να συνδυαστούν μεταξύ τους, μπορεί να αλλοιώσουν την πρόβλεψη, διότι κάποιοι άνθρωποι είναι πιο αισιόδοξοι από άλλους. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.3.2. Έρευνα αγοράς

Η έρευνα αγοράς είναι μια συστηματική προσέγγιση η οποία προσδιορίζει το εξωτερικό ενδιαφέρον των καταναλωτών για μια υπηρεσία ή ένα προϊόν μέσω ερευνών συλλογής δεδομένων. Στα πλαίσια της διεξαγωγής μιας έρευνας αγοράς πραγματοποιείται ο σχεδιασμός ενός ερωτηματολογίου, η λήψη αποφάσεων σχετικά με τον τρόπο διαχείρισης του ερωτηματολογίου, την επιλογή ενός δείγματος που να είναι αντιπροσωπευτικό και η ανάλυση των πληροφοριών μέσω της κρίσης και στατιστικών εργαλείων με σκοπό την ερμηνεία των απαντήσεων. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.3.3. Συμβούλιο στελεχών

Σε αυτήν την προσέγγιση πραγματοποιούνται προβλέψεις μέσω των υποκειμενικών εκτιμήσεων μιας ομάδας εστίασης, όπως τα στελέχη μιας επιχείρησης τα οποία προέρχονται από τα βασικά τμήματα της επιχείρησης. Στην ομάδα εστίασης όλοι μπορούν να μιλήσουν ελεύθερα και ανοιχτά για το θέμα υπό διερεύνηση. Με αυτόν τον τρόπο οι προβλέψεις γίνονται εύκολα και γρήγορα από στελέχη με διαφορετικό ρόλο σε μια επιχείρηση, ωστόσο η τεχνική αυτή μειονεκτεί διότι η τελική απόφαση είναι πολύ πιθανό να επηρεαστεί περισσότερο από τη θέση στην ιεραρχία και λιγότερο από τις ικανότητες προβλέψεων των συμμετεχόντων. Αν και είναι πιο αξιόπιστη μέθοδος από τις απόψεις ενός μόνο ατόμου, το πρόβλημα της επιρροής λόγω της θέσης μεταξύ των ειδικών μπορεί να οδηγήσει σε λάθος προβλέψεις. (Slack, Chambers, & Johnston, 2010)

2.3.4. Μέθοδος των Δελφών

Η μέθοδος των Δελφών είναι η πιο διαδομένη μέθοδος ποιοτικών προβλέψεων, η οποία πραγματοποιείται από ειδικούς του αντικειμένου διερεύνησης και παρακάμπτει το μειονέκτημα της μεθόδου του συμβουλίου στελεχών. Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι ανώνυμη και βήματα είναι τα εξής:

- Επιλέγεται η ομάδα των ειδικών που θα συμμετάσχουν, οι οποίοι μπορεί να είναι εντός και εκτός της επιχείρησης και αποστέλλονται ερωτηματολόγια στα μέλη της ομάδας. Η αποστολή γίνεται στον καθέναν προσωπικά με σκοπό να μειωθούν οι επιρροές που ενδεχομένως να δημιουργηθούν στους ερωτώμενους σε μια διαζώσης συνάντηση.
- Στη συνέχεια οι απαντήσεις αποστέλλονται στον επικεφαλής και αναλύονται, συνοψίζονται και επιστρέφονται ανώνυμα σε όλους τους ειδικούς που συμμετέχουν στην έρευνα.
- Οι ειδικοί επανεξετάζουν την αρχική τους απάντηση, αυτήν τη φορά γνωρίζοντας τις απαντήσεις των υπολοίπων και επαναπροωθούν τις απαντήσεις τους είτε ως είχαν ή παραλλαγμένες.

Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειαστεί να υπάρξει μια ομόφωνη γνώμη ή έστω ένα στενότερο φάσμα απαντήσεων. Σε αυτή τη μέθοδο μπορεί να καταλογιστεί συντελεστής βαρύτητας σε κάποιους από τους συμμετέχοντες, λόγω μεγαλύτερης εμπειρίας στο θέμα υπό διερεύνηση. Σε γενικές γραμμές η ομάδα

περιλαμβάνεται από άτομα τα οποία είναι ειδικοί για ένα μέρος του προβλήματος και κανείς δεν είναι ειδικός εξολοκλήρου.(Slack, Chambers, & Johnston, 2010)

2.3.5. Σχεδιασμός Σεναρίων

Ο σχεδιασμός σεναρίων χρησιμοποιείται όταν τα στελέχη βρίσκονται αντιμέτωπα με συνθήκες εξαιρετικά υψηλής αβεβαιότητας. Αυτή η μέθοδος εφαρμόζεται συνήθως για μακροπρόθεσμες προβλέψεις υπό τις υποκειμενικές κρίσεις ενός συμβουλίου ειδικών. Αρχικά ζητείται από τα μέλη του συμβουλίου να επινοήσουν μια σειρά από πιθανά κατά τη γνώμη τους μελλοντικά σενάρια. Στη συνέχεια, κάθε ένα σενάριο μπορεί να συζητηθεί από το συμβούλιο για τους κινδύνους που ενδεχομένως να προκύψουν.

Σε αντίθεση με τη μέθοδο των Δελφών δεν είναι απαραίτητη η τελική ομοφωνία, αλλά το ζητούμενο είναι να εξεταστεί ένα πιθανό φάσμα γεγονότων και να σχεδιαστεί ο τρόπος που θα αντιμετωπιστούν τα λιγότερο επιθυμητά γεγονότα.(Slack, Chambers, & Johnston, 2010)

2.4. ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Οι ποσοτικές μέθοδοι πρόβλεψης χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν τα κατάλληλαιστορικά δεδομένα και όταν οι συνθήκες της αγοράς είναι σχετικά σταθερές. Η πρόβλεψη με ποσοτικά μοντέλα είναι εφικτή όταν τα ιστορικά δεδομένα μπορούν να ποσοτικοποιηθούν και να έχουν τη μορφή των αριθμητικών δεδομένων. Σημαντικός παράγοντας είναι η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης, η οποία μπορεί να ερμηνεύσει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τη μελλοντική συμπεριφορά των τιμών της υπό εξέταση μεταβλητής.(Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

Η μελλοντική συμπεριφορά των τιμών μιας μεταβλητής προσδιορίζεται από το συστηματικό μέρος και το τυχαίο μέρος της. Το κατάλληλο μοντέλο πρόβλεψης μπορεί να προβλέψει το συστηματικό μέρος της μεταβλητής, όπου αποτελείται από τους παράγοντες που ερμηνεύουν τον τρόπο που η μεταβλητή συμπεριφέρεται.Εν αντιθέσει το τυχαίο μέρος της μεταβλητής δεν είναι εφικτό να προσδιοριστεί και αναφέρεται σε όλους τους τυχαίους και μη αναμενόμενους παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά της μεταβλητής.Επομένως, η ποσοτική προσέγγιση των προβλέψεων διερευνά αποκλειστικά το συστηματικό μέρος της μεταβλητής και κατ' επέκταση όσο πιο σταθερές είναι οι συνθήκες της αγοράς, τόσο πιο ακριβείς προβλέψεις προκύπτουν.

Για την εφαρμογή των ποσοτικών προβλέψεων, υπάρχουν πολλά μοντέλα πρόβλεψης τα οποία εφαρμόζονται αναλόγως την περίπτωση που εξετάζεται. Οι περισσότερες μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί πριν από δεκαετίες, πλέον χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα λόγω της τεχνολογικής ανάπτυξης και τη διαθεσιμότητα υπολογιστικών προγραμμάτων, τα οποία διευκολύνουν σημαντικά την εφαρμογή ποσοτικών μεθόδων. Παρόλο που η εφαρμογή των ποσοτικών μεθόδων είναι πλέον πολύ εύκολη, το σύνθετο μέρος είναι η επιλογή της πιο κατάλληλης μεθόδου και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προκύπτουν. Οι τεχνικές ποσοτικής πρόβλεψης μπορούν να ομαδοποιηθούν σε ανάλυση παλινδρόμησης και ανάλυση χρονοσειρών όπως φαίνεται παρακάτω. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

2.5. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗΣ

Η ανάλυση παλινδρόμησης διερευνά τη συμπεριφορά οικονομικών φαινομένων όπου εμπλέκονται περισσότερες από μια μεταβλητές, για παράδειγμα μπορεί να διερευνηθεί η σχέση μεταξύ των πωλήσεων ενός προϊόντος με τις διαφημιστικές δαπάνες. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004) Με τα μοντέλα συσχέτισης μπορεί να μοντελοποιηθεί η σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών μέσω της απλής γραμμικής παλινδρόμησης, όταν μοντελοποιείται η σχέση μεταξύ περισσότερων από δύο μεταβλητών χρησιμοποιείται η πολλαπλή παλινδρόμηση. (Aczel & Sounderprandian, 2016).

Μέσω της ανάλυσης παλινδρόμησης δημιουργούνται προβλέψεις για τις τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής, οι οποίες προσδιορίζονται από τις ανεξάρτητες μεταβλητές. Η ανάλυση της παλινδρόμησης αρχικά αναγνωρίζει τη σχέση μεταξύ των εμπλεκόμενων μεταβλητών και στη συνέχεια, εφόσον υπάρχει σχέση μεταξύ των μεταβλητών, η σχέση αυτή χρησιμοποιείται για τη δημιουργία των προβλέψεων της εξαρτημένης μεταβλητής. Για την ορθή εφαρμογή των μοντέλων συσχέτισης, είναι απαραίτητο να υπάρχει σχέση γραμμικής μορφής μεταξύ των ανεξάρτητων μεταβλητών και της εξαρτημένης μεταβλητής, όπου οι τιμές των ανεξάρτητων μεταβλητών ερμηνεύουν τον τρόπο συμπεριφοράς των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

2.5.1. Απλή γραμμική παλινδρόμηση

Η απλή γραμμική παλινδρόμηση αποτελεί μοντέλο συσχέτισης και διερευνά τα ιστορικά δεδομένα μιας εξαρτημένης Y και μιας ανεξάρτητης μεταβλητής X μέσω μιας

γραμμικής εξίσωσης η οποία είναι μια ευθεία γραμμή. Η πρόβλεψη στην απλή γραμμική παλινδρόμηση γίνεται στην εξαρτημένη μεταβλητή και οι ανεξάρτητες μεταβλητές θεωρείται ότι επηρεάζουν τις τιμές που παίρνει η εξαρτημένη μεταβλητή στο μέλλον. (Γναρδέλλης, 2003)

Ο τύπος της απλής γραμμικής παλινδρόμησης είναι ο εξής:

$$Y = a + bX$$

Όπου:

- Y = εξαρτημένη μεταβλητή
- X = ανεξάρτητη μεταβλητή
- a = σταθερά
- b = κλίση της ευθείας

Η ανάλυση της γραμμικής παλινδρόμησης γίνεται με σκοπό να βρεθούν οι τιμές ακαι βπου ελαχιστοποιούν το άθροισμα των τετραγωνικών αποκλίσεων από τα πραγματικά σημεία της γραμμής. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013) Για τη συγκεκριμένη ανάλυση θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών για τη διευκόλυνση της εύρεσης τους. Οι μακροχρόνιες προβλέψεις με τη γραμμική παλινδρόμηση ίσως οδηγήσουν σε μη ακριβείς προβλέψεις, επομένως η πρόβλεψη για το επόμενο έτος αποτελεί μια αποδεκτή χρονική περίοδο. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Επίσης, ο συντελεστής συσχέτισης, r , μετρά την κατεύθυνση και την ένταση της σχέσης μεταξύ της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης μεταβλητής, ο συντελεστής συσχέτισης μπορεί να πάρει τιμές μεταξύ $-1,00$ και $+1,00$ και όσο πιο κοντά είναι η τιμή στο $+1,00$ τόσο οι μεταβολές της ανεξάρτητης μεταβλητής συνοδεύονται από αντίστοιχες μεταβολές της εξαρτημένης μεταβλητής στην πάροδο του χρόνου. Εάν η τιμή του συντελεστή συσχέτισης είναι μηδενική, τότε δεν υπάρχει γραμμική σχέση μεταξύ των μεταβλητών.

Ο συντελεστής προσδιορισμού μετρά τη διακύμανση της εξαρτημένης μεταβλητής σχετικά με το μέσο όρο της εξαρτημένης μεταβλητής όπως αποτυπώνεται στη γραμμή παλινδρόμησης. Ο συντελεστής προσδιορισμού είναι το τετράγωνο του συντελεστή συσχέτισης, δηλαδή r^2 . Οι τιμές του συντελεστή προσδιορισμού είναι μεταξύ $0,00$

και +1,00 και όσο μεγαλύτερος είναι or^2 τόσο πιο δυνατή είναι η σχέση μεταξύ της ανεξάρτητης και της εξαρτημένης μεταβλητής. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.5.2. Πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση

Κατά τη διερεύνηση περισσότερων οικονομικών φαινομένων, σε κάποιες περιπτώσεις υπάρχουν πιο πολλές από μια ανεξάρτητες μεταβλητές που επηρεάζουν τη συμπεριφορά των τιμών της εξαρτημένης μεταβλητής. Σε αυτές τις περιπτώσεις η εφαρμογή της απλής γραμμικής παλινδρόμησης δεν είναι αρκετή και χρειάζεται η εφαρμογή ενός πιο σύνθετου υποδείγματος, το οποίο θα συμπεριλαμβάνει δύο και περισσότερες ανεξάρτητες μεταβλητές. Το πιο σύνθετο αυτό υπόδειγμα είναι η πολλαπλή γραμμική παλινδρόμηση, η οποία περιλαμβάνει όλες τις ανεξάρτητες μεταβλητές που προσδιορίζουν τη συμπεριφορά της εξαρτημένης μεταβλητής Y . Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να αναγνωρισθεί καλύτερα η συμπεριφορά της εξαρτημένης μεταβλητής και να πραγματοποιηθούν καλύτερες προβλέψεις για τις μελλοντικές τιμές της. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

2.6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΣΕΙΡΩΝ

Σε κάποιες περιπτώσεις, δεν είναι δυνατή η εφαρμογή των μοντέλων συσχέτισης για τη διαμόρφωση προβλέψεων μιας μεταβλητής. Αυτό μπορεί να συμβαίνει λόγω της δυσκολίας να προσδιοριστεί η σχέση μεταξύ των μεταβλητών ή όταν δεν είναι εφικτή η διάθεση των παρατηρήσεων που επηρεάζουν τη συμπεριφορά της εξεταζόμενης εξαρτημένης μεταβλητής. Σε κάποιες περιπτώσεις, η αδυναμία της εφαρμογής των μοντέλων συσχέτισης πιθανόν να οφείλεται στο μικρό αριθμό παρατηρήσεων των μεταβλητών, που είναι απαραίτητες για την εφαρμογή των μοντέλων παλινδρόμησης, με αποτέλεσμα οι προβλέψεις να θεωρούνται στατιστικά αναξιόπιστες. Τα παραπάνω εμπόδια που ενδεχομένως προκύψουν στη διαδικασία της πρόβλεψης με τη χρήση των μοντέλων συσχέτισης δεν είναι απροσπέλαστα, καθώς υπάρχουν και άλλα μοντέλα για την πρόβλεψη της μελλοντικής εξέλιξης μιας μεταβλητής, όπως τα μοντέλα χρονοσειρών. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

Τα μοντέλα χρονοσειρών διερευνούν τα ιστορικά δεδομένα που αφορούν μόνο την εξαρτημένη μεταβλητή του οικονομικού φαινομένου και έχουν ληφθεί σε ίσα χρονικά διαστήματα. Τα μοντέλα χρονοσειρών βασίζονται στην υπόθεση ότι η συμπεριφορά της εξαρτημένης μεταβλητής στο παρελθόν επηρεάζει τον τρόπο συμπεριφοράς της μεταβλητής στο μέλλον. Η ανάλυση των χρονοσειρών προσδιορίζει τα μοτίβα της

εξαρτημένης μεταβλητής που παρατηρούνται από τα ιστορικά στοιχεία και στη συνέχεια αναπτύσσεται ένα μοντέλο για να συνεχίσει την αναπαραγωγή του μοτίβου στο μέλλον. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Ανάλογα με το μοτίβο ζήτησης που εμφανίζει η μεταβλητή εφαρμόζεται και διαφορετική μέθοδος χρονοσειρών. Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, τα βασικότερα μοτίβα ανεξάρτητης ζήτησης είναι η οριζόντια ζήτηση, η τάση, η εποχιακή ζήτηση, η κυκλική ζήτηση και η τυχαία ζήτηση. Στην περίπτωση που υπάρχει οριζόντια ζήτηση χωρίς κάποια εμφανή τάση, εποχικότητα ή κυκλικά μοτίβα, η πρόβλεψη μπορεί να πραγματοποιηθεί με αφελή πρόβλεψη ή με την εκτίμηση του μέσου όρου της ζήτησης όλων των προηγούμενων παρατηρήσεων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση δεν εφαρμόζεται αποτελεσματικά εάν παρατηρείται τάση, εποχικότητα ή κυκλικό μοτίβο. Οι τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά για την εκτίμηση του μέσου μιας χρονοσειράς με τάση, εποχικότητα ή κυκλικά μοτίβα είναι ο απλός κινητός μέσος, ο σταθμικός κινητός μέσος και η εκθετική εξομάλυνση. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Παρακάτω θα γίνει αναφορά σε κάποια από τα μοντέλα χρονοσειρών τα οποία θα χρησιμοποιηθούν στην ανάλυση της διπλωματικής εργασίας, ξεκινώντας από τις απλούστερες μεθόδους προς τις πιο σύνθετες. Οι βασικοί συμβολισμοί για τα μοντέλα χρονοσειρών είναι οι εξής:

- n = ο αριθμός των παρατηρήσεων που λαμβάνονται υπόψη
- t = ο δείκτης του χρόνου, μπορεί να πάρει ακέραιες τιμές στο διάστημα $[1..n]$.
- $F(t)$ = η πρόβλεψη της ζήτησης σε χρόνο t
- $D(t)$ = Η καταγραφή της πραγματικής τιμής της ζήτησης σε χρόνο t
- k = εύρος
- W_i = το βάρος της περιόδου i
- α = συντελεστής εξομάλυνσης

2.6.1. Αφελής πρόβλεψη

Το απλούστερο μοντέλο πρόβλεψης, το οποίο χρησιμοποιείται πολύ συχνά είναι η αφελής πρόβλεψη. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η πρόβλεψη της ζήτησης για την επόμενη περίοδο ισούται με την πραγματική ζήτηση της τρέχουσας περιόδου, δηλαδή $F(t+1) = D(t)$. Για παράδειγμα, εάν η πραγματική ζήτηση για μία επιχείρηση από ένα προϊόν είναι 100 τεμάχια για το μήνα Ιανουάριο, η προβλεπόμενη ζήτηση για την

επόμενη περίοδο, δηλαδή για το μήνα Φεβρουάριο είναι 100 τεμάχια. Παρά το γεγονός ότι η αφελής μέθοδος πρόβλεψης είναι αρκετά απλή, μπορεί να μπορεί να δώσει στοιχεία για την τάση της ζήτησης, εάν δηλαδή υπάρχει μείωση ή αύξηση της ζήτησης κατά τις τελευταίες δύο περιόδους. Επίσης, η αφελής πρόβλεψη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εποχιακά μοτίβα, για παράδειγμα εάν η ζήτηση για ένα προϊόν είναι 100 τεμάχια για το μήνα Ιανουάριο, στην περίπτωση που δεν υπάρχει τάση (αύξηση ή μείωση της ζήτησης) από το ένα έτος στο άλλο, η πρόβλεψη για το μήνα Ιανουάριο του επόμενου έτους είναι 100 τεμάχια. Η μέθοδος αυτή μπορεί να λειτουργήσει όταν οι τάσεις ή τα εποχιακά μοτίβα είναι σταθερά και η τυχαία διακύμανση είναι μικρή. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.6.2. Κινητός μέσος

Η μέθοδος του κινητού μέσου περιλαμβάνει τον υπολογισμό της μέσης ζήτησης για ένα εύρος παρατηρήσεων (k) της πιο πρόσφατης χρονικής περιόδου, μέσω του υπολογισμού προκύπτει η πρόβλεψη για την μελλοντική περίοδο. Στην επόμενη περίοδο όταν γνωστοποιηθεί η πραγματική ζήτηση, η παλαιότερη τιμή της ζήτησης στο εύρος που έχει οριστεί, αντικαθίσταται με την τιμή της τελευταίας περιόδου και επανυπολογίζεται ο μέσος όρος, ούτως ώστε να πραγματοποιηθεί η επόμενη πρόβλεψη. Με αυτόν τον τρόπο υπολογίζεται πάντα ο μέσος όρος από τις πιο πρόσφατες τιμές της ζήτησης και ο μέσος όρος των τιμών μετακινείται από περίοδο σε περίοδο. (Slack, Chambers, & Johnston, 2010)

Ο τύπος για τον υπολογισμό του κινητού μέσου είναι ο εξής:

$$F(t) = \frac{\sum_{i=1}^k D(t-i)}{k}$$

Το εύρος (k) ορίζεται εμπειρικά και είναι σημαντικό να οριστεί προσεκτικά, διότι ένα μεγάλο εύρος χρονικών περιόδων δημιουργεί περισσότερο εξομαλυμένες προβλέψεις αλλά το μοντέλο δεν μπορεί να προβλέψει τις απότομες μελλοντικές αλλαγές, αντιθέτως εάν το εύρος είναι στο χαμηλότερο επίπεδο ($k=1$) τότε γίνεται αφελής πρόβλεψη.

Επίσης, η μέθοδος του κινητού μέσου δεν αξιοποιεί την τάση της ζήτησης και χρειάζεται σημαντικός αριθμός ιστορικών δεδομένων για την εφαρμογή της. Στην περίπτωση που δεν παρατηρείται ισχυρή τάση ζήτησης ή εποχικότητα ή κυκλική ζήτηση, είναι χρήσιμη η εκτίμηση των προβλέψεων με τη συγκεκριμένη μέθοδο.

Αντιθέτως αν παρατηρείται ισχυρή τάση, τότε η μέθοδος του κινητού μέσου παρουσιάζει καθυστέρηση στην παρακολούθηση της τάσης και εάν υπάρχει κυκλική ζήτηση τότε ο κινητός μέσος βρίσκεται εκτός φάσης. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013) Ο απλός κινητός μέσος εμφανίζει κάποια μειονεκτήματα, όπως το γεγονός ότι κάθε μια από τις τιμές του εύρους k έχει την ίδια βαρύτητα στην πρόβλεψη και δεν λαμβάνονται υπόψη τα δεδομένα πριν από το εύρος που έχει οριστεί.

2.6.3. Σταθμικός κινητός μέσος

Ο σταθμικός κινητός μέσος είναι μια παραλλαγή του απλού κινητού μέσου και δίνει λύση στο μειονέκτημα της ισόποσης βαρύτητας των τιμών του εύρους k που λαμβάνονται υπόψη. Σε αυτήν τη μέθοδο κάθε μια από τις τιμές του εύρους έχει το δικό της βάρος, σε ένα άθροισμα βαρών το οποίο ισούται με το 1, όπου ο ορισμός της βαρύτητας εξυπηρετεί για να τονιστούν οι πιο πρόσφατες τιμές της ζήτησης σε σχέση με τις παλαιότερες. Με αυτόν τον τρόπο ανταποκρίνεται καλύτερα στις αλλαγές σε σύγκριση με τη μέθοδο του απλού κινητού μέσου.

Ο τύπος για τον υπολογισμό του σταθμικού κινητού μέσου είναι ο εξής:

$$F(t) = \sum_{i=1}^k W_i D(t - i)$$

Για παράδειγμα, κατά την εφαρμογή του μοντέλου σε τρεις περιόδους, το βάρος της πιο πρόσφατης περιόδου μπορεί να είναι 0,5, το βάρος της δεύτερης πιο πρόσφατης περιόδου μπορεί να είναι 0,3 και το βάρος της παλαιότερης περιόδου να είναι 0,2. Ο σταθμικός κινητός μέσος υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας το βάρος κάθε περιόδου με την αντίστοιχη τιμή για εκείνη την περίοδο και στη συνέχεια προσθέτοντας όλες τις τιμές μεταξύ τους. Επίσης μπορεί να χειριστεί καλύτερα την εποχικότητα, ορίζοντας μεγαλύτερο βάρος στις αντίστοιχες εποχές του προηγούμενου έτους. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.6.4. Εκθετική εξομάλυνση

Η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης αποτελεί μια εξελιγμένη παραλλαγή του σταθμικού κινητού μέσου και είναι η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος πρόβλεψης λόγω της απλότητάς της και του μικρού όγκου δεδομένων που απαιτούνται για την εφαρμογή της. Η μέθοδος αυτή δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στις πιο πρόσφατες τιμές της ζήτησης και η βαρύτητα μειώνεται εκθετικά για τα παλαιότερα δεδομένα. Επίσης χρησιμοποιεί έναν συντελεστή εξομάλυνσης (α), ο

οποίος μπορεί να λάβει τιμές μεταξύ 0 και 1 ($0 < \alpha < 1$), η επιλογή της τιμής είναι υποκειμενική. Οι μεγάλες τιμές του συντελεστή εξομάλυνσης ενσωματώνουν πιο γρήγορα το σφάλμα της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου, αντιθέτως οι μικρές τιμές του συντελεστή εξομάλυνσης ενσωματώνουν πιο αργά το σφάλμα της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου.

Ο τύπος της εκθετικής εξομάλυνσης είναι ο εξής:

$$F(t) = F(t - 1) + \alpha(D(t - 1) - F(t - 1))$$

Σε αντίθεση με τη μέθοδο του κινητού μέσου όπου είναι απαραίτητος ο καθορισμός του εύρους των παρατηρήσεων (k) που θα ληφθούν υπόψη, η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης χρειάζεται μόνο τρεις κατηγορίες δεδομένων:

- Την πρόβλεψη της προηγούμενης περιόδου
- Την πραγματική ζήτηση της προηγούμενης περιόδου
- Το συντελεστή εξομάλυνσης (α) που ορίζει ο ερευνητής

Για να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στις πιο πρόσφατες τιμές της πραγματικής ζήτησης, ο συντελεστής εξομάλυνσης ορίζεται σε μεγαλύτερες τιμές, ενώ με μικρότερες τιμές στο συντελεστή εξομάλυνσης λαμβάνονται υπόψη περισσότερο οι τιμές της ζήτησης των προηγούμενων περιόδων. Πρακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν διάφορες τιμές στο συντελεστή εξομάλυνσης και να επιλέγεται αυτή που παράγει τις θεωρητικά καλύτερες προβλέψεις. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Για να ξεκινήσουν οι προβλέψεις με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, απαιτείται η πρώτη τιμή πρόβλεψης. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να βρεθεί η τιμή της πρώτης πρόβλεψης, όπως για παράδειγμα εάν υπάρχουν ιστορικά δεδομένα, λαμβάνοντας το μέσο όρο από παρελθοντικές περιόδους. Επίσης στα πλαίσια της αρχικοποίησης των προβλέψεων αν δεν υπάρχουν διαθέσιμα ιστορικά δεδομένα, μπορεί να ληφθεί στην πρώτη περίοδο ως πρόβλεψη ($F(t-1)$) η τιμή της πραγματικής ζήτησης της αμέσως προηγούμενης περιόδου ($D(t-2)$).

Η συγκεκριμένη μέθοδος είναι χρήσιμη όταν δεν υπάρχει τάση ή εποχικότητα ή κυκλικότητα στα διαθέσιμα δεδομένα, καθώς επίσης για βραχυπρόθεσμες προβλέψεις και έλεγχο της παραγωγής. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.6.5. Μέθοδος Holt

Η μέθοδος Holt αποτελεί μια εξελιγμένη μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που υπάρχει τάση στις παρατηρήσεις, καθώς προσαρμόζει την τάση στην πρόβλεψη. Η μέθοδος Holt αποτελείται από δύο παραμέτρους εξομάλυνσης, την παράμετρο a η οποία εξομαλύνει τις τιμές της χρονοσειράς και την παράμετρο β η οποία εξομαλύνει την τάση.

Στα πλαίσια της εφαρμογής της μεθόδου Holt, η διαδικασία χωρίζεται στα παρακάτω μέρη:

- Για την εξομάλυνση των τιμών της χρονοσειράς, η σχέση έχει ως εξής:

$$A_t = aD_t + (1 - a)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

Όπου το a είναι η σταθερά της εξομάλυνσης των τιμών της χρονοσειράς και ισχύει $0 \leq a \leq 1$, το A_t είναι οι εξομαλυνθείσες τιμές για το δείκτη χρόνου $t=2,3,\dots,n$ και για A_t με $t=1$ αρχικοποιείται με τη συνθήκη $A_1 = D_1$

- Για την εξομάλυνση της τάσης η σχέση έχει ως εξής:

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Όπου το β είναι η σταθερά της εξομάλυνσης της τάσης και ισχύει $0 \leq \beta \leq 1$, το T_t είναι οι εξομαλυνθείσες τιμές της τάσης για το δείκτη χρόνου $t=2,3,\dots,n$ και για T_t με $t=1$ αρχικοποιείται με $T_1=0$

- Για την πρόβλεψη F_{t+h} όπου το h είναι η μελλοντική περίοδος που διερευνάται ($h=1,2,3,\dots$) και η σχέση έχει ως εξής:

$$F_{t+h} = A_t + hT_t$$

Με τη μέθοδο Holt είναι δυνατή η διενέργεια προβλέψεων για μια και για περισσότερες μελλοντικές περιόδους. Η επιλογή των τιμών των παραμέτρων a και β είναι υποκειμενική και ορίζεται από τον ερευνητή, η επιλογή της άριστης τιμής των a και β επιτυγχάνεται μετά από την εφαρμογή όλων των πιθανών τιμών του a και β και μετρώντας τα μέτρα σφάλματος για τη συγκεκριμένη χρονοσειρά. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

2.6.6. Μέθοδος Holt-Winters

Σε κάποιες περιπτώσεις παρατηρείται εποχικότητα στις παρατηρήσεις της χρονοσειράς σε μικρότερες χρονικές περιόδους του έτους, όπως σε εβδομάδες, μήνες, τρίμηνα κ.α. όπου οι συγκεκριμένες εποχικές διακυμάνσεις επαναλαμβάνονται κάθε έτος με τον ίδιο ή σχεδόν τον ίδιο τρόπο. Η εποχικότητα στη ζήτηση είναι ένα πολύ

συχνό φαινόμενο και για να διενεργηθούν ευστοχότερες προβλέψεις θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι οι οποίες λαμβάνουν υπόψιν την εποχικότητα. Η μέθοδος Holt-Winters αποτελεί μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης που προσαρμόζεται στην τάση και στην εποχικότητα και ουσιαστικά είναι επέκταση της μεθόδου Holt λαμβάνοντας υπόψιν και την εποχικότητα. Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελείται από τρεις παραμέτρους, την παράμετρο a η οποία εξομαλύνει τις τιμές της χρονοσειράς, την παράμετρο β η οποία εξομαλύνει την τάση και την παράμετρο γ η οποία εξομαλύνει την εποχικότητα. Οι περαιτέρω συμβολισμοί στη μέθοδο Holt-Winters είναι οι εξής:

- S_t = ο εποχικός συντελεστής για την περίοδο t
- L = η περιοδικότητα της εποχικότητας, πιο συγκεκριμένα $L=12$ για δεδομένα μήνα, $L=4$ δεδομένα τριμήνου κ.α.

Στα πλαίσια της εφαρμογής της μεθόδου Holt-Winters, η διαδικασία χωρίζεται στα παρακάτω μέρη:

- Για την εξομάλυνση των τιμών της χρονοσειράς η σχέση έχει ως εξής:

$$A_t = a \frac{D_t}{S_{t-L}} + (1 - a)(A_{t-1} + T_{t-1})$$

Όπου το a είναι η σταθερά της εξομάλυνσης των τιμών της χρονοσειράς και ισχύει $0 \leq a \leq 1$, το A_t είναι οι εξομαλυνθείσες τιμές, το S_t ο εποχικός συντελεστής και L η περιοδικότητα της εποχικότητας

- Η εξομάλυνση της τάσης προκύπτει όπως και στη μέθοδο Holt δηλαδή:

$$T_t = \beta (A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

Όπου το β είναι η σταθερά της εξομάλυνσης της τάσης και ισχύει $0 \leq \beta \leq 1$, το T_t είναι οι εξομαλυνθείσες τιμές της τάσης για το δείκτη χρόνου $t=2,3,\dots,n$

- Για την εξομάλυνση της εποχικότητας η σχέση έχει ως εξής:

$$S_t = \gamma \frac{D_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

Όπου το γ είναι η σταθερά της εξομάλυνσης της εποχικότητας και ισχύει $0 \leq \gamma \leq 1$.

- Για την πρόβλεψη F_{t+h} όπου το h αφορά τις μελλοντικές περιόδους του πρώτου έτους που διερευνάται με ($h=1,2,\dots,L$) και η σχέση έχει ως εξής:

$$F_{t+h} = (A_t + hT_t) S_{t+h-L}$$

Και για h όπου οι μελλοντικοί περίοδοι που διερευνώνται είναι για το δεύτερο έτος το $h = L+1, L+2, \dots, 2L$ η σχέση έχει ως εξής:

$$F_{t+h} = (A_t + hT_t) S_{t+h-2L}$$

Στη μέθοδο Holt-Winters για την αρχικοποίηση των A_t , T_t και S_t υπάρχουν διάφοροι τρόποι καθορισμού τους. Όπως για παράδειγμα με τον τρόπο που πρότεινε ο Chatfield, ποιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται οι τιμές των παρατηρήσεων του πρώτου έτους για το D_1, D_2, \dots, D_L ούτως ώστε να προσδιοριστούν οι αρχικές τιμές των A_t , T_t και S_t για το πρώτο έτος, δηλαδή για $t=1, 2, \dots, L$

Για το A_t , στα πλαίσια της αρχικοποίησης, δεν γίνεται να προσδιοριστούν τιμές για $t=1, 2, \dots, L-1$ αλλά μόνο για το A_L και ο τύπος είναι ο εξής:

$$A_L = \frac{D_1 + D_2 + \dots + D_L}{L}$$

Για το T_t επίσης δεν γίνεται να προσδιοριστούν τιμές για $t=1, 2, \dots, L-1$ αλλά μόνο για $t=L$ και τίθεται ως $T_L = 0$

Οι τιμές του εποχικού συντελεστή S_t προκύπτουν από τον τύπο:

$$S_t = \frac{D_t}{A_L}$$

Με τον παραπάνω τρόπο του Chatfield μπορούν να προσδιοριστούν οι αρχικές τιμές του πρώτου έτους στην μέθοδο Holt-Winters. Επίσης, όπως και στην μέθοδο Holt είναι δυνατή η διενέργεια προβλέψεων για μια και για περισσότερες μελλοντικές περιόδους και η επιλογή των τιμών των παραμέτρων α , β και γ είναι υποκειμενική και ορίζεται από τον ερευνητή. Η επιλογή της άριστης τιμής των α , β και γ επιτυγχάνεται μετά από την εφαρμογή όλων των πιθανών τιμών του α , β και γ και στη συνέχεια μετρώντας τα μέτρα σφάλματος για τη συγκεκριμένη χρονοσειρά (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

Όταν η διενέργεια προβλέψεων με μεθόδους εξομάλυνσης γίνεται για πρώτη φορά, είναι σημαντικό να βρεθούν οι ιδανικές τιμές για τις παραμέτρους που χρησιμοποιούνται στη μέθοδο. Η εύρεση της ιδανικής τιμής του α , β και γ μπορεί να πραγματοποιηθεί υπολογίζοντας τα μέτρα σφάλματος και επιλέγοντας τις τιμές με το μικρότερο σφάλμα. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

2.7. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΝΕΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

Η ανάγκη των προβλέψεων από μια επιχείρηση δεν περιορίζεται μόνο στα ήδη υπάρχοντα προϊόντα της, αλλά και στα νέα προϊόντα που σκοπεύει να διοχετεύσει στην αγορά. Σε κάποιες περιπτώσεις, ανάγκη των επιχειρήσεων να προβλέψουν την πορεία των νέων προϊόντων είναι πολύ μεγαλύτερη από την ανάγκη των προβλέψεων για τα υφιστάμενα προϊόντα, διότι ενδεχομένως να κρίνονται αποφάσεις σχετικά με τη μελλοντική δυναμικότητα που θα πρέπει να έχει στην παραγωγή της, το ύψος των αποθεμάτων, το ανθρώπινο δυναμικό, το μέγεθος των εγκαταστάσεων και άλλες αποφάσεις για τις οποίες εάν υπάρχει σημαντική αστοχία στην πρόβλεψη της ζήτησης των νέων προϊόντων, το κόστος για την επιχείρηση θα είναι μεγάλο. Όμως οι προβλέψεις για τα νέα προϊόντα είναι περίπλοκες, διότι δεν υπάρχουν ιστορικά δεδομένα που μπορούν να μελετηθούν με τα ποσοτικά μοντέλα πρόβλεψης. (Wind & Mahajan, 1988)

Η ζήτηση των νέων προϊόντων εξαρτάται από μεγάλο αριθμό παραγόντων, όπως για παράδειγμα την επιθυμία των καταναλωτών να τα αποκτήσουν, την ικανοποίηση των αναγκών των καταναλωτών κ.α.. Επίσης οι συνθήκες του εξωτερικού περιβάλλοντος, όπως η κατάσταση της οικονομίας, το ύψος της ανεργίας, η ένταση του ανταγωνισμού, οι ενέργειες και οι αντιδράσεις των ανταγωνιστών κατά την εισαγωγή του νέου προϊόντος στην αγορά, μπορούν να επηρεάσουν σε μεγάλο βαθμό το ύψος της ζήτησης των νέων προϊόντων. Λόγω του μεγάλου αριθμού παραγόντων και της αβεβαιότητας, η πρόβλεψη ενός νέου προϊόντος είναι πολύ πιο περίπλοκη από την πρόβλεψη των πωλήσεων των καθιερωμένων προϊόντων μιας επιχείρησης. Ωστόσο, η ανάγκη για ακριβείς προβλέψεις ζήτησης των νέων προϊόντων έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη μοντέλων πρόβλεψης για νέα προϊόντα, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για:

- Την εκτίμηση των μακροπρόθεσμων και των βραχυπρόθεσμων πωλήσεων
- Τη διάγνωση του αντίκτυπου που προκαλεί το μίγμα μάρκετινγκ
- Τη διάγνωση των αντιδράσεων που προκαλούνται στις εκτιμήσεις των πωλήσεων του νέου προϊόντος από τους ανταγωνιστές, την αγορά και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Την αξιολόγηση του αντίκτυπου στην κερδοφορία και την επιρροή στις πωλήσεις των καθιερωμένων προϊόντων της επιχείρησης, μέσω της εισαγωγής ενός νέου προϊόντος. (Wind & Mahajan, 1988)

Επίσης, λόγω της έλλειψης ιστορικών στοιχείων οι πηγές δεδομένων για τα μοντέλα πρόβλεψης των νέων προϊόντων είναι οι εξής:

- Μέσω ποιοτικών προβλέψεων όπως, εκτιμήσεις πωλητών, συμβούλιο στελεχών, μέθοδος των Δελφώνκ.α. Οι υποκειμενικές εκτιμήσεις χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της πιθανής απόδοσης του νέου προϊόντος.
- Από προϊόντα με παρόμοια χαρακτηριστικά που κυκλοφορούν ήδη στην αγορά. Τα ιστορικά δεδομένα υπαρχόντων προϊόντων με κοινά χαρακτηριστικά σε σχέση με το νέο προϊόν, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της ζήτησης.
- Μέσω των πελατών. Η έρευνα αγοράς μπορεί να παρέχει στοιχεία για την πιθανή ζήτηση ενός νέου προϊόντος από την εκτίμηση της ευαισθητοποίησης, τη δοκιμή και την επανάληψη αγοράς του. (Wind & Mahajan, 1988)

Για την εκτίμηση της ζήτησης των νέων προϊόντων μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια ή περισσότερες από τις παραπάνω πηγές δεδομένων. Η καταλληλότητα εφαρμογής των τριών παραπάνω μοντέλων πρόβλεψης, βασίζεται κυρίως στο στάδιο της διαδικασίας ανάπτυξης ενός νέου προϊόντος. Τα ποιοτικά μοντέλα πρόβλεψης και η εκτίμηση μέσω άλλων παρόμοιων προϊόντων, χρησιμοποιούνται συνήθως σε πρώτη φάση για την αξιολόγηση της αξίας του νέου προϊόντος για την επιχείρηση, πριν διενεργηθεί μια έρευνα αγοράς λόγω του κόστους της. Στην περίπτωση που η αρχική αξιολόγηση δείξει ότι υπάρχει νόημα για την επιχείρηση να κυκλοφορήσει το νέο προϊόν, τότε περνάει στη δεύτερη φάση της έρευνας αγοράς.

Οι πηγές δεδομένων για τα μοντέλα πρόβλεψης νέων προϊόντων σε κάποιες περιπτώσεις μπορούν να συνδυαστούν. Για παράδειγμα, ένα μοντέλο πρόβλεψης βασισμένο σε δεδομένα που πηγάζουν από τις υποκειμενικές εκτιμήσεις των στελεχών, μπορεί να συνδυαστεί με μοντέλα που βασίζονται σε δεδομένα που έχουν προκύψει από προϊόντα με παρόμοια χαρακτηριστικά που κυκλοφορούν ήδη στην αγορά. Η διαδικασία της πρόβλεψης της πιθανής ζήτησης των νέων προϊόντων θα πρέπει να γίνεται σε κάθε στάδιο της ανάπτυξης ενός νέου προϊόντος. Στα αρχικά στάδια ανάπτυξης η πρόβλεψη είναι δοκιμαστική και ευρεία, καθώς η ανάπτυξη του νέου προϊόντος φτάνει προς το τέλος, η πρόβλεψη πρέπει να γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια, ούτως ώστε να περιοριστούν οι πιθανές αστοχίες της πρόβλεψης.(Wind & Mahajan, 1988)

2.8. ΜΕΤΡΑ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ

Σε οποιαδήποτε τεχνική πρόβλεψης, μια σημαντική παράμετρος είναι ο υπολογισμός της ακρίβειας των προβλέψεων. Οι προβλέψεις σχεδόν πάντα περιέχουν σφάλματα τα οποία ενδέχεται να είναι σφάλματα μεροληψίας, δηλαδή να είναι αποτέλεσμα παράλειψης ορισμένων παραγόντων όπως η τάση, η εποχικότητα κ.α. και τυχαία σφάλματα τα οποία οφείλονται σε μη προβλέψιμους παράγοντες και επηρεάζουν την πρόβλεψη. Στα πλαίσια της σύγκρισης διαφορετικών μοντέλων αλλά και για τον καθορισμό των ιδανικών τιμών των παραμέτρων στις μεθόδους εξομάλυνσης, υπάρχουν ενιαίοι και συστηματικοί τρόποι υπολογισμού των σφαλμάτων της πρόβλεψης. Το ζητούμενο των προβλέψεων είναι η επιλογή της μεθόδου πρόβλεψης με το μικρότερο δυνατό σφάλμα, ούτως ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια στη διαδικασία της πρόβλεψης. Το σφάλμα της πρόβλεψης που παρατηρείται σε χρόνο t (E_t) είναι πρακτικά η διαφορά μεταξύ της πραγματικής ζήτησης και της πρόβλεψης της ζήτησης μιας συγκεκριμένης χρονικής περιόδου και υπολογίζεται ως εξής:

$$E_t = D_t - F_t$$

Το σφάλμα της πρόβλεψης (E_t) εκφράζει την απόκλιση (θετική είτε αρνητική) της πραγματικής ζήτησης και της πρόβλεψης για την περίοδο της πρόβλεψης. Για να προσδιοριστεί η αξιοπιστία ενός μοντέλου πρόβλεψης, πρέπει να μελετηθεί η διαχρονική συμπεριφορά του σφάλματος της πρόβλεψης. Η διαχρονική μέτρηση του σφάλματος γίνεται με την εφαρμογή διαφόρων μέτρων σφάλματος, σύμφωνα με τα οποία μπορεί να γίνει αξιολόγηση της μεθόδου που χρησιμοποιήθηκε. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μέτρα σφάλματος είναι τα παρακάτω. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.8.1. Μέση απόλυτη απόκλιση και μέσο σφάλμα τετραγώνου

Το μέτρο σφάλματος της μέσης απόλυτης απόκλισης (MAD) υπολογίζει την απόλυτη απόκλιση του σφάλματος της πρόβλεψης, που οφείλονται σε τάση, εποχικότητα, κυκλικά μοτίβα ή τυχαία γεγονότα:

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n}$$

Για τον υπολογισμό του MAD λαμβάνονται υπόψιν μόνο οι απόλυτες τιμές του σφάλματος της πρόβλεψης, επομένως δεν εξετάζεται αν είναι θετικές ή αρνητικές οι

αποκλίσεις της πρόβλεψης, δηλαδή εάν οι τιμές της πρόβλεψης είναι υπερεκτιμημένες ή υποεκτιμημένες σε σύγκριση με τις πραγματικές τιμές της ζήτησης. Επίσης, το MADεστιάζει στο γεγονός ότι το κόστος του σφάλματος της πρόβλεψης είναι συνολικό, ασχέτως εάν προέκυψε από πολλά μικρά σφάλματα ή λίγα μεγάλα που έχουν το ίδιο συνολικό απόλυτο σφάλμα.(Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

Ένα ακόμα μέτρο σφάλματος είναι το μέσο σφάλμα τετραγώνου (MSE) το οποίο προκύπτει από το σύνολο των τετραγώνων των σφαλμάτων προς τις χρονικές περιόδους που διενεργείται η πρόβλεψη:

$$MSE = \frac{\sum E_t^2}{n}$$

Το MSE λόγω του τετραγώνουείναι πιο ευαίσθητο στις μεταβολές του σφάλματος σε αντίθεση με το MADτο οποίο είναι πιο συντηρητικό μέτρο.(Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

2.8.2. Μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE)

Σε αντίθεση με τη μέση απόλυτη απόκλιση και το μέσο σφάλμα τετραγώνου, το μέτρο σφάλματος του μέσου απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος (MAPE) συσχετίζει το σφάλμα της πρόβλεψης με την πραγματική ζήτηση κάθε περιόδου, δίνοντας έτσι πιο ασφαλή αποτελέσματα. Ουσιαστικά εκφράζει ποσοστιαία την απόκλιση από την πραγματική ζήτηση με τον εξής τύπο:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|E_t|}{D_t}$$

Με το MAPEμπορεί να εξεταστεί το μέγεθος του σφάλματος της πρόβλεψης σε σύγκριση με την πραγματική ζήτηση, επομένως όσο μικρότερη είναι η τιμή του MAPEτόσο πιο ακριβής είναι η εξεταζόμενη μέθοδος, αντιθέτως όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του, εκφράζει μεγάλα σφάλματα μεροληψίας ή μεγάλα τυχαία σφάλματα. (Αγιακλόγλου & Οικονόμου, 2004)

2.9. ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΛΛΗΛΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Η επιλογή της κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης είναι κρίσιμης σημασίας για την ακρίβεια της διαδικασίας. Αρχικά, στα πλαίσια της επιλογής της κατάλληλης μεθόδου χρονοσειρών, τα μέτρα σφάλματος παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την

επιλογή της ιδανικότερης μεθόδου πρόβλεψης ζήτησης. Τα μέτρα σφάλματος μπορούν να καθοδηγήσουν τον ερευνητή για την ιδανικότερη τιμή των παραμέτρων που απαιτούνται για τη διενέργεια των προβλέψεων, δηλαδή να για την ιδανικότερη τιμή του αριθμού περιόδων που λαμβάνονται υπόψη (n), του εύρους (k) στη μέθοδο του κινητού μέσου, την καλύτερη τιμή για το βάρος (W) για την μέθοδο του σταθμικού κινητού μέσου, για την τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης (α) στην εκθετική εξομάλυνση και τις τιμές των συντελεστών α , β και γ στη μέθοδο Holt και τη μέθοδο Holt-Winters. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Πιο αναλυτικά, για προβλέψεις με σταθερά μοτίβα ζήτησης, είναι καλύτερη η εφαρμογή χαμηλότερων τιμών του συντελεστή εξομάλυνσης ή μεγαλύτερο αριθμό περιόδων που λαμβάνονται υπόψη, για να δοθεί μεγαλύτερη έμφαση στα ιστορικά δεδομένα. Για πιο δυναμικά μοτίβα ζήτησης είναι προτιμότερη η εφαρμογή υψηλότερων τιμών συντελεστή εξομάλυνσης και μικρότερο αριθμό περιόδων που λαμβάνονται υπόψη, διότι όταν αλλάζουν τα μοτίβα ζήτησης σε σχέση με τα ιστορικά στοιχεία, θα πρέπει να δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στις πρόσφατες περιόδους.

Τα κριτήρια, που βασίζονται σε στατιστικές μετρήσεις, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν παρακάτω για την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου πρόβλεψης και για την επιλογή της τιμής των παραμέτρων είναι η μέση απόλυτη απόκλιση, το μέσο σφάλμα τετραγώνου, το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα και για την ανάλυση παλινδρόμησης η μεγιστοποίηση του r^2 . Στα πλαίσια επιλογής της κατάλληλης ποσοτικής μεθόδου είναι σημαντική και η ποιοτική πρόβλεψη των στελεχών, καθώς και η υποκειμενική επιλογή της μεθόδου που φαίνεται να λειτουργεί καλύτερα κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο που γίνεται η πρόβλεψη. Η συχνή παρακολούθηση των σφαλμάτων από τα στελέχη για τις μεθόδους χρονοσειρών, μπορεί να βελτιώσει την κρίση τους στην επιλογή της μεθόδου που θα χρησιμοποιηθεί. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Εκτός από τη χρήση μεμονωμένων μεθόδων πρόβλεψης, είναι εφικτή η χρήση πολλών διαφορετικών μεθόδων για τη δημιουργία μιας τελικής πρόβλεψης. Οι συνδυαστικές προβλέψεις (Combination Forecasts) μπορούν να πραγματοποιηθούν διανέμοντας τα αποτελέσματα διάφορων μεθόδων χρονοσειρών και παλινδρόμησης σε άτομα που μπορούν να εκφέρουν άποψη για την πορεία της ζήτησης (όπως στελέχη μάρκετινγκ, ομάδες πωλήσεων κ.α.) και να αναπροσαρμοστούν. Με αυτή τη

διαδικασία λαμβάνονται υπόψη οι τρέχουσες συνθήκες της αγοράς και των πελατών που ενδεχομένως να μην αντικατοπτρίζονται στα ιστορικά δεδομένα.

Οι έρευνες των τελευταίων δεκαετιών έχουν στραφεί στο συνδυασμό των προβλέψεων από πολλαπλές πηγές, επειδή συχνά με αυτόν τον τρόπο παράγονται πιο ακριβείς προβλέψεις. Οι συνδυαστικές προβλέψεις παράγονται από το μέσο όρο ανεξάρτητων προβλέψεων που πηγάζουν από διαφορετικές μεθόδους πρόβλεψης, διαφορετικές πηγές δεδομένων ή διαφορετικά δεδομένα. Για παράδειγμα, εάν η πρόβλεψη με τη μέθοδο του σταθμικού κινητού μέσου είναι 100 μονάδες και η πρόβλεψη με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης είναι 120 μονάδες, η πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο στην περίπτωση που καταλογισθούν ίσα βάρη θα είναι 110 μονάδες ($0,5 * 100 + 0,5 * 120$). Επίσης είναι δυνατών να καταλογιστούν βάρη σε κάποιες από τις μεθόδους που συμπεριλαμβάνονται στις συνδυαστικές προβλέψεις, που έχουν δείξει μεγαλύτερη ακρίβεια στο παρελθόν. Η παραπάνω διαδικασία μπορεί να συνδυαστεί και με ποιοτικές μεθόδους πρόβλεψης, όπως για παράδειγμα με προβλέψεις από ομάδες πωλήσεων και να καταλογισθούν αντίστοιχα μεγαλύτερα βάρη στην ποιοτική πρόβλεψη σε περιπτώσεις αστάθειας της αγοράς που ενδεχομένως να γνωρίζουν οι πωλητές. Συχνά, οι συνδυαστικές προβλέψεις έχουν μικρότερο σφάλμα στην πάροδο του χρόνου σε σύγκριση με μεμονωμένες τεχνικές πρόβλεψης. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Μια ακόμα εφαρμογή πολλαπλών μεθόδων είναι η εστιασμένη πρόβλεψη (FocusForecasting), η οποία στην ουσία επιλέγει την καλύτερη πρόβλεψη μεταξύ ενός συνόλου προβλέψεων από διαφορετικές μεθόδους, μετρώντας το σφάλμα της πρόβλεψης. Η συγκεκριμένη εφαρμογή είναι χρήσιμη σε επιχειρήσεις οι οποίες διαχειρίζονται μεγάλο αριθμό ξεχωριστών προϊόντων και δεν είναι εύκολο να εφαρμοστούν οι συνδυαστικές προβλέψεις. Πιο αναλυτικά, κάθε περίοδο οι επιλεγμένες μέθοδοι δημιουργούν προβλέψεις για κάθε ένα προϊόν ξεχωριστά, στη συνέχεια όταν γνωστοποιηθεί η πραγματική ζήτηση υπολογίζεται το σφάλμα της πρόβλεψης για κάθε ένα από τα προϊόντα και η μέθοδος με το μικρότερο σφάλμα επιλέγεται για να δημιουργήσει την πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο. Η επιλεγμένη μέθοδος πρόβλεψης για κάθε προϊόν ξεχωριστά μπορεί να αλλάξει από περίοδο σε περίοδο, αναλόγως με το σφάλμα που προέκυψε στην τελευταία περίοδο. (Krajewski, Ritzman, & Manoj, 2013)

Στη διεθνή βιβλιογραφία έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες οι οποίες αποδεικνύουν τη μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα των συνδυαστικών μεθόδων πρόβλεψης. Μια από τις μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, αφορά τη φαρμακευτική βιομηχανία και εξετάζει τη μελλοντική ζήτηση με υβριδικά μοντέλα πρόβλεψης για μεγαλύτερη ακρίβεια. Όπως αναφέρεται, η ανάγκη για εφαρμογή νέων μεθόδων με σκοπό την αποδοτικότερη λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας μέσω των προβλέψεων, είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τη δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος για μια επιχείρηση.

Η μελέτη του R. Siddiquietal. (2021) παρουσιάζει ένα μοντέλο πρόβλεψης ζήτησης, όπου συνδυάζει αλγόριθμους πρόβλεψης που μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερη ακρίβεια και καλύτερη προσαρμογή στο φαρμακευτικό κλάδο με πολλά υποσχόμενα αποτελέσματα (CombinationForecasts). Το υβριδικό μοντέλο πρόβλεψης ARIMA-HWhybrid 1 (ARHOW), συνδυάζει τη μέθοδο ARIMA (AutoregressiveIntegratedMovingAverage) και το μοντέλο Holt–Winters. Τα αποτελέσματα της μελέτης δείχνουν ότι η μέθοδος ARHOW μπορεί να υιοθετηθεί και από άλλες φαρμακευτικές εταιρίες, διότι αποδίδει καλύτερες προβλέψεις σε σύγκριση με άλλες, ευρέως χρησιμοποιούμενες μεθόδους πρόβλεψης. Η επιλογή των δύο αυτών μεθόδων έχει γίνει διότι η μέθοδος ARIMA δίνει πιο ακριβείς προβλέψεις για εβδομαδιαίες και μηνιαίες χρονοσειρές και η μέθοδος Holt–Winters δίνει πιο ακριβείς προβλέψεις όταν εφαρμόζεται σε ημερήσιες χρονοσειρές. Όταν εντοπίζεται εποχικότητα στα δεδομένα, τότε ο συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων μετριάξει την αστάθεια των δεδομένων. (Siddiqui, Azmat, Ahmed, & Kummer, 2021)

Η μέθοδος ARHOW προκύπτει από τη μέθοδο πρόβλεψης ARIMA και τη μέθοδο Holt–Winters αφού πρώτα πραγματοποιηθεί η πρόβλεψη από την κάθε μια μέθοδο ξεχωριστά, στη συνέχεια μετριέται το σφάλμα για τα ιστορικά δεδομένα σε κάθε μια από τις δύο μεθόδους πρόβλεψης και τέλος συνδυάζονται με το την εξίσωση $ARHOW = \beta_0 * ARIMA Forecast + \beta_1 * Holt's Winter Forecast$

- Όπου ARHOW είναι οι συνδυασμένες μέθοδοι
- β_0 είναι το βάρος που δίνεται στη μέθοδο ARIMA
- β_1 είναι το βάρος που δίνεται στη μέθοδο Holt–Winters

Το βάρος που θα οριστεί σε κάθε μια από τις δύο μεθόδους μπορεί να προκύψει από τα ιστορικά δεδομένα μέσω των σφαλμάτων που παρατηρούνται διαχρονικά για κάθε

μέθοδο, εάν δηλαδή η μέθοδος Holt–Winters παρουσιάζει μεγαλύτερο σφάλμα θα της οριστεί μικρότερο βάρος στην εξίσωση, ωστόσο η συγκεκριμένη τιμή των β_0 και β_1 είναι στην κρίση του ερευνητή και θα πρέπει $\beta_0 + \beta_1 = 1$. (Siddiqui, Azmat, Ahmed, & Kummer, 2021)

Ημελέτη του Amalnick et al. ερευνά την αύξηση της ακρίβειας των μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης στη φαρμακευτική βιομηχανία που θυμίζει την εστιασμένη πρόβλεψη (Focus Forecasting), μέσω ενός αλγορίθμου πέντε βημάτων που βασίζεται στην εξόρυξη δεδομένων και μεθόδους νευρωνικών δικτύων. Τα πέντε βήματα του αλγορίθμου αποτελούνται από τη συλλογή δεδομένων, την προετοιμασία των δεδομένων, το διαχωρισμό των δεδομένων, την εφαρμογή των μοντέλων πρόβλεψης και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων. Η διαδικασία τελειώνει με την επιλογή του καλύτερου μοντέλου συγκρίνοντας τα ιστορικά δεδομένα και με την εφαρμογή του για την επόμενη περίοδο πρόβλεψης. (Amalnick, Habibifar, Hamid, & Bastan, 2019)

Η ανάγκη για ακριβέστερες μεθόδους σε όλους τους κλάδους και ειδικότερα στη φαρμακευτική βιομηχανία, έχει οδηγήσει τους ερευνητές στην αναζήτηση της μεθόδου με το ελάχιστο δυνατό σφάλμα μέσα από διάφορες τεχνικές και διαδικασίες. Ο λόγος που η φαρμακευτική βιομηχανία αποτελεί έναν ιδιαίτερο κλάδο, όπου η ανάγκη για ακριβέστερες προβλέψεις είναι μεγαλύτερη, είναι διότι η αστοχία στην πρόβλεψη της ζήτησης των φαρμάκων μπορεί να δημιουργήσει μεγάλα προβλήματα στη δημόσια υγεία. (Siddiqui, Azmat, Ahmed, & Kummer, 2021)

2.9.1. Σύνοψη των μεθόδων πρόβλεψης

Στον πίνακα 2.9-1 παρουσιάζονται συνοπτικά οι μέθοδοι πρόβλεψης που αναφέρθηκαν στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ	Υποκειμενικές τεχνικές πρόβλεψης βασισμένες στις εκτιμήσεις ειδικών, στελεχών, πωλητών κ.α.
Εκτιμήσεις πωλητών	Οι μεμονωμένες προβλέψεις των πωλητών μπορούν να συνδυαστούν και να ληφθούν εκτιμήσεις για τη μελλοντική ζήτηση των προϊόντων

<p>Έρευνα αγοράς</p>	<p>Η έρευνα αγοράς είναι μια συστηματική προσέγγιση η οποία προσδιορίζει το εξωτερικό ενδιαφέρον των καταναλωτών για μια υπηρεσία ή ένα προϊόν μέσω ερευνών συλλογής δεδομένων.</p>
<p>Συμβούλιο στελεχών</p>	<p>Πραγματοποιούνται προβλέψεις μέσω των υποκειμενικών εκτιμήσεων μιας ομάδας εστίασης, όπως τα στελέχη μιας επιχείρησης τα οποία προέρχονται από τα βασικά τμήματα της επιχείρησης, στην οποία όλοι μπορούν να μιλήσουν ελεύθερα και ανοιχτά για το θέμα υπό διερεύνηση.</p>
<p>Μέθοδος των Δελφών</p>	<p>Σε μια ομάδα ειδικών αποστέλλονται ερωτηματολόγια, τα οποία αναλύονται, συνοψίζονται και επιστρέφονται ανώνυμα σε όλους τους συμμετέχοντες με σκοπό να επανεξετάσουν την αρχική τους απάντηση. Οι ειδικοί αφού επανεξετάσουν την αρχική τους απάντηση, αυτή τη φορά γνωρίζοντας τις απαντήσεις των υπολοίπων, επαναπροωθούν τις απαντήσεις τους είτε ίδιες είτε παραλλαγμένες. Αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου υπάρξει μια ομόφωνη γνώμη</p>
<p>Σχεδιασμός Σεναρίων</p>	<p>Αρχικά ζητείται από τα μέλη του συμβουλίου να επινοήσουν μια σειρά από πιθανά κατά τη γνώμη τους μελλοντικά σενάρια, στη συνέχεια κάθε ένα σενάριο μπορεί να συζητηθεί από το συμβούλιο.</p>
<p>ΠΟΣΟΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ</p>	<p>Οι ποσοτικές μέθοδοι προβλέψεων χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν τα κατάλληλα ιστορικά δεδομένα. Τα ιστορικά δεδομένα πρέπει να έχουν τη μορφή αριθμητικών δεδομένων.</p>

Αφελής πρόβλεψη	Είναι το απλούστερο μοντέλο ποσοτικής πρόβλεψης, το οποίο λαμβάνει ως πρόβλεψη για την επόμενη περίοδο την τιμή της ζήτησης της τρέχουσας περιόδου.
Κινητός μέσος	Η πρόβλεψη προκύπτει από τον υπολογισμό της μέσης ζήτησης για ένα εύρος παρατηρήσεων της πιο πρόσφατης χρονικής περιόδου.
Σταθμικός κινητός μέσος	Η πρόβλεψη προκύπτει από τον υπολογισμό της μέσης ζήτησης για ένα εύρος παρατηρήσεων, όπου για τις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις καταλογίζεται μεγαλύτερη βαρύτητα.
Εκθετική εξομάλυνση	Η μέθοδος αυτή δίνει μεγαλύτερη βαρύτητα στις πιο πρόσφατες τιμές της ζήτησης και η βαρύτητα μειώνεται εκθετικά για τα παλαιότερα δεδομένα. Επίσης χρησιμοποιείται ένας συντελεστής εξομάλυνσης (α), όπου οι μεγάλες τιμές του συντελεστή ενσωματώνουν πιο γρήγορα το σφάλμα της πρόβλεψης, αντιθέτως οι μικρές τιμές ενσωματώνουν πιο αργά το σφάλμα της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου.
Μέθοδος Holt	Η μέθοδος Holt αποτελεί μια εξελιγμένη μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που υπάρχει τάση στις παρατηρήσεις, καθώς προσαρμόζει την τάση στην πρόβλεψη, μέσω της παραμέτρου (β) η οποία εξομαλύνει την τάση
Μέθοδος Holt-Winters	Η μέθοδος Holt-Winters αποτελεί μέθοδο εκθετικής εξομάλυνσης που προσαρμόζεται στην τάση και στην εποχικότητα. Επιπρόσθετα από την μέθοδο Holt, στην μέθοδο Holt-Winters υπολογίζεται και η παράμετρος (γ) η οποία

	εξομαλύνει την εποχικότητα.
Γραμμική παλινδρόμηση	Η ανάλυση παλινδρόμησης διερευνά τη συμπεριφορά οικονομικών φαινομένων όπου εμπλέκονται περισσότερες από μια μεταβλητές. Η απλή γραμμική παλινδρόμηση αποτελεί ένα μοντέλο συσχέτισης που διερευνά τα ιστορικά δεδομένα μιας εξαρτημένης και μιας ανεξάρτητης μεταβλητής. Η πολλαπλή παλινδρόμηση διερευνά τη συσχέτιση μιας εξαρτημένης μεταβλητής με περισσότερες από μια ανεξάρτητες μεταβλητές.
ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΝΕΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	Η πρόβλεψη των νέων προϊόντων μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω ποιοτικών προβλέψεων, από παρόμοια προϊόντα που κυκλοφορούν ήδη στην αγορά και μέσω της γνώμης των πελατών. Για την πραγματοποίηση πρόβλεψης για ένα νέο προϊόν μπορεί να χρησιμοποιηθούν είτε μια από τις παραπάνω πηγές δεδομένων ή συνδυαστικά.
ΣΥΝΔΥΑΣΤΙΚΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	Είναι ο συνδυασμός των ποσοτικών προβλέψεων με τις ποιοτικές προβλέψεις.
ΕΣΤΙΑΣΜΕΝΕΣ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ	Σε κάθε περίοδο δημιουργούνται προβλέψεις από ποσοτικές μεθόδους για κάθε ένα προϊόν ξεχωριστά, στην συνέχεια όταν γνωστοποιηθεί η πραγματική ζήτηση υπολογίζεται το σφάλμα της πρόβλεψης για κάθε ένα από τα προϊόντα και η μέθοδος με το μικρότερο σφάλμα επιλέγεται για την πρόβλεψη της επόμενης περιόδου

Πίνακας 2.9-1 Σύνοψη μεθόδων πρόβλεψης

2.10. ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΣΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΡΟΒΛΕΨΗΣ

Η μεγαλύτερη πρόκληση των προβλέψεων είναι να πραγματοποιηθούν με τη μικρότερη δυνατή απόκλιση από την πραγματική ζήτηση. Η συγκεκριμένη πρόκληση αποτελεί αντικείμενο έρευνας για πολλά στελέχη και ερευνητές σε όλο τον κόσμο, ούτως ώστε να βρεθεί ένα μοντέλο πρόβλεψης με τη μεγαλύτερη ακρίβεια, είτε μέσω μεμονωμένων μεθόδων είτε συνδυαστικά.

Έχει δοθεί μεγάλη έμφαση στις συνδυαστικές προβλέψεις, καθώς φαίνεται να αποδίδουν καλύτερα. Ο κύριος Μακρινδάκης σε ένα από τα άρθρα του διερεύνησε τους λόγους για τους οποίους ο συνδυασμός των προβλέψεων λειτουργεί καλύτερα, διευκρίνισε τις επιπτώσεις που προκύπτουν και πρότεινε κατευθύνσεις για τη βελτίωση των προβλέψεων, αξιοποιώντας τους λόγους που συμβάλουν στην καλύτερη λειτουργία των συνδυαστικών προβλέψεων. (Makridakis, 1989)

Σύμφωνα με το άρθρο, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι οι συνδυαστικές προβλέψεις βελτιώνουν την ακρίβεια της πρόβλεψης. Αυτό το εμπειρικό συμπέρασμα ισχύει για το συνδυασμό ποσοτικών μοντέλων πρόβλεψης, των ποιοτικών μοντέλων πρόβλεψης και όταν συνδυάζονται οι ποσοτικές με τις ποιοτικές προβλέψεις, μειώνοντας σημαντικά τα σφάλματα κατά την πρόβλεψη. Ωστόσο, η χρήση συνδυαστικών προβλέψεων οδηγεί στην παραδοχή ότι ο ερευνητής δεν θα είναι σε θέση να δημιουργήσει ένα σωστά καθορισμένο συνδυαστικό μοντέλο, λόγω του ότι η προσπάθεια δημιουργίας όλο και πιο περίπλοκων συνδυαστικών μοντέλων φαίνεται να χειροτερεύει τα αποτελέσματα, διότι οι πιο περίπλοκοι συνδυασμοί δεν αποδίδουν τόσο καλά. (Makridakis, 1989)

Ο λόγος που οι συνδυαστικές προβλέψεις λειτουργούν καλύτερα σε σύγκριση με τις μεμονωμένες μεθόδους, είναι διότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη διαδικασία και να μειωθεί η ακρίβεια των μεμονωμένων μεθόδων πρόβλεψης αυξάνοντας έτσι το σφάλμα της πρόβλεψης, ενώ άλλες μέθοδοι στις συγκεκριμένες περιπτώσεις θα απέδιδαν καλύτερες προβλέψεις. Όταν λοιπόν οι μέθοδοι συνδυαστούν, ο μέσος όρος που προκύπτει από το συνδυασμό θα έχει μικρότερο σφάλμα συγκριτικά με την πρώτη μέθοδο μεμονωμένα. Οι παρακάτω παράγοντες συμβάλλουν στο γεγονός ότι ο συνδυασμός προβλέψεων αποδίδει μεγαλύτερη ακρίβεια στην τελική πρόβλεψη σε σχέση με τις μεμονωμένες μεθόδους:

- Σε κάποιες περιπτώσεις μπορεί να υπολογίζεται η λάθος μεταβλητή. Στα πλαίσια των προβλέψεων ζήτησης, τα δεδομένα της ζήτησης είναι σπάνια και σχεδόν ποτέ δεν είναι διαθέσιμα. Για αυτό το λόγο αντί να υπολογίζεται η ζήτηση, λαμβάνονται υπόψη μεταβλητές όπως οι παραγγελίες, η παραγωγή, οι πωλήσεις ή οι χρεώσεις που έχουν γίνει σε πελάτες. Ωστόσο, οι παραπάνω μεταβλητές δεν αντικατοπτρίζουν την πραγματική ζήτηση και κατ' επέκταση μειώνουν την ακρίβεια των προβλέψεων.
- Σχεδόν πάντα υπάρχουν σφάλματα στη μέτρηση των μεταβλητών, το μέγεθος των οποίων μπορεί να είναι αρκετά σημαντικό, για παράδειγμα εάν υπάρχει απόκλιση 10-15% στην μέτρηση των μεταβλητών, επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό η ακρίβεια της πρόβλεψης. Τα σφάλματα στην μέτρηση μπορεί να οφείλονται σε λογιστικές αλλαγές, στον τρόπο όπου τα δεδομένα αποθηκεύονται, στην επεξεργασία δεδομένων κ.α.
- Οι μεταβολές των συνθηκών είναι ακόμα ένας παράγοντας που μπορεί μειώσει την ακρίβεια των μεμονωμένων μεθόδων. Οι μέθοδοι πρόβλεψης βασίζονται στο γεγονός ότι τα μοτίβα δεν μεταβάλλονται, για παράδειγμα εάν υπάρχει αυξητική τάση στη ζήτηση, αυτή δεν θα μεταβληθεί από διάφορους παράγοντες στο πέρασμα του χρόνου. Ωστόσο, κάτι τέτοιο συμβαίνει πολύ σπάνια, ειδικά στο σύγχρονο και ταχέως μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον. (Makridakis, 1989)

Λόγω αυτών των παραγόντων, ο συνδυασμός των μεθόδων σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να βελτιώσει την ακρίβεια της πρόβλεψης. Επίσης, μια ακόμα διάσταση που η βελτίωση της αποτελεί πρόκληση, είναι η διαδικασία του συνδυασμού των μεθόδων. Ο συνδυασμός μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με απλό μέσο όρο των διαφόρων μεθόδων που χρησιμοποιούνται, είτε καταλογίζοντας βάρη. Αρχικά, η βελτίωση της ακρίβειας του συνδυασμού μπορεί να επιτευχθεί μέσω της επιλογής των κατάλληλων μεθόδων. Η επιλογή αυτή γίνεται εμπειρικά, καθώς υπάρχουν μέθοδοι που δουλεύουν καλύτερα σε συγκεκριμένες συνθήκες, οι οποίες μπορούν να αναγνωριστούν από τον ερευνητή και να γίνει η καταλληλότερη επιλογή ποιοτικών και ποσοτικών μεθόδων πρόβλεψης. (Makridakis, 1989)

Επίσης, έχει πραγματοποιηθεί πολύ μεγάλος αριθμός μελετών που σχετίζονται με την ακρίβεια των διαφόρων μεθόδων πρόβλεψης, η επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου μπορεί να γίνει βιβλιογραφικά, βασιζόμενη στα αποτελέσματα των μελετών σχετικά

με τις μεθόδους που παρέχουν τη μεγαλύτερη ακρίβεια. Εκτός από την επιλογή των μεθόδων που θα χρησιμοποιηθούν, η υποκειμενική εκτίμηση του ερευνητή μπορεί να εφαρμοστεί στον καταλογισμό βαρών μεταξύ των μεθόδων που χρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, εάν ο ερευνητής εκτιμήσει ότι λόγω συγκυριών, η ανοδική ή καθοδική τάση θα επιβραδυνθεί για το επόμενο χρονικό διάστημα, είναι χρήσιμο να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα σε μια μέθοδο όπως η απλή εκθετική εξομάλυνση. Αντιθέτως, εάν ο ερευνητής εκτιμήσει ότι το επόμενο διάστημα η τάση θα συνεχιστεί, τότε το συνδυαστικό μοντέλο θα αποδώσει καλύτερα δίνοντας μεγαλύτερη βαρύτητα σε μεθόδους όπως η γραμμική παλινδρόμηση. Με αυτόν τον τρόπο, βρίσκοντας τις καταλληλότερες μεθόδους για να συνδυαστούν, καθώς επίσης και με την υποκειμενική εκτίμηση των συγκυριών του επόμενου χρονικού διαστήματος, οι συνδυαστικές προβλέψεις ενδεχομένως να δώσουν πιο ακριβείς προβλέψεις σε σχέση με τα μεμονωμένα μοντέλα πρόβλεψης. (Makridakis, 1989)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1. ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΟΙΧΕΙΩΝ ΠΩΛΗΣΕΩΝ

Αρχικά είναι χρήσιμο να διευκρινιστούν τα μοτίβα ζήτησης που σημειώνονται για τα υπό διερεύνηση φάρμακα της εταιρίας, σύμφωνα με τα διαθέσιμα δεδομένα. Τα δευτερογενή δεδομένα της επιχείρησης τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση, είναι οι πραγματικές πωλήσεις σε φαρμακαποθήκες που σημειώθηκαν για τα έτη 2017 έως 2021. Παρακάτω, θα παρουσιαστούν σε γραφήματα, ετήσια και αναλυτικά για όλους τους μήνες του χρόνου οι πωλήσεις τριών εκ των φαρμάκων της εταιρίας για την ευκολότερη ανάγνωση των μοτίβων ζήτησης. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα φάρμακα τα οποία βρίσκονται στη θετική λίστα φαρμάκων του ΕΟΦ, είναι όσα φάρμακα συνταγογραφούνται και αποζημιώνονται από την κοινωνική ασφάλιση είτε με μειωμένη ή με μηδενική συμμετοχή του ασφαλισμένου. Για τα φάρμακα δεν θα γίνει αναφορά στην εμπορική τους ονομασία αλλά θα γίνει μια περιγραφή των βασικών χαρακτηριστικών τους. Τα δεδομένα των φαρμάκων που θα αναλυθούν παρακάτω, θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης στη συνέχεια της διπλωματικής εργασίας. Η ανάλυση των μοτίβων είναι χρήσιμη για την επιλογή της καταλληλότερης μεθόδου πρόβλεψης, ούτως ώστε να περιοριστεί το πιθανό σφάλμα στην πρόβλεψη.

3.2. ΑΝΑΛΥΣΗ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 1»

Το πρώτο φάρμακο που θα διερευνηθεί είναι στη θετική λίστα φαρμάκων του ΕΟΦ και απευθύνεται σε ένα μεγάλο εύρος περιστατικών. Δεν απευθύνεται σε χρόνιες παθήσεις αλλά σε “ευκαιριακά” περιστατικά και η ποσότητα της συσκευασίας συνήθως είναι αρκετή για την κάλυψη της θεραπείας. Η συνταγογράφηση του συγκεκριμένου φαρμάκου μπορεί να γίνει από διάφορες ειδικότητες όπως Γενικούς Χειρουργούς, Γυναικολόγους, Δερματολόγους κ.α. Στον πίνακα 3.2-1 αναγράφονται οι πραγματικές πωλήσεις του «Φαρμάκου 1» που σημειώθηκαν σε όλη την Ελλάδα για κάθε μήνα, καθώς και το σύνολο των πωλήσεων για κάθε έτος.

Φάρμακο 1	2017	2018	2019	2020	2021
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	3562	6571	1146	10285	11801
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	4509	6823	9339	11288	13300
ΜΑΡΤΙΟΣ	5608	8907	4638	13192	14629
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	4740	6174	27531	4969	16589
ΜΑΙΟΣ	5478	8827	8690	11837	12707
ΙΟΥΝΙΟΣ	7830	9785	7744	12345	16307
ΙΟΥΛΙΟΣ	8287	14235	15480	18860	20993
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	6014	9000	10410	11601	15983
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	6553	8540	9726	13381	15146
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	6470	7448	11344	12202	13118
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	5458	10322	10579	11830	13433
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	6004	8701	12187	12182	16119
ΣΥΝΟΛΟ	70513	105333	128814	143972	180125

Πίνακας 3.2-1 Πραγματικές μηνιαίες Πωλήσεις «Φαρμάκου 1»

Παρακάτω δίνονται τα περιγραφικά στοιχεία του «Φαρμάκου 1», σύμφωνα με τα δεδομένα των πραγματικών πωλήσεων. Τα περιγραφικά στοιχεία που θα διερευνηθούν είναι η μέση τιμή και η τυπική απόκλιση των δεδομένων για κάθε έτος.

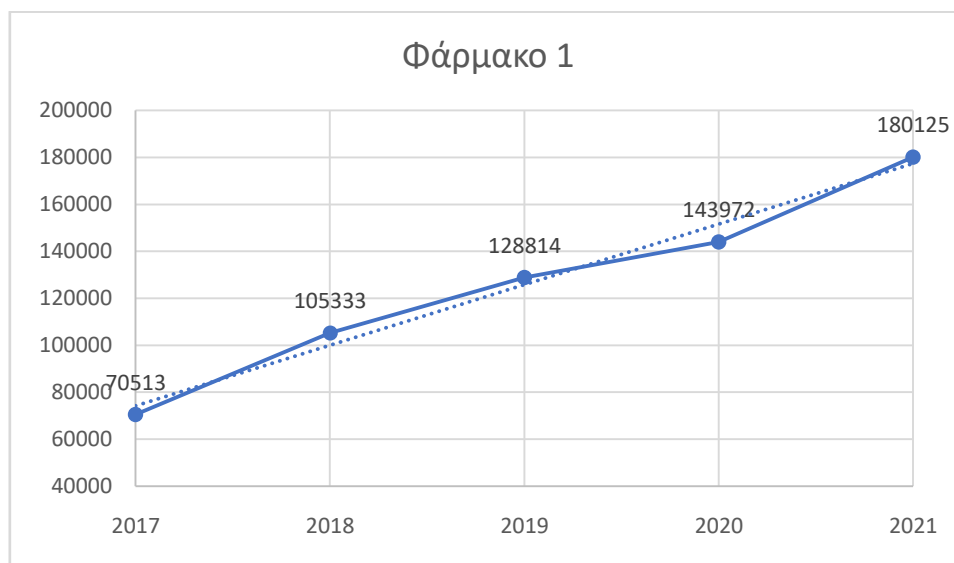
Φάρμακο 1	Μέση Τιμή (μ.τ.)	Τυπική Απόκλιση (S)
2017	5876,08	1327,90
2018	8777,75	2143,71
2019	10734,50	6413,39
2020	11997,67	3070,07
2021	15010,42	2466,21

Πίνακας 3.2-2 Μέση τιμή και Τυπική Απόκλιση «Φαρμάκου 1»

Όπως προκύπτει από τα περιγραφικά στοιχεία του «Φαρμάκου 1» η μέση τιμή των πραγματικών πωλήσεων για το έτος 2017 ήταν 5876,08 τεμάχια με τυπική απόκλιση 1327,90, για το έτος 2018 ήταν 8777,75 τεμάχια (S=2143,71) για το έτος 2019 ήταν 10734,50 τεμάχια (S=6413,39), για το έτος 2020 ήταν 11997,67 τεμάχια (S=3070,07) και για το έτος 2021 ήταν 15010,42 (S=2466,21). Σύμφωνα με τη μέση τιμή του «Φαρμάκου 1» υπάρχει αυξητική τάση στις πωλήσεις κατά την πάροδο των ετών, καθώς δε παραμένει σταθερή αλλά αυξάνεται σταδιακά κάθε έτος και η συστηματική αύξηση της μέσης τιμής της χρονοσειράς αποτελεί ένδειξη τάσης. Επίσης

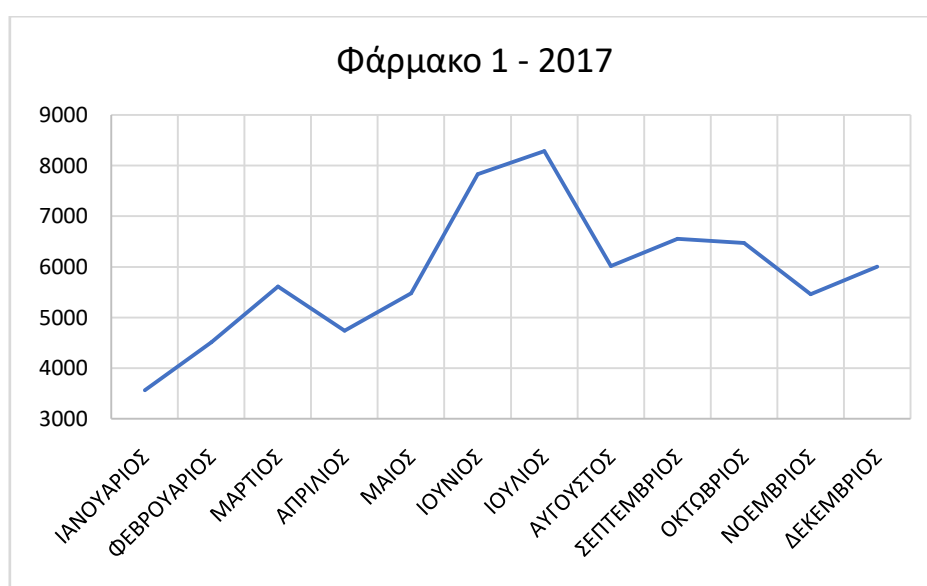
παρατηρείται ύπαρξη μεγάλης τυπικής απόκλισης, ειδικά για το έτος 2019. Η μεγάλη τυπική απόκλιση είναι ένδειξη μεταβολών, όπως εποχικότητας η οποία θα παρατηρηθεί μέσω γραφημάτων που παρουσιάζουν τις μηνιαίες πωλήσεις κάθε έτους.

Στο γράφημα 3.2-1 παρουσιάζονται οι συνολικές ετήσιες πωλήσεις και η γραμμή τάσης της πορείας των πωλήσεων και όπως είναι φανερό, η τάση για το «Φάρμακο 1» είναι αυξανόμενη σε όλα τα έτη. Συγκεκριμένα, η συνολική ανάπτυξη των πωλήσεων που σημείωσε το «Φαρμάκου 1» από το 2017 έως το έτος 2021 είναι 155,45%.



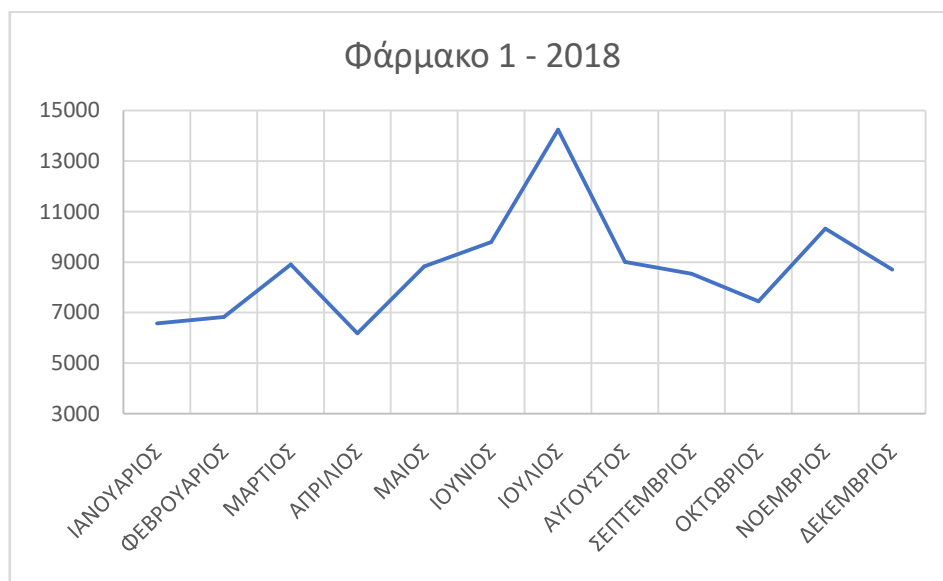
Γράφημα 3.2-1 Ετήσιες πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 1» και γραμμή τάσης

Πιο αναλυτικά, στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζεται η πορεία των πραγματικών πωλήσεων του «Φαρμάκου 1» για όλους τους μήνες του χρόνου.



Γράφημα 3.2-2 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2017 για το «Φάρμακο 1»

Οι χαμηλότερες πωλήσεις για το «Φάρμακο 1» το έτος 2017, σημειώθηκαν τον Ιανουάριο με 3.562 τεμάχια και οι υψηλότερες τον Ιούλιο με 8.287 τεμάχια σε όλη την Ελλάδα.



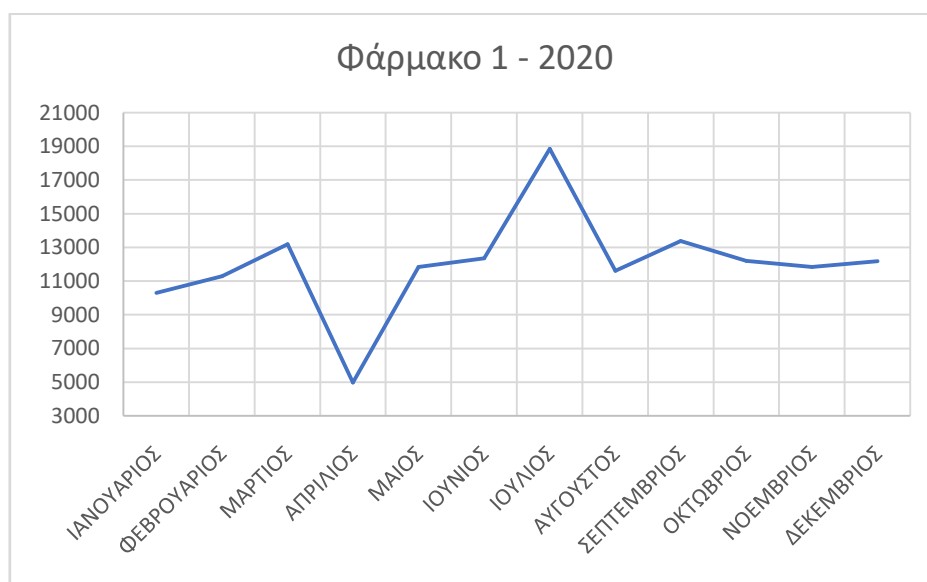
Γράφημα 3.2-3 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2018 για το «Φάρμακο 1»

Το 2018 όπως και το 2017 σημειώθηκαν οι υψηλότερες πωλήσεις τον Ιούλιο με 14.235 τεμάχια και οι χαμηλότερες ήταν τον Απρίλιο με 6.174 τεμάχια σε όλη την Ελλάδα. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2017 και του 2018 ήταν +49,38%, η οποία είναι και η μεγαλύτερη ποσοστιαία ανάπτυξη των πωλήσεων του «Φαρμάκου 1» για τα έτη τα οποία διερευνώνται.



Γράφημα 3.2-4 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2019 για το «Φάρμακο 1»

Το έτος 2019 αποτελεί εξαίρεση στο μοτίβο της εποχικότητας, καθώς από το μήνα Ιανουάριο μέχρι και το μήνα Απρίλιο η εταιρία είχε σημειώσει έλλειψη του φαρμάκου στην αγορά και δεν υπήρχε η δυνατότητα να ανταπεξέλθει στη ζήτηση. Η έλλειψη που προκλήθηκε, οφείλεται στην αδυναμία προμήθειας μίας εκ των δυο βασικών δραστικών ουσιών του φαρμάκου, η οποία δεν ήταν εφικτό να αντικατασταθεί με άλλη δραστική ουσία για να παραχθεί το φάρμακο. Όταν η έλλειψη αποκαταστάθηκε, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 3.2-4, οι πωλήσεις για το μήνα Απρίλιο ήταν οι υψηλότερες του χρόνου με 27.531 τεμάχια, για να καλυφθεί μέρος της ανεκπλήρωτης ζήτησης που είχε συσσωρευτεί λόγω της έλλειψης. Ωστόσο, παρατηρείται και το 2019 αυξημένη ζήτηση τον Ιούλιο με 15.480 τεμάχια, σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες εκτός του Απριλίου. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2018 και του 2019 ήταν +22,29%.



Γράφημα 3.2-5 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2020 για το «Φάρμακο 1»

Ακόμα μια αξιοσημείωτη μεταβολή στο μοτίβο των πωλήσεων αποτελεί και ο Απρίλιος του 2020, όπου όπως φαίνεται και στο γράφημα 3.2-5, οι πωλήσεις ήταν οι πιο χαμηλές του έτους με 4.969 τεμάχια, λόγω του πρώτου lockdown που εφαρμόστηκε στην Ελλάδα. Για το 2020 οι υψηλότερες πωλήσεις ήταν τον Ιούλιο με 18.860 τεμάχια επιβεβαιώνοντας το μοτίβο εποχικότητας που παρατηρείται ανά τα έτη. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2019 και του 2020 ήταν +11,77% η οποία είναι και η μικρότερη ανάπτυξη που σημειώνεται μεταξύ των ετών.



Γράφημα 3.2-6Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2021 για το «Φάρμακο 1»

Το 2021, επανήλθε μια “κανονικότητα” στο μοτίβο των πωλήσεων, όπου οι χαμηλότερες πωλήσεις σημειώθηκαν το Μάιο με 12.707 τεμάχια και οι υψηλότερες τον Ιούλιο με 20.993 τεμάχια, οι οποίες είναι και οι υψηλότερες μηνιαίες πωλήσεις των πέντε ετών, εκτός του Απριλίου του 2017 όπου καλύφθηκε η ανεκπλήρωτη ζήτηση λόγω της έλλειψης. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2020 και του 2021 ήταν +25,11%.

Η συνολική τάση ανά τα έτη είναι αυξανόμενη, καθώς επίσης παρατηρείται εποχικότητα για τους θερινούς μήνες η οποία ξεκινάει το μήνα Μάιο και κορυφώνεται το μήνα Ιούλιο.

3.3. ΑΝΑΛΥΣΗ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 2»

Το δεύτερο φάρμακο το οποίο θα διερευνηθούν τα μοτίβα που σημειώνουν οι πωλήσεις του, είναι στη θετική λίστα φαρμάκων του ΕΟΦ και ενδείκνυται για μια συγκεκριμένη παθολογική κατάσταση, της οποίας η καταστολή και η αντιμετώπιση προϋποθέτει την χορήγηση του φαρμάκου για περίπου 2 μήνες. Η ποσότητα που περιλαμβάνει ένα τεμάχιο, συνήθως είναι αρκετή για την κάλυψη της θεραπείας αλλά εξαρτάται από το μέγεθος του προβλήματος που αντιμετωπίζουν οι ασθενείς. Η συνταγογράφηση του συγκεκριμένου φαρμάκου μπορεί να γίνει κυρίως από μια ιατρική ειδικότητα.

Στον πίνακα 3.3-1 αναγράφονται οι πραγματικές πωλήσεις του «Φαρμάκου 2» που σημειώθηκαν σε όλη την Ελλάδα για κάθε μήνα, καθώς και το σύνολο των πωλήσεων για κάθε έτος.

Φάρμακο 2	2017	2018	2019	2020	2021
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	2531	2849	2699	3789	5105
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	2278	2653	3099	3428	5107
ΜΑΡΤΙΟΣ	2605	2905	2784	3841	4370
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	2207	2674	2953	1387	5682
ΜΑΙΟΣ	1958	2577	2652	3918	3177
ΙΟΥΝΙΟΣ	1897	1938	2040	3534	3527
ΙΟΥΛΙΟΣ	2005	2790	2830	3847	3437
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	1580	1629	1888	1883	2313
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2530	2729	3198	4222	4045
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	2509	3756	4049	4013	3426
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	1774	2774	3380	4026	3072
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	1847	2490	3669	3766	3648
ΣΥΝΟΛΟ	25721	31764	35241	41654	46909

Πίνακας 3.3-1 Πραγματικές μηνιαίες Πωλήσεις «Φαρμάκου 2»

Παρακάτω δίνονται τα περιγραφικά στοιχεία (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση) του «Φαρμάκου 2», σύμφωνα με τα δεδομένα των πραγματικών πωλήσεων.

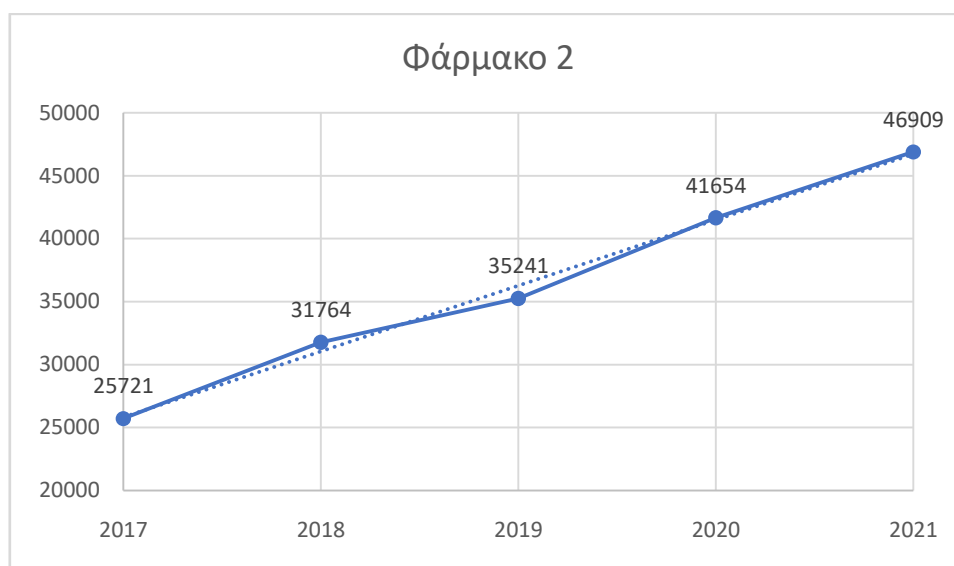
Φάρμακο 2	Μέση Τιμή (μ.τ.)	Τυπική Απόκλιση (S)
2017	2143,42	347,01
2018	2647,00	517,85
2019	2936,75	613,56
2020	3471,17	889,47
2021	3909,08	985,99

Πίνακας 3.3-2 Μέση τιμή και Τυπική Απόκλιση «Φαρμάκου 2»

Όπως προκύπτει από τα περιγραφικά στοιχεία του «Φαρμάκου 2» η μέση τιμή των πραγματικών πωλήσεων για το έτος 2017 ήταν 2143,42 τεμάχια με τυπική απόκλιση 347,01, για το έτος 2018 ήταν 2647,00 τεμάχια (S=517,85) για το έτος 2019 ήταν 2936,75 τεμάχια (S=613,56), για το έτος 2020 ήταν 3471,17 τεμάχια (S=889,47) και για το έτος 2021 ήταν 3909,08 (S=985,99)

Όπως και στο «Φάρμακο 1» παρατηρείται και στο «Φάρμακο 2» αυξητική τάση στις πωλήσεις κατά την πάροδο των ετών. Επίσης παρατηρείται ύπαρξη μεγάλης τυπικής απόκλισης η οποία είναι μεγαλύτερη όσο αυξάνεται η μέση τιμή. Σύμφωνα με την τυπική απόκλιση υπάρχουν ενδείξεις εποχικότητας και για το «Φάρμακο 2».

Στο γράφημα 3.3-1 παρουσιάζονται οι συνολικές ετήσιες πωλήσεις, η γραμμή τάσης της πορείας των πωλήσεων και όπως παρατηρείται η τάση για το «Φάρμακο 2» είναι και αυτή αυξανόμενη. Η συνολική ανάπτυξη των πωλήσεων που σημείωσε το «Φάρμακο 2» από το έτος 2017 μέχρι το έτος 2021 είναι 82,38%.



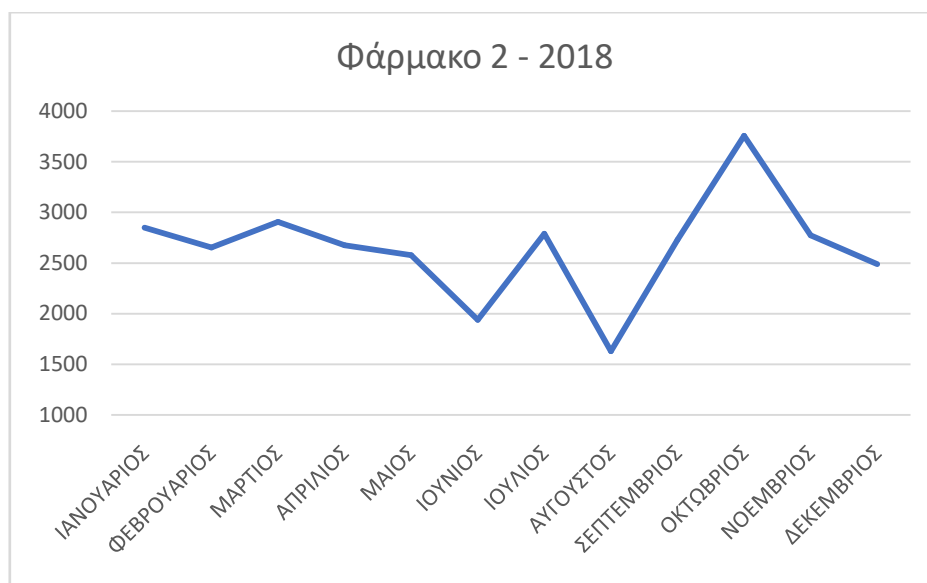
Γράφημα 3.3-1 Ετήσιες πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 2» και γραμμή τάσης

Πιο αναλυτικά, στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζονται οι πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 2» για όλους τους μήνες του χρόνου.



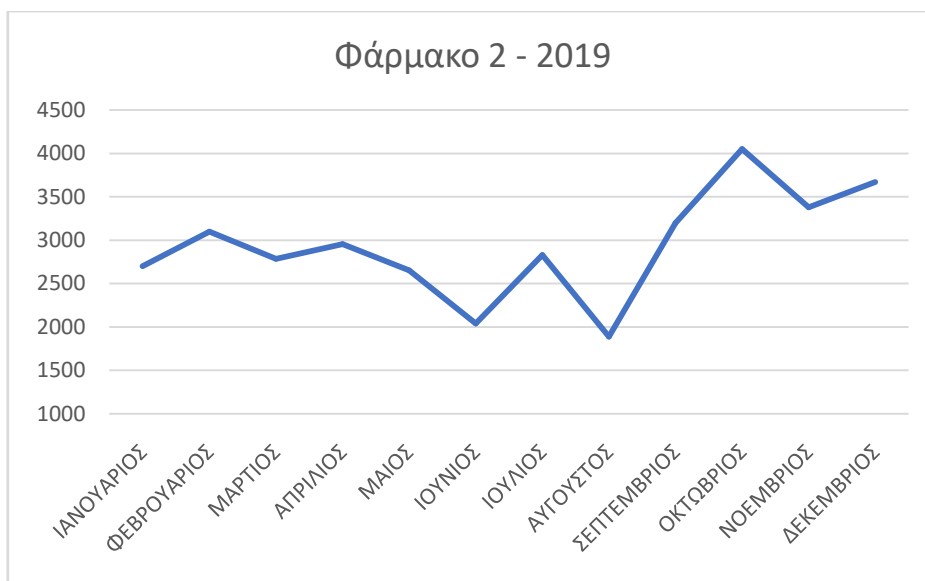
Γράφημα 3.3-2Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2017 για το «Φάρμακο 2»

Οι χαμηλότερες πωλήσεις για το «Φάρμακο 2» το έτος 2017, σημειώθηκαν τον Αύγουστο με 1.580 τεμάχια και οι υψηλότερες τον Μάρτιο με 2.605 τεμάχια σε όλη την Ελλάδα.



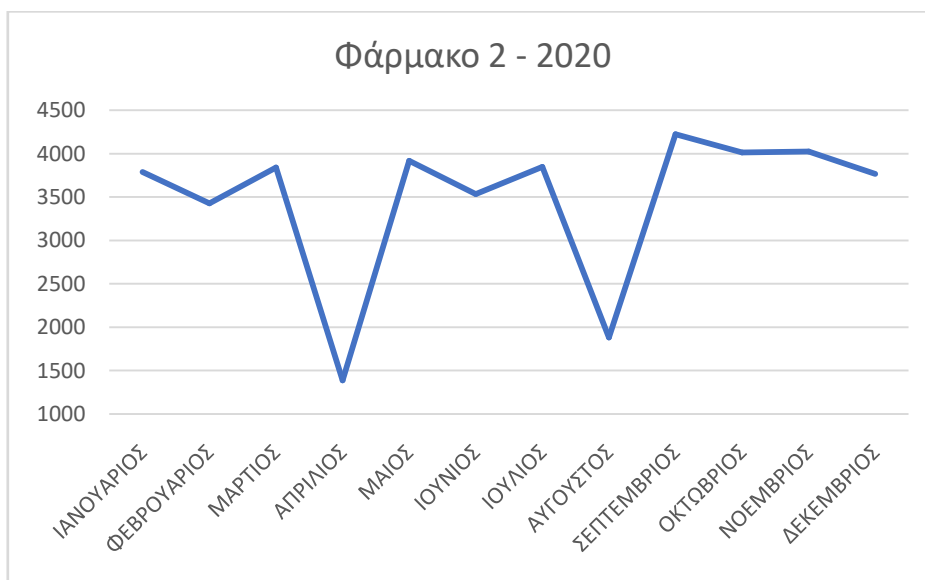
Γράφημα 3.3-3Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2018 για το «Φάρμακο 2»

Το 2018 οι χαμηλότερες πωλήσεις ήταν και πάλι τον Αύγουστο με 1.629 τεμάχια και οι υψηλότερες τον Οκτώβριο με 3.756 τεμάχια. Εκτός της μείωσης των πωλήσεων τον Αύγουστο, δεν παρατηρείται κάποια εποχικότητα για το «Φάρμακο 2». Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2017 και του 2018 ήταν +23,49%, η οποία είναι και η μεγαλύτερη ποσοστιαία ανάπτυξη των πωλήσεων του «Φαρμάκου 2» για τα έτη τα οποία διερευνώνται.



Γράφημα 3.3-4 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2019 για το «Φάρμακο 2»

Το 2019 οι χαμηλότερες πωλήσεις σημειώθηκαν, όπως και το προηγούμενο έτος, το μήνα Αύγουστο με 1.888 τεμάχια, οι υψηλότερες πωλήσεις ήταν το μήνα Οκτώβριο με 4.049 τεμάχια. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2018 και του 2019 ήταν +10,95%.



Γράφημα 3.3-5 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2020 για το «Φάρμακο 2»

Όπως και στο «Φάρμακο 1» και στο «Φάρμακο 2», οι πωλήσεις τον Απρίλιο του 2020 ήταν οι χαμηλότερες του έτους, με 1387 τεμάχια, λόγω των μέτρων που εφαρμόστηκαν κατά της πανδημίας. Επίσης, όπως και τα προηγούμενα έτη, η ζήτηση ήταν μειωμένη τον Αύγουστο καθώς οι πωλήσεις ήταν 1.883 τεμάχια και οι

υψηλότερες πωλήσεις σημειώθηκαν το Σεπτέμβριο με 4.222 τεμάχια. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2019 και του 2020 ήταν +18,20%.



Γράφημα 3.3-6 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2021 για το «Φάρμακο 2»

Το 2021 οι χαμηλότερες πωλήσεις ήταν και πάλι το μήνα Αύγουστο με 2.313 τεμάχια και οι υψηλότερες ήταν τον Απρίλιο με 5.682 τεμάχια. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2020 και του 2021 ήταν +12,62%. Για το «Φάρμακο 2» δεν παρατηρείται κάποιο συγκεκριμένο μοτίβο εποχικότητας κατά τη διάρκεια του έτους, με εξαίρεση τον Αύγουστο όπου οι πωλήσεις για όλα τα έτη είναι οι χαμηλότερες. Ωστόσο, όπως φαίνεται και στο Γράφημα 3.3-1, οι συνολικές πωλήσεις ανά τα έτη για το «Φάρμακο 2» παρουσιάζουν αυξανόμενη τάση.

3.4. ΑΝΑΛΥΣΗ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 3»

Το τρίτο φάρμακο της εταιρίας που θα διερευνηθεί είναι και αυτό στην θετική λίστα του ΕΟΦ και χορηγείται συνήθως για μεγάλα συνεχόμενα χρονικά διαστήματα έως και 9 μήνες. Η ποσότητα που περιλαμβάνει ένα τεμάχιο είναι αρκετή για να χορηγηθεί για 15 ημέρες, επομένως ένα περιστατικό που θα λάβει το συγκεκριμένο φάρμακο για 9 μήνες θα χρειαστεί 18 τεμάχια για την κάλυψη της θεραπείας. Η συνταγογράφηση του συγκεκριμένου φαρμάκου μπορεί να γίνει κυρίως από μια ιατρική ειδικότητα.

Στον πίνακα 3.4-1 αναγράφονται οι πραγματικές πωλήσεις του «Φαρμάκου 3» που σημειώθηκαν σε όλη την Ελλάδα για κάθε μήνα, καθώς και το σύνολο των πωλήσεων για κάθε έτος.

Φάρμακο 3	2017	2018	2019	2020	2021
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ	3179	4020	3151	4948	4179
ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ	3986	3977	3956	4721	4731
ΜΑΡΤΙΟΣ	4749	4941	4136	5213	5335
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	3834	3355	4827	2070	4910
ΜΑΙΟΣ	3808	4578	3832	2314	3921
ΙΟΥΝΙΟΣ	4334	3856	3691	4072	4452
ΙΟΥΛΙΟΣ	4043	4659	4846	5816	5299
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	2972	3151	2999	3479	3573
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	2622	2395	2372	3854	3264
ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ	4178	3596	4350	4675	3831
ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	3519	3952	3903	5449	5218
ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ	3586	3990	4136	4328	4438
ΣΥΝΟΛΟ	44810	46470	46199	50939	53151

Πίνακας 3.4-1 Πραγματικές μηνιαίες Πωλήσεις «Φαρμάκου 3»

Παρακάτω δίνονται τα περιγραφικά στοιχεία (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση) του «Φαρμάκου 3», σύμφωνα με τα δεδομένα των πραγματικών πωλήσεων.

Φάρμακο 3	Μέση Τιμή (μ.τ.)	Τυπική Απόκλιση (S)
2017	3734,17	599,63
2018	3872,50	697,98
2019	3849,92	725,95
2020	4244,92	1167,60
2021	4429,25	693,58

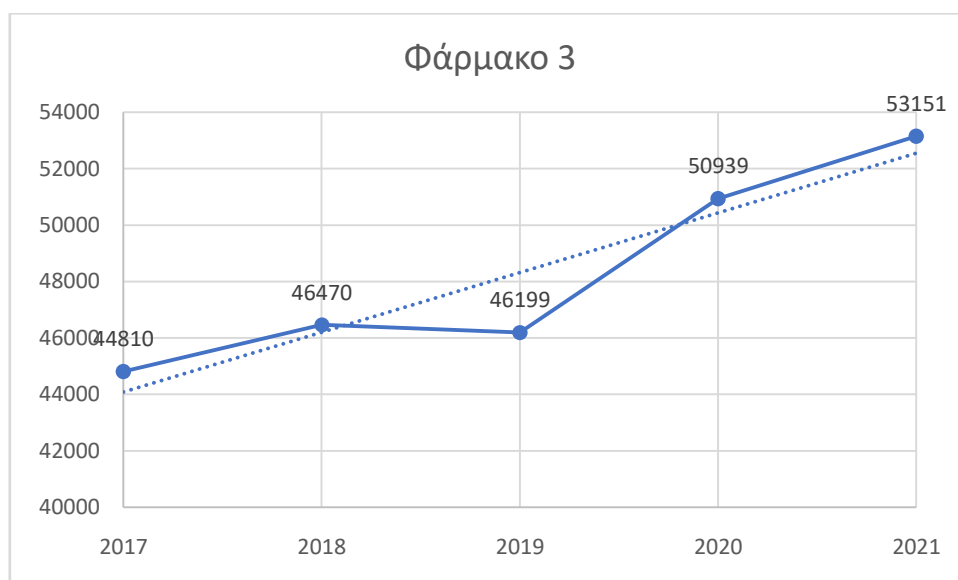
Πίνακας 3.4-2 Μέση τιμή και Τυπική Απόκλιση «Φαρμάκου 3»

Όπως προκύπτει από τα περιγραφικά στοιχεία του «Φαρμάκου 3» η μέση τιμή των πραγματικών πωλήσεων για το έτος 2017 ήταν 3734,17 τεμάχια με τυπική απόκλιση 599,63, για το έτος 2018 ήταν 3872.50 τεμάχια (S=697,87) για το έτος 2019 ήταν

3849,92 τεμάχια (S=725,95), για το έτος 2020 ήταν 4244,92 τεμάχια (S=1167,60) και για το έτος 2021 ήταν 4429,25 (S=693,58)

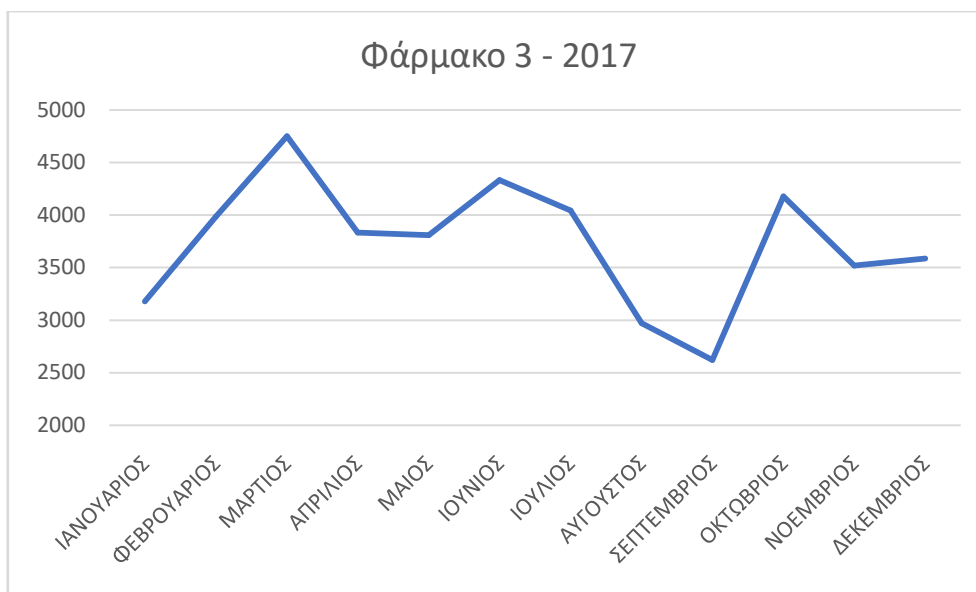
Παρατηρείται και για το «Φάρμακο 3» αυξητική τάση στις πωλήσεις με εξαίρεση το έτος 2019, καθώς επίσης και ενδείξεις εποχικότητας βάση της υψηλής τυπικής απόκλισης.

Στο γράφημα 3.4-1 παρουσιάζονται οι συνολικές ετήσιες πωλήσεις, η γραμμή τάσης της πορείας των πωλήσεων και όπως παρατηρείται η τάση για το «Φάρμακο 3» η οποία είναι αυξανόμενη με εξαίρεση μια μικρή πτώση το 2019. Η συνολική ανάπτυξη των πωλήσεων που σημείωσε το «Φάρμακο 3» από το έτος 2017 μέχρι το έτος 2021 είναι 18,61%.



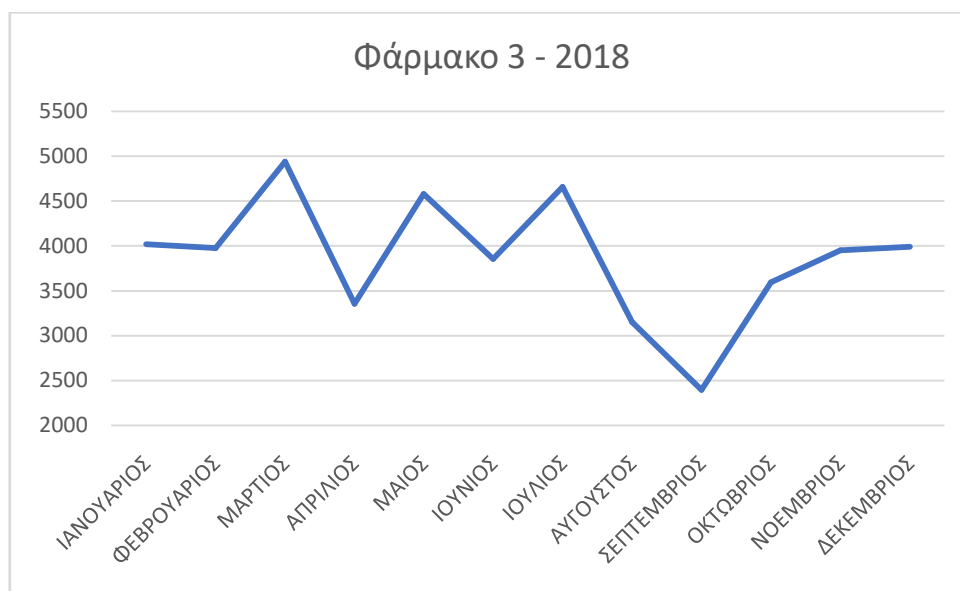
Γράφημα 3.4-1 Ετήσιες πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 3» και γραμμή τάσης

Πιο αναλυτικά, στα παρακάτω γραφήματα παρουσιάζονται οι πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 3» για όλους τους μήνες του χρόνου.



Γράφημα 3.4-2 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2017 για το «Φάρμακο 3»

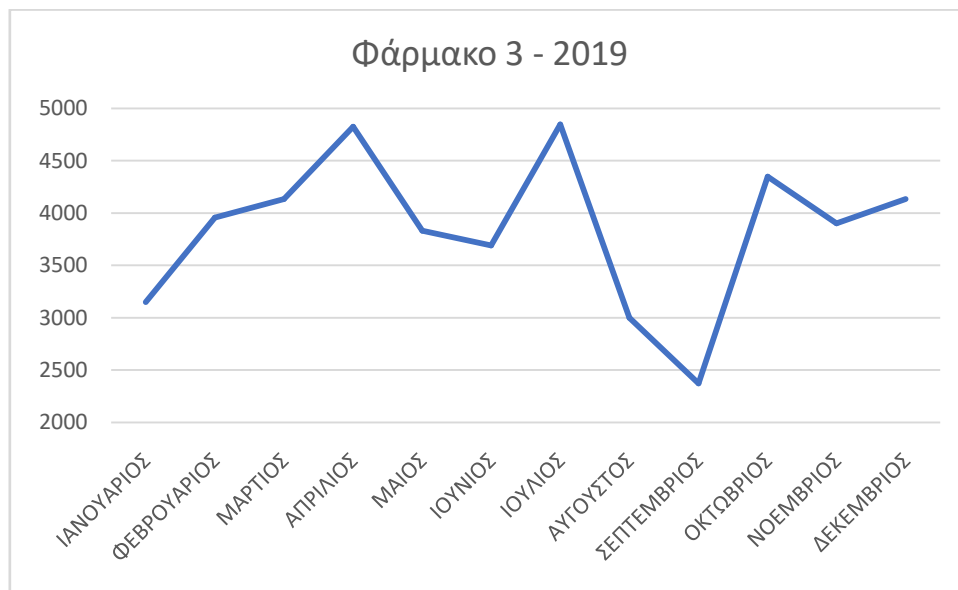
Οι χαμηλότερες πωλήσεις για το «Φάρμακο 3» το έτος 2017, σημειώθηκαν το Σεπτέμβριο με 2.622 τεμάχια, όπως φαίνεται και στο γράφημα 3.4-2, επίσης η πτώση των πωλήσεων ξεκινάει από τον Αύγουστο με 2.972 τεμάχια. Οι υψηλότερες πωλήσεις είναι το Μάρτιο με 4.749 τεμάχια, καθώς αυξήσεις στις πωλήσεις παρατηρούνται και τους μήνες Ιούνιο και Οκτώβριο.



Γράφημα 3.4-3 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2018 για το «Φάρμακο 3»

Το 2018 οι χαμηλότερες πωλήσεις είναι και πάλι το Σεπτέμβριο με 2.395 τεμάχια με την πτώση να ξεκινάει τον Αύγουστο. Οι υψηλότερες πωλήσεις και για το 2018 είναι το Μάρτιο με 4.931 τεμάχια. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους

2017 και του 2018 ήταν +3,7%, η οποία είναι πολύ μικρότερη σε σχέση με τα προηγούμενα δύο φάρμακα.



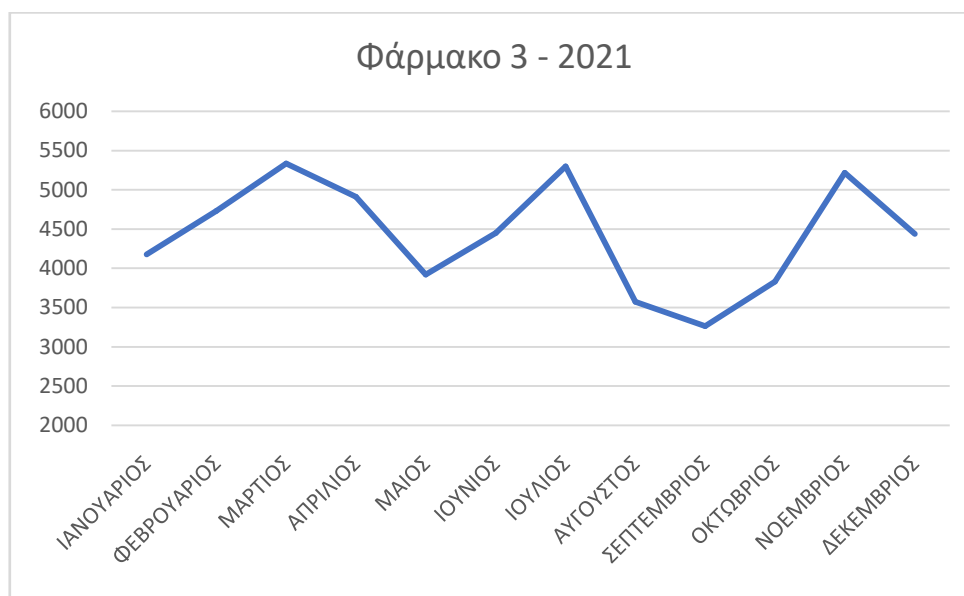
Γράφημα 3.4-4 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2019 για το «Φάρμακο 3»

Το 2019 ο μήνας με τις χαμηλότερες πωλήσεις είναι ο Σεπτέμβριος με 2.372 τεμάχια και η πτώση ξεκινάει από τον Αύγουστο. Οι υψηλότερες πωλήσεις είναι τον Ιούλιο με 4.846 τεμάχια με μικρή διαφορά από τον Απρίλιο, όπου πωλήθηκαν 4.827 τεμάχια. Το 2019 σημειώθηκε μικρή μείωση στις πωλήσεις σε σχέση με το 2018 η οποία ήταν της τάξης του -0,58% (-271 τεμάχια συνολικά για όλο το έτος).



Γράφημα 3.4-5 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2020 για το «Φάρμακο 3»

Το 2020 σημειώθηκε μεγάλη μείωση τον Απρίλιο με 2.070 τεμάχια όπου ακολούθησε και ο Μάιος με 2.314, λόγω των μέτρων κατά της πανδημίας. Ωστόσο τον Ιούλιο πραγματοποιήθηκαν οι υψηλότερες πωλήσεις της πενταετίας με 5.816 τεμάχια, με αντίστοιχη αύξηση και τους μήνες Μάρτιο και Νοέμβριο. Η ποσοστιαία μεταβολή στις πωλήσεις μεταξύ του έτους 2017 και του 2018 ήταν +10,26%, επαναφέροντας την αυξητική τάση στις πωλήσεις ανά τα έτη.



Γράφημα 3.4-6 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2021 για το «Φάρμακο 3»

Τέλος το 2021 οι χαμηλότερες πωλήσεις πραγματοποιήθηκαν το Σεπτέμβριο με 3.264 τεμάχια με την πτώση να ξεκινάει και πάλι από τον Αύγουστο. Οι υψηλότερες πωλήσεις σημειώθηκαν το Μάρτιο με 5.335 τεμάχια με αντίστοιχα υψηλούς μήνες τον Ιούλιο και το Νοέμβριο. Στα πλαίσια της εποχικότητας και για τα πέντε έτη οι πωλήσεις είναι οι πιο αυξημένες τον Μάρτιο, τον Ιούλιο και το Νοέμβριο με μικρές χρονικές αποκλίσεις. Επίσης, παρατηρείται μείωση των πωλήσεων η οποία ξεκινάει από τον Αύγουστο και κορυφώνεται το Σεπτέμβριο. Συνολικά, υπάρχει αυξητική τάση στις πωλήσεις ανά τα έτη με εξαίρεση το 2019 που δεν υπήρχε τάση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4.1. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΖΗΤΗΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΤΗ ΣΤΟΧΟΘΕΣΙΑ

Αρχικά είναι χρήσιμο να αναφερθεί ο τρόπος με τον οποίο πραγματοποιείται η στοχοθεσία για τα φάρμακα από την εταιρία. Ξεκινώντας τη διαδικασία της στοχοθεσίας, ορίζεται ως ποσοστό ανάπτυξης στο συνολικό τζίρο των πωλήσεων όλων των φαρμάκων της εταιρίας πανελλαδικά, όπου τα στελέχη εκτιμούν ότι θα σημειώσουν το επόμενο έτος (π.χ. 20% συνολική ανάπτυξη των πωλήσεων για το επόμενο έτος). Το ζητούμενο ποσοστό ανάπτυξης προκύπτει λαμβάνοντας υπόψη ενδογενής και εξωγενής παράγοντες, όπως για παράδειγμα το κεφάλαιο που θα δαπανηθεί για μάρκετινγκ, ο αριθμός των ιατρικών επισκεπτών που θα προωθούν τα φάρμακα το επόμενο έτος, οι ειδικότητες των ιατρών που θα ενημερωθούν από τους ιατρικούς επισκέπτες το επόμενο έτος, αναμενόμενες μεταβολές στις τιμές των φαρμάκων που ορίζονται από τον Ε.Ο.Φ. σε δελτία τιμών, η διαχρονική πορεία της εταιρίας κ.α.

Στη συνέχεια το ζητούμενο συνολικό ποσοστό ανάπτυξης σε τζίρο, διαμοιράζεται στους AreaManagers οι οποίοι ορίζουν τη στοχοθεσία ανά φαρμακευτικό σκεύασμα, ούτως ώστε να επιτευχθεί η ανάπτυξη που έχει ζητηθεί, για τις εκάστοτε περιοχές που είναι υπό την ευθύνη τους. Η στοχοθεσία ανά φάρμακο προκύπτει μετά από ανάλυση της τάσης της αγοράς, από μελέτη του ανταγωνισμού, από την παρακολούθηση των νέων κατευθυντήριων οδηγιών που ορίζονται από το Υπουργείο Υγείας κ.α.

Τέλος, τα ποιοτικά στοιχεία που συλλέγονται συμβάλουν στη στοχοθεσία για κάθε φάρμακο ξεχωριστά. Σε κάποιες περιπτώσεις η στοχοθεσία ενός φαρμάκου είναι μικρότερη σε σχέση με τις πραγματικές πωλήσεις του προηγούμενου έτους, ενώ για άλλα φάρμακα μπορεί να ζητηθεί σημαντικά μεγαλύτερη ανάπτυξη. Η στοχοθεσία ανακοινώνεται στις ομάδες πωλήσεων της εταιρίας στην αρχή του χρόνου, καθώς επίσης αποτελεί και ποιοτική πρόβλεψη για την πορεία των πωλήσεων για το επόμενο έτος. Ο στόχος ορίζεται σε τεμάχια για ετήσια βάση και καταμερίζεται ισόποσα σε όλους τους μήνες του χρόνου για να μοιραστούν στις ομάδες πωλήσεων. Στον πίνακα 4.1-1 αναγράφονται οι ετήσιοι στόχοι για τα φάρμακα που θα μελετηθούν από το έτος 2017 έως το 2021 για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα.

Έτος	Στόχος Φαρμάκου 1	Στόχος Φαρμάκου 2	Στόχος Φαρμάκου 3
2017	75900	32700	52500
2018	113160	51480	58380
2019	127020	41100	51372
2020	152160	45300	54768
2021	175740	49140	57444

Πίνακας 4.1-1 Ετήσιοι στόχοι φαρμάκων

Με σκοπό την κατανομή των ετήσιων στόχων σε μηνιαία βάση, ακολουθώντας τη μέση συμπεριφορά που παρουσιάζουν σε σχέση με την εποχικότητα, ορίστηκαν συντελεστές βαρύτητας ανά φάρμακο για κάθε μήνα του χρόνου. Η εξαγωγή του συντελεστή βαρύτητας των μηνών έγινε από το μέσο όρο των δεδομένων των ετών ανά φάρμακο. Πιο αναλυτικά, οι μηνιαίες πωλήσεις διαιρέθηκαν από το σύνολο των πωλήσεων του έτους για να βρεθεί το ποσοστό πωλήσεων που αναλογεί σε κάθε μήνα. Η διαδικασία έγινε για όλα τα έτη και στη συνέχεια βρέθηκε ο μέσος όρος των συντελεστών για κάθε μήνα. Στον πίνακα 4.1-2 παρουσιάζονται τα ποσοστά των πωλήσεων που αντιστοιχούν κατά μέσο όρο σε κάθε μήνα.

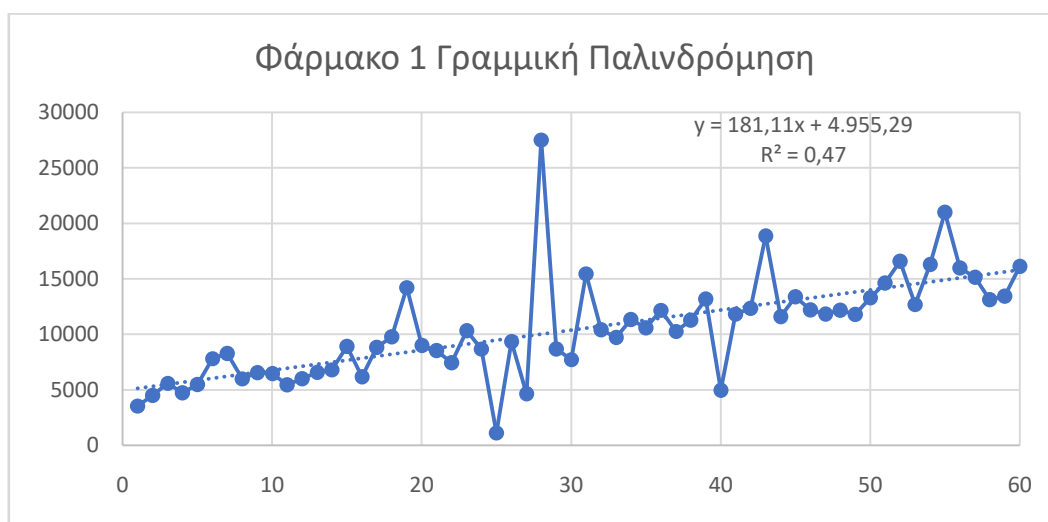
Μήνας	Συντελεστής εποχικότητας πωλήσεων		
	Φάρμακο 1	Φάρμακο 2	Φάρμακο 3
Ιανουάριος	5,17%	9,29%	8,03%
Φεβρουάριος	7,07%	9,02%	8,84%
Μάρτιος	7,46%	9,14%	10,09%
Απρίλιος	9,32%	8,16%	7,91%
Μάιος	7,63%	7,89%	7,71%
Ιούνιος	8,81%	7,05%	8,47%
Ιούλιος	12,41%	8,23%	10,19%
Αύγουστος	8,42%	5,22%	6,69%
Σεπτέμβριος	8,53%	9,25%	5,97%
Οκτώβριος	8,16%	10,00%	8,57%
Νοέμβριος	8,29%	8,29%	9,06%
Δεκέμβριος	8,73%	8,45%	8,48%

Πίνακας 4.1-2 Συντελεστής εποχικότητας πωλήσεων

Ο διαχωρισμός του ετήσιου στόχου σε μηνιαία βάση χρειάζεται να πραγματοποιηθεί με σκοπό τη σύγκριση της στοχοθεσίας με τις ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης, καθώς επίσης για να είναι εφικτός ο συνδυασμός της κατάλληλης ποσοτικής μεθόδου με τη στοχοθεσία. Στη συνέχεια της εργασίας, ο συνδυασμός των μεθόδων θα προκύπτει από τα ιδανικά βάρη που θα ελαχιστοποιούν το κριτήριο MSE, για την εύρεση των βέλτιστων τιμών θα χρησιμοποιηθεί το Solver του Excel. (Γεωργίου & Οικονόμου, 2016)

4.2. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 1»

Αρχικά θα εφαρμοστεί η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης στις μηνιαίες πωλήσεις του «Φαρμάκου 1» με σκοπό την παρατήρηση των εποχικών διακυμάνσεων και της τάσης. Η δημιουργία του γραφήματος, η γραμμή τάσης, η εξίσωση του γραφήματος και η τιμή συντελεστή προσδιορισμού (r^2) έγιναν με τη χρήση του λογισμικού Excel. Παρακάτω παρουσιάζεται το γράφημα των πωλήσεων από τον Ιανουάριο του 2017 έως το Δεκέμβριο του 2021 με γραμμή τάσης.



Γράφημα 4.2-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 1

Σύμφωνα με το γράφημα η τάση είναι αυξητική και η εξίσωση που προκύπτει με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι η εξής: $y = 181,11x + 4.955,29$. Η τιμή R^2 είναι αρκετά χαμηλή ($R^2 = 0,47$) γεγονός που οφείλεται στις διακυμάνσεις των πωλήσεων που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι προβλέψεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι τιμές της γραμμής τάσης για κάθε περίοδο και παρουσιάζονται στον πίνακα 4.2-1 μαζί με τα μέτρα σφάλματος.

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	E(t)	E(t) ²	E(t) /D(t)
Ιαν-17	3562	5136	1574,40	2478735,36	44,20%
Φεβ-17	4509	5318	808,51	653688,42	17,93%
Μαρ-17	5608	5499	109,38	11963,98	1,95%
Απρ-17	4740	5680	939,73	883092,47	19,83%
Μαϊ-17	5478	5861	382,84	146566,47	6,99%
Ιουν-17	7830	6042	1788,05	3197122,80	22,84%
Ιουλ-17	8287	6223	2063,94	4259848,32	24,91%
Αυγ-17	6014	6404	390,17	152232,63	6,49%
Σεπ-17	6553	6585	32,28	1042,00	0,49%
Οκτ-17	6470	6766	296,39	87847,03	4,58%
Νοε-17	5458	6948	1489,50	2218610,25	27,29%
Δεκ-17	6004	7129	1124,61	1264747,65	18,73%
Ιαν-18	6571	7310	738,72	545707,24	11,24%
Φεβ-18	6823	7491	667,83	445996,91	9,79%
Μαρ-18	8907	7672	1235,06	1525373,20	13,87%
Απρ-18	6174	7853	1679,05	2819208,90	27,20%
Μαϊ-18	8827	8034	792,84	628595,27	8,98%
Ιουν-18	9785	8215	1569,73	2464052,27	16,04%
Ιουλ-18	14235	8396	5838,62	34089483,50	41,02%
Αυγ-18	9000	8577	422,51	178514,70	4,69%
Σεπ-18	8540	8759	218,60	47785,96	2,56%
Οκτ-18	7448	8940	1491,71	2225198,72	20,03%
Νοε-18	10322	9121	1201,18	1442833,39	11,64%
Δεκ-18	8701	9302	600,93	361116,86	6,91%
Ιαν-19	1146	9483	8337,04	69506235,96	727,49%
Φεβ-19	9339	9664	325,15	105722,52	3,48%
Μαρ-19	4638	9845	5207,26	27115556,71	112,27%
Απρ-19	27531	10026	17504,63	306412071,44	63,58%
Μαϊ-19	8690	10207	1517,48	2302745,55	17,46%
Ιουν-19	7744	10389	2644,59	6993856,27	34,15%
Ιουλ-19	15480	10570	4910,30	24111046,09	31,72%
Αυγ-19	10410	10751	340,81	116151,46	3,27%
Σεπ-19	9726	10932	1205,92	1454243,05	12,40%
Οκτ-19	11344	11113	230,97	53347,14	2,04%
Νοε-19	10579	11294	715,14	511425,22	6,76%
Δεκ-19	12187	11475	711,75	506588,06	5,84%
Ιαν-20	10285	11656	1371,36	1880628,25	13,33%
Φεβ-20	11288	11837	549,47	301917,28	4,87%
Μαρ-20	13192	12019	1173,42	1376914,50	8,89%

Απρ-20	4969	12200	7230,69	52282877,88	145,52%	
Μαϊ-20	11837	12381	543,80	295718,44	4,59%	
Ιουν-20	12345	12562	216,91	47049,95	1,76%	
Ιουλ-20	18860	12743	6116,98	37417444,32	32,43%	
Αυγ-20	11601	12924	1323,13	1750673,00	11,41%	
Σεπ-20	13381	13105	275,76	76043,58	2,06%	
Οκτ-20	12202	13286	1084,35	1175814,92	8,89%	
Νοε-20	11830	13467	1637,46	2681275,25	13,84%	
Δεκ-20	12182	13649	1466,57	2150827,56	12,04%	
Ιαν-21	11801	13830	2028,68	4115542,54	17,19%	
Φεβ-21	13300	14011	710,79	505222,42	5,34%	
Μαρ-21	14629	14192	437,10	191056,41	2,99%	
Απρ-21	16589	14373	2215,99	4910611,68	13,36%	
Μαϊ-21	12707	14554	1847,12	3411852,29	14,54%	
Ιουν-21	16307	14735	1571,77	2470460,93	9,64%	
Ιουλ-21	20993	14916	6076,66	36925796,76	28,95%	
Αυγ-21	15983	15097	885,55	784198,80	5,54%	
Σεπ-21	15146	15279	132,56	17572,15	0,88%	
Οκτ-21	13118	15460	2341,67	5483418,39	17,85%	
Νοε-21	13433	15641	2207,78	4874292,53	16,44%	
Δεκ-21	16119	15822	297,11	88274,35	1,84%	
				MAD	MSE	MAPE
				1914,17	11108897,30	29,75%

Πίνακας 4.2-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	916,65	1279624,78	16,35%
2018	1371,40	3897822,24	14,50%
2019	3637,59	36599082,46	85,04%
2020	1915,83	8453098,74	21,64%
2021	1729,40	5314858,27	11,21%

Τα μέτρα σφάλματος με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης για τις μηνιαίες πωλήσεις είναι υψηλά, διότι παρατηρούνται μεταβολές στις μηνιαίες πωλήσεις τις οποίες δεν είναι εφικτό να προβλέψει η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης.

Λόγω της ύπαρξης αυξομειώσεων κατά τη διάρκεια των μηνών για τις πωλήσεις του «Φαρμάκου 1» δεν θα γίνει εφαρμογή των μεθόδων του απλού κινητού μέσου και του σταθμικού κινητού μέσου. Στη συνέχεια θα εφαρμοστούν μέθοδοι εξομάλυνσης, όπως η εκθετική εξομάλυνση, η μέθοδος Holt και η μέθοδος Holt-Winters. Επίσης οι

ακραίες τιμές του 2019 για τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο, Μάρτιο και Απρίλιο που σημειώθηκαν λόγω έλλειψης, για τις επόμενες αναλύσεις το σύνολο των πωλήσεων των συγκεκριμένων μηνών θα μοιραστούν ισόποσα με σκοπό τη μείωση των σφαλμάτων.

4.2.1. Στοχοθεσία «Φαρμάκου 1»

Για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση της στοχοθεσίας σε μηνιαία βάση, οι συντελεστές των μηνών θα πολλαπλασιαστούν με τον ετήσιο στόχο, ούτως ώστε να χωριστεί ο ετήσιος στόχος σε μηνιαίο και να συμφωνεί με την εποχικότητα που εμφανίζεται στις πωλήσεις του «Φαρμάκου 1».

Μήνας	Πωλήσεις	Στόχος	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Ιαν-17	3562	3928	365,80	133808,84	10,27%
Φεβ-17	4509	5366	856,57	733704,31	19,00%
Μαρ-17	5608	5661	53,26	2836,55	0,95%
Απρ-17	4740	7077	2336,51	5459284,75	49,29%
Μαϊ-17	5478	5794	316,41	100112,44	5,78%
Ιουν-17	7830	6684	1145,73	1312685,79	14,63%
Ιουλ-17	8287	9417	1130,45	1277906,73	13,64%
Αυγ-17	6014	6389	374,62	140340,46	6,23%
Σεπ-17	6553	6475	78,10	6099,91	1,19%
Οκτ-17	6470	6195	274,89	75564,87	4,25%
Νοε-17	5458	6289	830,60	689903,50	15,22%
Δεκ-17	6004	6626	621,51	386271,17	10,35%
Ιαν-18	6571	5856	715,01	511237,73	10,88%
Φεβ-18	6823	8000	1176,57	1384317,57	17,24%
Μαρ-18	8907	8440	466,58	217694,17	5,24%
Απρ-18	6174	10550	4376,43	19153182,71	70,88%
Μαϊ-18	8827	8639	188,07	35369,64	2,13%
Ιουν-18	9785	9966	180,65	32633,11	1,85%
Ιουλ-18	14235	14041	194,45	37808,89	1,37%
Αυγ-18	9000	9525	524,85	275469,90	5,83%
Σεπ-18	8540	9653	1113,48	1239847,44	13,04%
Οκτ-18	7448	9236	1788,34	3198177,32	24,01%
Νοε-18	10322	9376	946,26	895413,06	9,17%
Δεκ-18	8701	9878	1177,03	1385397,00	13,53%
Ιαν-19	10663	6573	4089,76	16726125,98	38,35%
Φεβ-19	10664	8979	1684,63	2837981,08	15,80%
Μαρ-19	10663	9474	1188,78	1413202,41	11,15%
Απρ-19	10664	11843	1178,67	1389256,88	11,05%
Μαϊ-19	8690	9697	1007,04	1014130,88	11,59%

Ιουν-19	7744	11186	3442,25	11849106,36	44,45%
Ιουλ-19	15480	15760	280,26	78546,97	1,81%
Αυγ-19	10410	10691	281,47	79225,31	2,70%
Σεπ-19	9726	10836	1109,86	1231782,69	11,41%
Οκτ-19	11344	10368	976,37	953306,79	8,61%
Νοε-19	10579	10524	54,91	3014,98	0,52%
Δεκ-19	12187	11088	1099,10	1208011,78	9,02%
Ιαν-20	10285	7874	2410,77	5811823,14	23,44%
Φεβ-20	11288	10757	531,42	282407,05	4,71%
Μαρ-20	13192	11349	1842,63	3395283,92	13,97%
Απρ-20	4969	14187	9217,59	84963909,18	185,50%
Μαϊ-20	11837	11616	220,71	48710,99	1,86%
Ιουν-20	12345	13400	1055,25	1113561,13	8,55%
Ιουλ-20	18860	18880	19,56	382,53	0,10%
Αυγ-20	11601	12808	1206,54	1455745,06	10,40%
Σεπ-20	13381	12981	400,49	160394,57	2,99%
Οκτ-20	12202	12420	217,60	47350,90	1,78%
Νοε-20	11830	12607	777,04	603784,90	6,57%
Δεκ-20	12182	13282	1100,44	1210967,51	9,03%
Ιαν-21	11801	9094	2706,52	7325225,72	22,93%
Φεβ-21	13300	12424	876,49	768233,40	6,59%
Μαρ-21	14629	13108	1520,84	2312939,82	10,40%
Απρ-21	16589	16385	203,94	41591,36	1,23%
Μαϊ-21	12707	13416	709,45	503324,28	5,58%
Ιουν-21	16307	15477	830,13	689114,62	5,09%
Ιουλ-21	20993	21805	812,29	659822,28	3,87%
Αυγ-21	15983	14792	1190,69	1417748,19	7,45%
Σεπ-21	15146	14992	153,92	23692,53	1,02%
Οκτ-21	13118	14344	1226,25	1503687,21	9,35%
Νοε-21	13433	14561	1127,73	1271772,36	8,40%
Δεκ-21	16119	15341	778,20	605597,05	4,83%
			MAD	MSE	MAPE
			1146,03	3228097,16	14,13%

Πίνακας 4.2-2Στόχος Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)

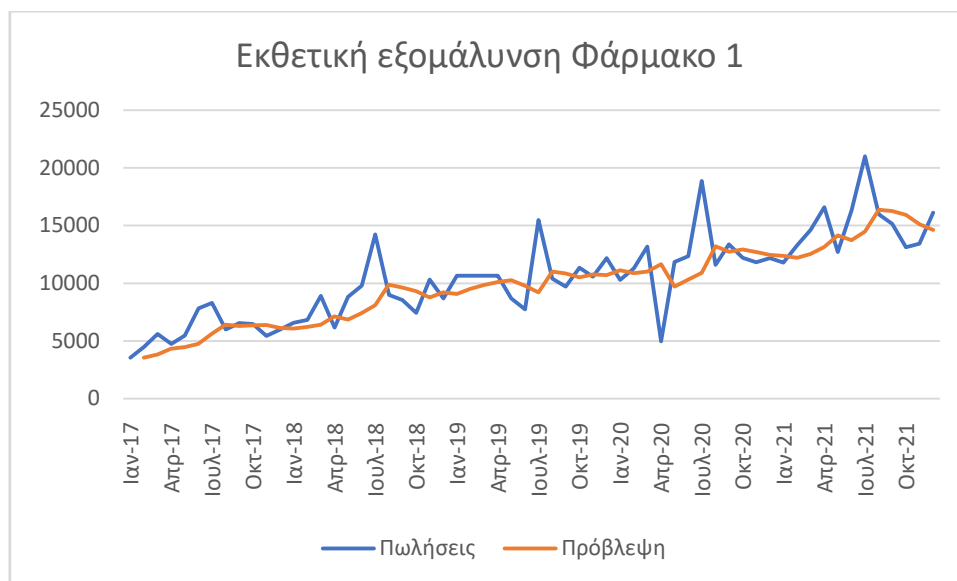
Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	698,70	859876,61	12,57%
2018	1070,64	2363879,05	14,60%
2019	1366,09	3231974,34	13,87%
2020	1583,34	8257860,07	22,41%

2021	1011,37	1426895,74	7,23%
------	---------	------------	-------

Τα υψηλότερα μέτρα σφάλματος για τη μηνιαία στοχοθεσία είναι με διαφορά το έτος 2020. Τα χαμηλότερα μέτρα σφάλματος είναι το 2021 με μόλις 7,23% μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα.

4.2.2. Εκθετική εξομάλυνση «Φαρμάκου 1»

Η εφαρμογή της μεθόδου εκθετικής εξομάλυνσης για το «Φάρμακο 1» πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό QM. Μέσω του λογισμικού βρέθηκε η βέλτιστη τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης (α) όπου είναι $\alpha = 0,29$ βάση του ελάχιστου MSE. Η επιλογή του συγκεκριμένου μέτρου σφάλματος έγινε διότι είναι πιο ευαίσθητο στις μεταβολές του σφάλματος λόγω του τετραγώνου. Η μικρή τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης θα ενσωματώσει πιο αργά το σφάλμα της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου με αποτέλεσμα οι προβλέψεις να είναι περισσότερο εξομαλυσμένες.



Γράφημα 4.2-2 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 1

Όπως φαίνεται στο γράφημα 4.2-2, όταν ο συντελεστής α είναι χαμηλός οι προβλέψεις με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης είναι πολύ κοντά στη γραμμική τάση της μεθόδου γραμμικής παλινδρόμησης.

Οι τιμές που παίρνει το μέσο σφάλμα τετραγώνου για όλες τις τιμές του συντελεστή εξομάλυνσης είναι οι εξής:

Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE
0	62959090	0,17	6374398	0,34	5975967	0,51	6331809	0,68	6915223	0,85	7726830
0,01	41364410	0,18	6280968	0,35	5987755	0,52	6360516	0,69	6956026	0,86	7783546
0,02	29007590	0,19	6204859	0,36	6001112	0,53	6389935	0,7	6997608	0,87	7841441
0,03	21600630	0,2	6142980	0,37	6015902	0,54	6420059	0,71	7039980	0,88	7900552
0,04	16960560	0,21	6092901	0,38	6032014	0,55	6450880	0,72	7083159	0,89	7960918
0,05	13932840	0,22	6052683	0,39	6049353	0,56	6482394	0,73	7127158	0,9	8022576
0,06	11883000	0,23	6020772	0,4	6067835	0,57	6514599	0,74	7171996	0,91	8085570
0,07	10448930	0,24	5995904	0,41	6087390	0,58	6547499	0,75	7217696	0,92	8149938
0,08	9416364	0,25	5977051	0,42	6107954	0,59	6581088	0,76	7264271	0,93	8215731
0,09	8654126	0,26	5963369	0,43	6129476	0,6	6615371	0,77	7311745	0,94	8282993
0,1	8079272	0,27	5954153	0,44	6151910	0,61	6650350	0,78	7360141	0,95	8351773
0,11	7637785	0,28	5948823	0,45	6175216	0,62	6686029	0,79	7409483	0,96	8422123
0,12	7293523	0,29	5946893	0,46	6199362	0,63	6722417	0,8	7459791	0,97	8494097
0,13	7021656	0,3	5947954	0,47	6224317	0,64	6759516	0,81	7511096	0,98	8567749
0,14	6804754	0,31	5951663	0,48	6250059	0,65	6797338	0,82	7563423	0,99	8643139
0,15	6630294	0,32	5957725	0,49	6276566	0,66	6835888	0,83	7616801	1	8720328
0,16	6489119	0,33	5965897	0,5	6303821	0,67	6875180	0,84	7671259		

Οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 1» με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης και συντελεστή εξομάλυνσης $\alpha = 0,29$ είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Ιαν-17	3562				
Φεβ-17	4509	3562	947,00	896809,00	21,00%
Μαρ-17	5608	3837	1771,37	3137752,00	31,59%
Απρ-17	4740	4350	389,67	151844,90	8,22%
Μαϊ-17	5478	4463	1014,67	1029551,00	18,52%
Ιουν-17	7830	4758	3072,41	9439728,00	39,24%
Ιουλ-17	8287	5649	2638,41	6961229,00	31,84%
Αυγ-17	6014	6414	399,73	159780,90	6,65%
Σεπ-17	6553	6298	255,19	65124,15	3,89%
Οκτ-17	6470	6372	98,19	9640,88	1,52%
Νοε-17	5458	6400	942,29	887904,10	17,26%
Δεκ-17	6004	6127	123,02	15134,77	2,05%
Ιαν-18	6571	6091	479,65	230067,30	7,30%
Φεβ-18	6823	6230	592,55	351119,90	8,69%
Μαρ-18	8907	6402	2504,71	6273587,00	28,12%
Απρ-18	6174	7129	954,65	911363,90	15,46%
Μαϊ-18	8827	6852	1975,20	3901399,00	22,38%
Ιουν-18	9785	7425	2360,39	5571437,00	24,12%
Ιουλ-18	14235	8109	6125,88	37526360,00	43,03%
Αυγ-18	9000	9886	885,63	784336,80	9,84%

Σεπ-18	8540	9629	1088,80	1185477,00	12,75%
Οκτ-18	7448	9313	1865,05	3478393,00	25,04%
Νοε-18	10322	8772	1549,82	2401937,00	15,02%
Δεκ-18	8701	9222	520,63	271054,50	5,98%
Ιαν-19	10663	9071	1592,35	2535590,00	14,93%
Φεβ-19	10664	9532	1131,57	1280454,00	10,61%
Μαρ-19	10663	9861	802,42	643871,40	7,53%
Απρ-19	10664	10093	570,72	325716,60	5,35%
Μαϊ-19	8690	10259	1568,79	2461108,00	18,05%
Ιουν-19	7744	9804	2059,84	4242953,00	26,60%
Ιουλ-19	15480	9206	6273,51	39356950,00	40,53%
Αυγ-19	10410	11026	615,81	379217,80	5,92%
Σεπ-19	9726	10847	1121,22	1257140,00	11,53%
Οκτ-19	11344	10522	821,93	675571,60	7,25%
Νοε-19	10579	10760	181,43	32916,38	1,72%
Δεκ-19	12187	10708	1479,19	2187990,00	12,14%
Ιαν-20	10285	11137	851,78	725526,30	8,28%
Φεβ-20	11288	10890	398,24	158593,00	3,53%
Μαρ-20	13192	11005	2186,75	4781867,00	16,58%
Απρ-20	4969	11639	6670,41	44494360,00	134,24%
Μαϊ-20	11837	9705	2132,01	4545466,00	18,01%
Ιουν-20	12345	10323	2021,73	4087378,00	16,38%
Ιουλ-20	18860	10910	7950,43	63209270,00	42,16%
Αυγ-20	11601	13215	1614,20	2605633,00	13,91%
Σεπ-20	13381	12747	633,92	401854,50	4,74%
Οκτ-20	12202	12931	728,92	531320,00	5,97%
Νοε-20	11830	12720	889,53	791265,90	7,52%
Δεκ-20	12182	12462	279,57	78157,92	2,30%
Ιαν-21	11801	12380	579,49	335812,30	4,91%
Φεβ-21	13300	12212	1087,56	1182786,00	8,18%
Μαρ-21	14629	12528	2101,17	4414903,00	14,36%
Απρ-21	16589	13137	3451,83	11915120,00	20,81%
Μαϊ-21	12707	14138	1431,20	2048340,00	11,26%
Ιουν-21	16307	13723	2583,85	6676264,00	15,85%
Ιουλ-21	20993	14472	6520,53	42517330,00	31,06%
Αυγ-21	15983	16363	380,42	144721,50	2,38%
Σεπ-21	15146	16253	1107,10	1225672,00	7,31%
Οκτ-21	13118	15932	2814,04	7918827,00	21,45%
Νοε-21	13433	15116	1682,97	2832384,00	12,53%
Δεκ-21	16119	14628	1491,09	2223355,00	9,25%
			MAD	MSE	MAPE
			1734,96	5946893,50	16,86%

Πίνακας 4.2-3 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)

Από τα μέτρα σφάλματος για τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, στο σύνολο των ετών, προκύπτει ότι η συγκεκριμένη μέθοδος παράγει πιο ακριβείς προβλέψεις, σε σύγκριση με τις προβλέψεις με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης και τη μηνιαία στοχοθεσία.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	1059,27	2068590,79	16,53%
2018	1741,91	5240544,37	18,14%
2019	1518,23	4614956,57	13,51%
2020	2196,46	10534224,30	22,80%
2021	2102,60	6952959,57	13,28%

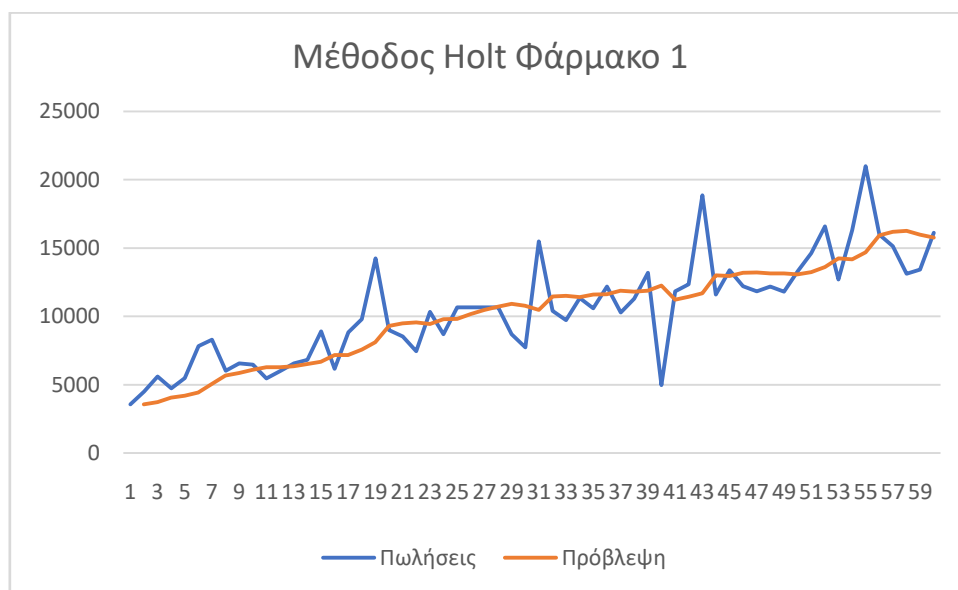
Όπως φαίνεται και στην ετήσια ανάλυση των μέτρων σφάλματος για την μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης οι προβλέψεις είναι ακριβέστερες, με εξαίρεση το έτος 2020 όπου οι ιδιαίτερες συνθήκες της αγοράς λόγω της πανδημίας αποτυπώνονται και στα υψηλά μέτρα σφάλματος των προβλέψεων.

4.2.3. Μέθοδος Holt«Φαρμάκου 1»

Η επόμενη μέθοδος που θα εφαρμοστεί είναι η μέθοδος Holt, η οποία προσαρμόζει την τάση στην πρόβλεψη, μέσω της παραμέτρου β . Η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε με το λογισμικό Excel, όπου οι βέλτιστοι παράμετροι εξομάλυνσης βρέθηκαν μέσω του Solver και το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέτρο σφάλματος MSE. Οι βέλτιστες τιμές των παραμέτρων εξομάλυνσης είναι $\alpha=0,16$ και $\beta=0,07$:

Παράμετροι εξομάλυνσης	
α	0,16
β	0,07
MAD	1657,84
MSE	5643775,38
MAPE	16,69%

Όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.2-3 οι προβλέψεις είναι εξομαλυμένες λόγω των χαμηλών τιμών των παραμέτρων εξομάλυνσης.



Γράφημα 4.2-3 Μέθοδος Holt Φάρμακο 1

Οι προβλέψεις με τη μέθοδο Holt και τα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 1» είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	A(t)	T(t)	Πρόβλεψη	E(t)	E(t)	E(t) ²	E(t) /D(t)
Ιαν-17	3562	3562,00	0,00					
Φεβ-17	4509	3709,96	9,63	3562	947,00	947,00	896809,00	21,00%
Μαρ-17	5608	4014,63	28,83	3720	1888,41	1888,41	3566103,75	33,67%
Απρ-17	4740	4152,29	35,91	4043	696,54	696,54	485168,45	14,69%
Μαϊ-17	5478	4389,71	49,02	4188	1289,80	1289,80	1663591,74	23,55%
Ιουν-17	7830	4968,59	83,50	4439	3391,26	3391,26	11500650,60	43,31%
Ιουλ-17	8287	5557,51	116,39	5052	3234,91	3234,91	10464634,45	39,04%
Αυγ-17	6014	5727,04	119,85	5674	340,09	340,09	115664,32	5,66%
Σεπ-17	6553	5957,22	127,03	5847	706,11	706,11	498585,81	10,78%
Οκτ-17	6470	6144,52	130,95	6084	385,75	385,75	148805,41	5,96%
Νοε-17	5458	6147,75	122,64	6275	-817,47	817,47	668257,77	14,98%
Δεκ-17	6004	6228,77	119,93	6270	-266,39	266,39	70964,48	4,44%
Ιαν-18	6571	6383,44	122,19	6349	222,30	222,30	49415,30	3,38%
Φεβ-18	6823	6555,22	125,42	6506	317,37	317,37	100723,98	4,65%
Μαρ-18	8907	7028,48	148,06	6681	2226,36	2226,36	4956696,97	25,00%
Απρ-18	6174	7019,90	137,86	7177	-1002,54	1002,54	1005082,58	16,24%
Μαϊ-18	8827	7418,57	154,84	7158	1669,23	1669,23	2786342,31	18,91%
Ιουν-18	9785	7918,94	177,32	7573	2211,60	2211,60	4891170,00	22,60%
Ιουλ-18	14235	9055,37	239,74	8096	6138,74	6138,74	37684119,22	43,12%
Αυγ-18	9000	9249,00	236,74	9295	-295,11	295,11	87088,89	3,28%

Σεπ-18	8540	9337,97	227,12	9486	-945,74	945,74	894416,60	11,07%	
Οκτ-18	7448	9234,32	205,59	9565	-2117,09	2117,09	4482089,51	28,43%	
Νοε-18	10322	9577,73	214,56	9440	882,08	882,08	778072,39	8,55%	
Δεκ-18	8701	9621,79	203,47	9792	-1091,29	1091,29	1190924,62	12,54%	
Ιαν-19	10663	9956,15	211,98	9825	837,74	837,74	701809,57	7,86%	
Φεβ-19	10664	10245,61	217,03	10168	495,87	495,87	245884,92	4,65%	
Μαρ-19	10663	10493,94	219,06	10463	200,37	200,37	40147,04	1,88%	
Απρ-19	10664	10705,35	218,57	10713	-49,00	49,00	2401,17	0,46%	
Μαϊ-19	8690	10574,89	195,85	10924	-2233,91	2233,91	4990359,80	25,71%	
Ιουν-19	7744	10297,84	165,08	10771	-3026,74	3026,74	9161151,86	39,08%	
Ιουλ-19	15480	11246,79	216,09	10463	5017,08	5017,08	25171061,61	32,41%	
Αυγ-19	10410	11298,38	205,38	11463	-1052,88	1052,88	1108548,44	10,11%	
Σεπ-19	9726	11226,00	187,31	11504	-1777,76	1777,76	3160430,15	18,28%	
Οκτ-19	11344	11402,48	186,60	11413	-69,31	69,31	4804,32	0,61%	
Νοε-19	10579	11431,27	176,33	11589	-1010,09	1010,09	1020278,12	9,55%	
Δεκ-19	12187	11698,13	182,23	11608	579,39	579,39	335695,87	4,75%	
Ιαν-20	10285	11631,10	166,00	11880	-1595,36	1595,36	2545162,64	15,51%	
Φεβ-20	11288	11717,56	160,83	11797	-509,10	509,10	259187,14	4,51%	
Μαρ-20	13192	12083,63	174,18	11878	1313,61	1313,61	1725568,85	9,96%	
Απρ-20	4969	11119,01	100,08	12258	-7288,81	7288,81	53126791,14	146,69%	
Μαϊ-20	11837	11315,63	106,36	11219	617,91	617,91	381811,12	5,22%	
Ιουν-20	12345	11566,20	115,74	11422	923,01	923,01	851943,08	7,48%	
Ιουλ-20	18860	12803,44	188,73	11682	7178,05	7178,05	51524454,54	38,06%	
Αυγ-20	11601	12774,81	174,58	12992	-1391,17	1391,17	1935340,71	11,99%	
Σεπ-20	13381	13016,83	178,97	12949	431,61	431,61	186285,74	3,23%	
Οκτ-20	12202	13040,53	168,87	13196	-993,80	993,80	987628,78	8,14%	
Νοε-20	11830	12993,88	154,84	13209	-1379,39	1379,39	1902718,02	11,66%	
Δεκ-20	12182	12997,68	145,01	13149	-966,72	966,72	934539,78	7,94%	
Ιαν-21	11801	12933,06	131,37	13143	-1341,69	1341,69	1800128,15	11,37%	
Φεβ-21	13300	13101,24	133,77	13064	235,57	235,57	55491,18	1,77%	
Μαρ-21	14629	13452,80	147,94	13235	1394,00	1394,00	1943224,40	9,53%	
Απρ-21	16589	14067,62	178,32	13601	2988,26	2988,26	8929701,47	18,01%	
Μαϊ-21	12707	14005,50	162,67	14246	-1538,94	1538,94	2368348,18	12,11%	
Ιουν-21	16307	14502,34	184,42	14168	2138,83	2138,83	4574574,44	13,12%	
Ιουλ-21	20993	15672,04	248,54	14687	6306,24	6306,24	39768624,12	30,04%	
Αυγ-21	15983	15930,33	249,17	15921	62,42	62,42	3895,99	0,39%	
Σεπ-21	15146	16018,03	238,66	16180	-1033,51	1033,51	1068135,61	6,82%	
Οκτ-21	13118	15766,31	206,75	16257	-3138,70	3138,70	9851415,28	23,93%	
Νοε-21	13433	15576,20	180,93	15973	-2540,06	2540,06	6451910,31	18,91%	
Δεκ-21	16119	15813,67	184,61	15757	361,87	361,87	130949,55	2,24%	
							MAD	MSE	MAPE
							1657,84	5643775,38	16,69%

Πίνακας 4.2-4 Μέθοδος Holt Φαρμάκων Ι (μηνιαία ανάλυση)

Από τα μέτρα σφάλματος της μεθόδου Holtγια το σύνολο των ετών προκύπτει ότι προσαρμόζοντας την τάση, οι προβλέψεις που παράγονται είναι ακριβέστερες σε σχέση με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, ωστόσο τα μέτρα σφάλματος εξακολουθούν να είναι αρκετά υψηλά.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	1269,43	2734475,98	19,73%
2018	1593,29	4908845,20	16,48%
2019	1362,51	3828547,74	12,95%
2020	2049,04	9696785,96	22,53%
2021	1923,34	6412199,89	12,35%

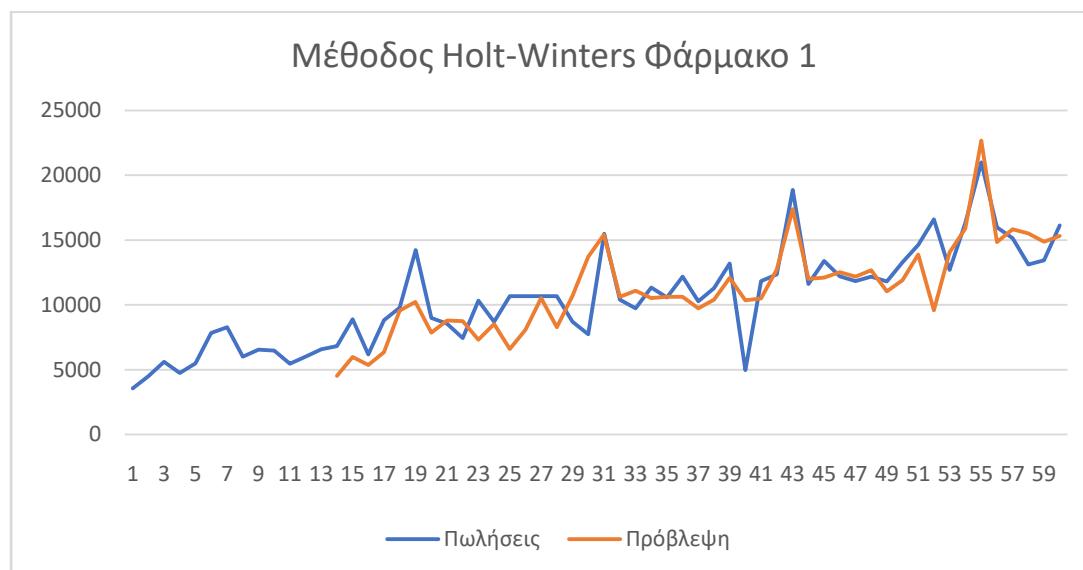
Στην ετήσια ανασκόπηση των μέτρων σφάλματος, το έτος 2020 έχει το υψηλότερο σφάλμα σε σχέση με τα υπόλοιπα έτη.

4.2.4. Μέθοδος Holt-Winters «Φαρμάκου 1»

Η επόμενη μέθοδος που θα εφαρμοστεί είναι η μέθοδος Holt-Winters, η οποία προσαρμόζει εκτός από την τάση και την εποχικότητα στην πρόβλεψη, μέσω της παραμέτρου γ . Η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε με το λογισμικό Excel, όπου οι βέλτιστοι παράμετροι εξομάλυνσης βρέθηκαν μέσω του Solver και το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέτρο σφάλματος MSE. Οι βέλτιστες τιμές των παραμέτρων εξομάλυνσης είναι $\alpha=0,12$, $\beta=0,05$ και $\gamma=0,34$:

Παράμετροι εξομάλυνσης	
α	0,12
β	0,05
γ	0,34
MAD	1567,66
MSE	4847869,23
MAPE	15,57%

Στο γράφημα 4.2-4, παρουσιάζονται οι πωλήσεις και οι προβλέψεις του «Φαρμάκου 1». Οι προβλέψεις είναι λιγότερο εξομαλυμένες, λόγω της προσαρμογής της εποχικότητας στη μέθοδο Holt-Winters.



Γράφημα 4.2-4 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 1

Οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος με τη μέθοδο Holt-Winters για το «Φάρμακο 1» είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	A(t)	T(t)	S(t)	Πρόβλεψη	E(t)	E(t)	E(t) ²	E(t) /D(t)
Ιαν-17	3562			0,60619					
Φεβ-17	4509			0,76735					
Μαρ-17	5608			0,95438					
Απρ-17	4740			0,80666					
Μαϊ-17	5478			0,93225					
Ιουν-17	7830			1,33252					
Ιουλ-17	8287			1,41029					
Αυγ-17	6014			1,02347					
Σεπ-17	6553			1,11520					
Οκτ-17	6470			1,10107					
Νοε-17	5458			0,92885					
Δεκ-17	6004			1,02177					
Ιαν-18	6571	5876,08	0,00	0,78129					
Φεβ-18	6823	6231,38	17,21	0,87937	4509	2314,00	2314,00	5354596,00	33,91%
Μαρ-18	8907	6611,98	34,81	1,08867	5964	2943,49	2943,49	8664113,85	33,05%
Απρ-18	6174	6765,43	40,55	0,84288	5362	812,31	812,31	659844,33	13,16%
Μαϊ-18	8827	7119,68	55,74	1,03742	6345	2482,10	2482,10	6160820,02	28,12%
Ιουν-18	9785	7195,19	56,70	1,34189	9561	223,61	223,61	49999,56	2,29%
Ιουλ-18	14235	7586,71	72,92	1,56965	10227	4007,70	4007,70	16061693,95	28,15%

Αυγ-18	9000	7793,24	79,39	1,06839	7839	1160,59	1160,59	1346973,91	12,90%
Σεπ-18	8540	7847,32	78,16	1,10599	8780	-239,54	239,54	57378,87	2,80%
Οκτ-18	7448	7788,67	71,54	1,05156	8727	-1278,53	1278,53	1634646,66	17,17%
Νοε-18	10322	8243,41	90,09	1,03940	7301	3021,05	3021,05	9126757,41	29,27%
Δεκ-18	8701	8354,96	91,13	1,02849	8515	186,08	186,08	34626,35	2,14%
Ιαν-19	10663	9058,99	120,81	0,91662	6599	4064,16	4064,16	16517365,51	38,11%
Φεβ-19	10664	9527,04	137,63	0,96143	8072	2591,58	2591,58	6716275,58	24,30%
Μαρ-19	10663	9679,97	138,37	1,09307	10522	141,39	141,39	19990,00	1,33%
Απρ-19	10664	10152,19	154,54	0,91385	8276	2388,33	2388,33	5704101,29	22,40%
Μαϊ-19	8690	10079,31	143,53	0,97749	10692	-2002,40	2002,40	4009623,58	23,04%
Ιουν-19	7744	9698,31	118,12	1,15608	13718	-5973,98	5973,98	35688420,17	77,14%
Ιουλ-19	15480	9821,81	118,38	1,57185	15408	71,68	71,68	5138,05	0,46%
Αυγ-19	10410	9917,03	117,26	1,06201	10620	-210,06	210,06	44123,95	2,02%
Σεπ-19	9726	9888,15	110,19	1,06414	11098	-1371,84	1371,84	1881937,44	14,10%
Οκτ-19	11344	10091,36	114,69	1,07637	10514	830,19	830,19	689219,41	7,32%
Νοε-19	10579	10202,74	114,53	1,03854	10608	-29,19	29,19	851,98	0,28%
Δεκ-19	12187	10497,79	123,27	1,07377	10611	1575,82	1575,82	2483197,53	12,93%
Ιαν-20	10285	10691,70	126,69	0,93213	9736	549,49	549,49	301935,75	5,34%
Φεβ-20	11288	10927,08	131,96	0,98591	10401	886,92	886,92	786629,46	7,86%
Μαρ-20	13192	11178,00	137,72	1,12286	12088	1103,65	1103,65	1218050,99	8,37%
Απρ-20	4969	10623,13	104,18	0,76130	10341	-5371,81	5371,81	28856356,12	108,11%
Μαϊ-20	11837	10890,17	112,06	1,01492	10486	1351,16	1351,16	1825632,24	11,41%
Ιουν-20	12345	10964,07	110,22	1,14578	12719	-374,45	374,45	140210,37	3,03%
Ιουλ-20	18860	11183,19	115,49	1,61104	17407	1452,92	1452,92	2110974,08	7,70%
Αυγ-20	11601	11254,50	113,35	1,05133	11999	-398,26	398,26	158611,25	3,43%
Σεπ-20	13381	11510,02	120,24	1,09779	12097	1284,02	1284,02	1648706,97	9,60%
Οκτ-20	12202	11595,61	118,56	1,06814	12518	-316,48	316,48	100158,52	2,59%
Νοε-20	11830	11676,09	116,71	1,02987	12166	-335,62	335,62	112640,95	2,84%
Δεκ-20	12182	11740,05	114,16	1,06142	12663	-480,75	480,75	231122,07	3,95%
Ιαν-21	11801	11949,19	118,76	0,95110	11050	751,38	751,38	564565,66	6,37%
Φεβ-21	13300	12235,50	126,87	1,02048	11898	1402,08	1402,08	1965839,99	10,54%
Μαρ-21	14629	12440,84	130,67	1,14099	13881	747,81	747,81	559213,92	5,11%
Απρ-21	16589	13657,68	183,28	0,91632	9571	7018,24	7018,24	49255751,94	42,31%
Μαϊ-21	12707	13685,34	175,74	0,98537	14047	-1340,43	1340,43	1796753,45	10,55%
Ιουν-21	16307	13904,82	177,86	1,15500	15882	425,30	425,30	180878,73	2,61%
Ιουλ-21	20993	13958,73	171,85	1,57441	22688	-1694,73	1694,73	2872093,50	8,07%
Αυγ-21	15983	14256,90	177,97	1,07518	14856	1127,08	1127,08	1270320,36	7,05%
Σεπ-21	15146	14359,69	174,33	1,08308	15846	-700,48	700,48	490673,10	4,62%
Οκτ-21	13118	14268,59	161,48	1,01727	15524	-2406,35	2406,35	5790532,84	18,34%
Νοε-21	13433	14266,68	153,56	0,99967	14861	-1428,06	1428,06	2039357,82	10,63%
Δεκ-21	16119	14510,51	157,93	1,07832	15306	813,11	813,11	661148,52	5,04%
							MAD	MSE	MAPE
							1567,664	4847869,234	15,57%

Πίνακας 4.2-5 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)

Από τα μέτρα σφάλματος για τη μέθοδο Holt-Winters, στο σύνολο των ετών, προκύπτει ότι η συγκεκριμένη μέθοδος παράγει τις ακριβέστερες προβλέψεις, σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους που εφαρμόστηκαν.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2018	1894,43	5472401,37	20,09%
2019	1770,88	6146687,04	18,62%
2020	1158,79	3124252,40	14,52%
2021	1654,59	5620594,15	10,94%

Σύμφωνα με την ετήσια ανάλυση των μέτρων σφάλματος, παρατηρείται ότι τα υψηλότερα σφάλματα σημειώνονται το έτος 2018 και με την πάροδο των ετών φθίνουν.

4.2.5. Συνδυαστική πρόβλεψη «Φαρμάκου 1»

Η μέθοδος Holt-Winters σημειώνει τα χαμηλότερα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 1», επομένως είναι η μέθοδος που θα συνδυαστεί με τη μηνιαία στοχοθεσία.

	MAD	MSE	MAPE
Γραμμική Παλινδρόμηση	1914,17	11108897,30	29,75%
Στόχος	1448,86	7840272,18	23,51%
Εκθετική εξομάλυνση	1734,96	5946893,50	16,86%
Holt	1657,84	5643775,38	16,69%
Holt-Winters	1567,66	4847869,23	15,57%

Πίνακας 4.2-6 Σύγκριση μεθόδων «Φάρμακο 1»

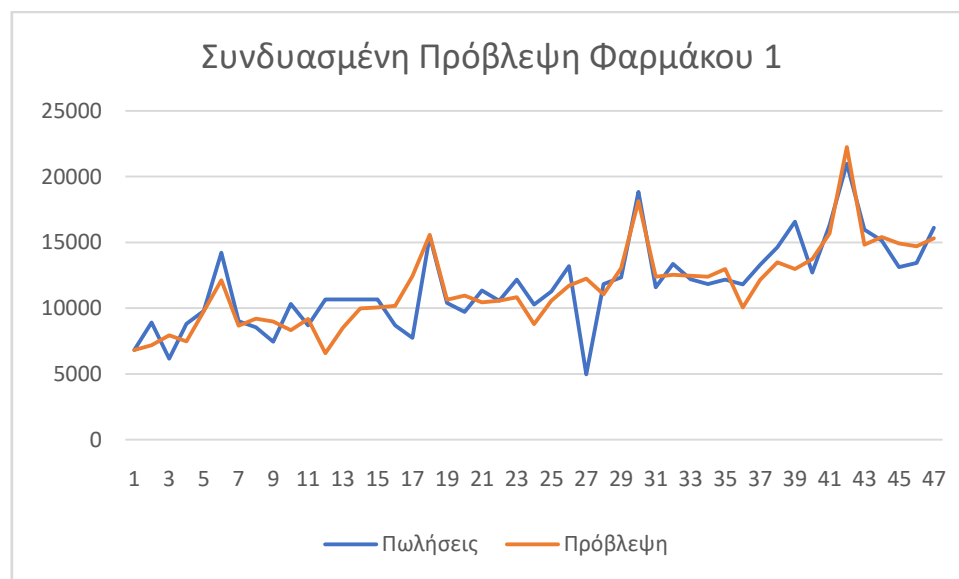
Το χρονικό εύρος της συνδυασμένης πρόβλεψης της στοχοθεσίας με τη μέθοδο Holt-Winters ξεκινάει από το Φεβρουάριο του 2018, διότι από εκεί ξεκινάνε οι διαθέσιμες προβλέψεις με τη μέθοδο Holt-Winters, έως το Δεκέμβριο του 2021.

Ο συνδυασμός της στοχοθεσίας με τη μέθοδο Holt-Winters πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Excel. Η βέλτιστη βαρύτητα μεταξύ των δύο μεθόδων ορίστηκε με το εργαλείο Solver, όπου το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέσο σφάλμα τετραγώνου (MSE) και οι συντελεστές βαρύτητας είναι οι εξής:

Συντελεστές Βαρύτητας	
Holt-Winters	0,34
Στόχος	0,66
Σύνολο	1
MSE	3419336,93

Για την ελαχιστοποίηση του MSE, οι συντελεστές που προκύπτουν είναι για τη μέθοδο Holt-Winters 0,34 και για τη στοχοθεσία 0,66. Επομένως η πρόβλεψη με των συνδυασμό των μεθόδων θα λαμβάνει υπόψη κατά 34% τη μέθοδο Holt-Winters και κατά 66% τη στοχοθεσία.

Στο γράφημα 4.2-5 παρουσιάζονται οι πωλήσεις και οι προβλέψεις της συνδυασμένης μεθόδου για το «Φάρμακο 1».



Γράφημα 4.2-5 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 1

Όπως φαίνεται στο γράφημα 4.1-5, οι προβλέψεις ακολουθούν τα μοτίβα εποχικότητας και την τάση των πωλήσεων του «Φαρμάκου 1» πλησιάζοντας τις πραγματικές πωλήσεις.

Οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος της συνδυασμένης πρόβλεψης είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	$E(t)$	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Φεβ-18	6823	6823,00	0,00	0,00	0,00	0,00%
Μαρ-18	8907	7201,97	1705,03	1705,03	2907133,71	19,14%

Απρ-18	6174	7956,06	-1782,06	1782,06	3175750,15	28,86%
Μαϊ-18	8827	7491,92	1335,08	1335,08	1782449,41	15,13%
Ιουν-18	9785	9763,52	21,48	21,48	461,38	0,22%
Ιουλ-18	14235	12133,93	2101,07	2101,07	4414514,92	14,76%
Αυγ-18	9000	8682,13	317,87	317,87	101041,27	3,53%
Σεπ-18	8540	9216,51	-676,51	676,51	457667,98	7,92%
Οκτ-18	7448	8981,44	-1533,44	1533,44	2351434,96	20,59%
Νοε-18	10322	8338,34	1983,66	1983,66	3934897,17	19,22%
Δεκ-18	8701	9196,47	-495,47	495,47	245494,14	5,69%
Ιαν-19	10663	6586,04	4076,96	4076,96	16621581,87	38,23%
Φεβ-19	10664	8525,90	2138,10	2138,10	4571490,13	20,05%
Μαρ-19	10663	9997,92	665,08	665,08	442336,67	6,24%
Απρ-19	10664	10059,17	604,83	604,83	365818,50	5,67%
Μαϊ-19	8690	10194,72	-1504,72	1504,72	2264189,96	17,32%
Ιουν-19	7744	12452,12	-4708,12	4708,12	22166354,77	60,80%
Ιουλ-19	15480	15584,29	-104,29	104,29	10876,63	0,67%
Αυγ-19	10410	10655,76	-245,76	245,76	60399,68	2,36%
Σεπ-19	9726	10966,85	-1240,85	1240,85	1539701,66	12,76%
Οκτ-19	11344	10440,72	903,28	903,28	815920,81	7,96%
Νοε-19	10579	10566,14	12,86	12,86	165,38	0,12%
Δεκ-19	12187	10849,54	1337,46	1337,46	1788789,03	10,97%
Ιαν-20	10285	8804,87	1480,13	1480,13	2190783,51	14,39%
Φεβ-20	11288	10578,83	709,17	709,17	502922,93	6,28%
Μαρ-20	13192	11718,86	1473,14	1473,14	2170146,02	11,17%
Απρ-20	4969	12263,70	-7294,70	7294,70	53212634,97	146,80%
Μαϊ-20	11837	11051,07	785,93	785,93	617690,10	6,64%
Ιουν-20	12345	13059,85	-714,85	714,85	511011,10	5,79%
Ιουλ-20	18860	18143,32	716,68	716,68	513630,72	3,80%
Αυγ-20	11601	12403,40	-802,40	802,40	643848,07	6,92%
Σεπ-20	13381	12538,74	842,26	842,26	709395,81	6,29%
Οκτ-20	12202	12469,04	-267,04	267,04	71310,61	2,19%
Νοε-20	11830	12386,33	-556,33	556,33	309500,97	4,70%
Δεκ-20	12182	12972,60	-790,60	790,60	625041,45	6,49%
Ιαν-21	11801	10072,05	1728,95	1728,95	2989253,00	14,65%

Φεβ-21	13300	12160,71	1139,29	1139,29	1297974,20	8,57%	
Μαρ-21	14629	13494,68	1134,32	1134,32	1286683,34	7,75%	
Απρ-21	16589	12977,91	3611,09	3611,09	13039984,78	21,77%	
Μαϊ-21	12707	13731,94	-1024,94	1024,94	1050505,93	8,07%	
Ιουν-21	16307	15679,29	627,71	627,71	394024,67	3,85%	
Ιουλ-21	20993	22246,51	-1253,51	1253,51	1571286,88	5,97%	
Αυγ-21	15983	14824,11	1158,89	1158,89	1343022,80	7,25%	
Σεπ-21	15146	15419,28	-273,28	273,28	74681,09	1,80%	
Οκτ-21	13118	14934,30	-1816,30	1816,30	3298949,04	13,85%	
Νοε-21	13433	14710,89	-1277,89	1277,89	1633015,26	9,51%	
Δεκ-21	16119	15323,34	795,66	795,66	633068,12	4,94%	
					MAD	MSE	MAPE
					1314,24	3419336,93	13,78%

Πίνακας 4.2-7 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)

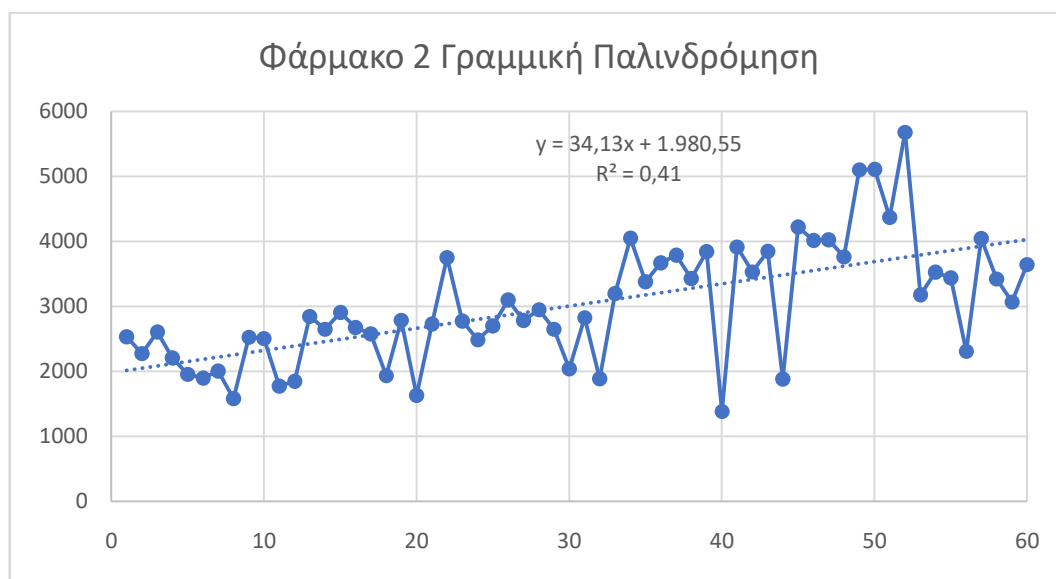
Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2018	1086,52	1760985,92	12,28%
2019	1461,86	4220635,42	15,26%
2020	1369,44	5173159,69	18,46%
2021	1320,15	2384370,76	9,00%

Οι προβλέψεις του συνδυασμού των δύο μεθόδων σύμφωνα με τα μέτρα σφάλματος είναι ακριβέστερες σε σχέση με τη μέθοδο Holt-Winters και τη στοχοθεσία μεμονωμένα. Η συνδυασμένη πρόβλεψη αποδίδει μικρότερα σφάλματα, διότι σε κάποιες περιόδους η ποσοτική πρόβλεψη υπερεκτιμά, η ποιοτική υποεκτιμά τις προβλέψεις και το αντίστροφο, με αποτέλεσμα ο συνδυασμός των προβλέψεων με τα κατάλληλα βάρη να είναι πιο κοντά στις πραγματικές πωλήσεις.

4.3. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 2»

Η πρώτη μέθοδος που θα εφαρμοστεί είναι η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης στις μηνιαίες πωλήσεις του «Φαρμάκου 2» με σκοπό την παρατήρηση των εποχικών διακυμάνσεων και της τάσης. Η δημιουργία του γραφήματος, η γραμμή τάσης, η εξίσωση του γραφήματος και η τιμή συντελεστή προσδιορισμού (r^2) έγιναν με τη

χρήση του λογισμικού Excel. Στο γράφημα 4.3-1 παρουσιάζονται οι πωλήσεων από τον Ιανουάριο του 2017 έως το Δεκέμβριο του 2021 με γραμμική τάση.



Γράφημα 4.3-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 2

Σύμφωνα με το γράφημα 4.3-1 η τάση είναι αυξητική και η εξίσωση που προκύπτει με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι η εξής: $y = 34,13x + 1.980,55$. Η τιμή R^2 είναι χαμηλή ($R^2 = 0,41$) γεγονός που οφείλεται στις εποχικές διακυμάνσεις που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι προβλέψεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι τιμές της γραμμής τάσης για κάθε περίοδο και παρουσιάζονται στον πίνακα 4.3-1 μαζί με τα μέτρα σφάλματος.

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Ιαν-17	2531	2015	516,32	266586,34	20%
Φεβ-17	2278	2049	229,19	52528,06	10%
Μαρ-17	2605	2083	522,06	272546,64	20%
Απρ-17	2207	2117	89,93	8087,40	4%
Μαϊ-17	1958	2151	193,20	37326,24	10%
Ιουν-17	1897	2185	288,33	83134,19	15%
Ιουλ-17	2005	2219	214,46	45993,09	11%
Αυγ-17	1580	2254	673,59	453723,49	43%
Σεπ-17	2530	2288	242,28	58699,60	10%
Οκτ-17	2509	2322	187,15	35025,12	7%
Νοε-17	1774	2356	581,98	338700,72	33%
Δεκ-17	1847	2390	543,11	294968,47	29%

Ιαν-18	2849	2424	424,76	180421,06	15%
Φεβ-18	2653	2458	194,63	37880,84	7%
Μαρ-18	2905	2493	412,50	170156,25	14%
Απρ-18	2674	2527	147,37	21717,92	6%
Μαϊ-18	2577	2561	16,24	263,74	1%
Ιουν-18	1938	2595	656,89	431504,47	34%
Ιουλ-18	2790	2629	160,98	25914,56	6%
Αυγ-18	1629	2663	1034,15	1069466,22	63%
Σεπ-18	2729	2697	31,72	1006,16	1%
Οκτ-18	3756	2731	1024,59	1049784,67	27%
Νοε-18	2774	2766	8,46	71,57	0%
Δεκ-18	2490	2800	309,67	95895,51	12%
Ιαν-19	2699	2834	134,80	18171,04	5%
Φεβ-19	3099	2868	231,07	53393,34	7%
Μαρ-19	2784	2902	118,06	13938,16	4%
Απρ-19	2953	2936	16,81	282,58	1%
Μαϊ-19	2652	2970	318,32	101327,62	12%
Ιουν-19	2040	3004	964,45	930163,80	47%
Ιουλ-19	2830	3039	208,58	43505,62	7%
Αυγ-19	1888	3073	1184,71	1403537,78	63%
Σεπ-19	3198	3107	91,16	8310,15	3%
Οκτ-19	4049	3141	908,03	824518,48	22%
Νοε-19	3380	3175	204,90	41984,01	6%
Δεκ-19	3669	3209	459,77	211388,45	13%
Ιαν-20	3789	3243	545,64	297723,01	14%
Φεβ-20	3428	3277	150,51	22653,26	4%
Μαρ-20	3841	3312	529,38	280243,18	14%
Απρ-20	1387	3346	1958,75	3836701,56	141%
Μαϊ-20	3918	3380	538,12	289573,13	14%
Ιουν-20	3534	3414	119,99	14397,60	3%
Ιουλ-20	3847	3448	398,86	159089,30	10%
Αυγ-20	1883	3482	1599,27	2557664,53	85%
Σεπ-20	4222	3516	705,60	497871,36	17%
Οκτ-20	4013	3551	462,47	213878,50	12%

Νοε-20	4026	3585	441,34	194781,00	11%
Δεκ-20	3766	3619	147,21	21670,78	4%
Ιαν-21	5105	3653	1452,08	2108536,33	28%
Φεβ-21	5107	3687	1419,95	2016258,00	28%
Μαρ-21	4370	3721	648,82	420967,39	15%
Απρ-21	5682	3755	1926,69	3712134,36	34%
Μαϊ-21	3177	3789	612,44	375082,75	19%
Ιουν-21	3527	3824	296,57	87953,76	8%
Ιουλ-21	3437	3858	420,70	176988,49	12%
Αυγ-21	2313	3892	1578,83	2492704,17	68%
Σεπ-21	4045	3926	119,04	14170,52	3%
Οκτ-21	3426	3960	534,09	285252,13	16%
Νοε-21	3072	3994	922,22	850489,73	30%
Δεκ-21	3648	4028	380,35	144666,12	10%
			MAD	MSE	MAPE
			524,22	495889,57	19,85%

Πίνακας 4.3-Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)

Τα μέτρα σφάλματος για το σύνολο των ετών είναι υψηλά, διότι υπάρχουν εποχικές διακυμάνσεις αλλά και απρόβλεπτες μεταβολές της ζήτησης.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	356,80	162276,61	18%
2018	368,50	257006,91	16%
2019	403,39	304210,09	16%
2020	633,10	698853,94	27%
2021	859,32	1057100,31	23%

Τα μεγαλύτερα σφάλματα εντοπίζονται το έτος 2020, λόγω των επιπτώσεων της πανδημίας στη ζήτηση του φαρμάκου.

Λόγω της ύπαρξης έντονων μεταβολών στις πωλήσεις του «Φαρμάκου 2» δεν θα γίνει εφαρμογή των μεθόδων του απλού κινητού μέσου και του σταθμικού κινητού μέσου. Στη συνέχεια θα εφαρμοστούν μέθοδοι εξομάλυνσης, όπως η εκθετική εξομάλυνση, η μέθοδος Holt και η μέθοδος Holt-Winters για το δεύτερο φάρμακο.

4.3.1. Στοχοθεσία «Φαρμάκου 2»

Για να πραγματοποιηθεί η ανάλυση της στοχοθεσίας σε μηνιαία βάση, οι συντελεστές των μηνών θα πολλαπλασιαστούν με τον ετήσιο στόχο, ούτως ώστε να χωριστεί ο ετήσιος στόχος σε μηνιαίο και να συμφωνεί με την εποχικότητα που εμφανίζεται στις πωλήσεις του «Φαρμάκου 2». Επίσης, μέσω των μέτρων σφάλματος θα πραγματοποιηθεί σύγκριση με τις ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης.

Μήνας	Πωλήσεις	Στόχος	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Ιαν-17	2531	3038	506,65	256698,56	20%
Φεβ-17	2278	2951	672,80	452660,36	30%
Μαρ-17	2605	2989	384,47	147813,98	15%
Απρ-17	2207	2670	462,69	214081,75	21%
Μαϊ-17	1958	2579	620,69	385254,19	32%
Ιουν-17	1897	2307	409,54	167725,78	22%
Ιουλ-17	2005	2693	687,63	472833,37	34%
Αυγ-17	1580	1706	125,64	15784,74	8%
Σεπ-17	2530	3025	495,50	245517,48	20%
Οκτ-17	2509	3270	761,42	579765,39	30%
Νοε-17	1774	2710	935,88	875878,77	53%
Δεκ-17	1847	2763	916,09	839216,08	50%
Ιαν-18	2849	4782	1933,22	3737321,62	68%
Φεβ-18	2653	4645	1992,48	3969977,52	75%
Μαρ-18	2905	4706	1801,35	3244868,01	62%
Απρ-18	2674	4203	1528,92	2337609,60	57%
Μαϊ-18	2577	4060	1482,66	2198280,75	58%
Ιουν-18	1938	3631	1693,22	2866989,73	87%
Ιουλ-18	2790	4239	1449,04	2099710,08	52%
Αυγ-18	1629	2685	1056,21	1115569,46	65%
Σεπ-18	2729	4763	2034,08	4137466,52	75%
Οκτ-18	3756	5149	1392,67	1939519,58	37%
Νοε-18	2774	4266	1492,20	2226668,68	54%
Δεκ-18	2490	4350	1859,96	3459456,44	75%
Ιαν-19	2699	3818	1118,97	1252091,93	41%
Φεβ-19	3099	3709	609,80	371861,11	20%

Μαρ-19	2784	3757	973,40	947511,48	35%
Απρ-19	2953	3355	402,48	161991,39	14%
Μαϊ-19	2652	3241	589,10	347043,36	22%
Ιουν-19	2040	2899	859,05	737966,79	42%
Ιουλ-19	2830	3384	554,31	307263,20	20%
Αυγ-19	1888	2144	255,78	65424,80	14%
Σεπ-19	3198	3803	604,69	365648,96	19%
Οκτ-19	4049	4111	61,53	3786,19	2%
Νοε-19	3380	3406	26,00	676,05	1%
Δεκ-19	3669	3473	196,13	38466,47	5%
Ιαν-20	3789	4208	419,13	175667,08	11%
Φεβ-20	3428	4088	659,81	435344,01	19%
Μαρ-20	3841	4141	300,37	90222,20	8%
Απρ-20	1387	3698	2311,38	5342465,80	167%
Μαϊ-20	3918	3572	345,69	119500,50	9%
Ιουν-20	3534	3195	338,70	114715,51	10%
Ιουλ-20	3847	3730	116,84	13652,64	3%
Αυγ-20	1883	2363	479,86	230261,21	25%
Σεπ-20	4222	4191	30,71	943,40	1%
Οκτ-20	4013	4531	517,59	267895,64	13%
Νοε-20	4026	3754	271,94	73951,68	7%
Δεκ-20	3766	3828	61,76	3814,70	2%
Ιαν-21	5105	4565	540,16	291770,74	11%
Φεβ-21	5107	4434	672,68	452495,62	13%
Μαρ-21	4370	4492	122,43	14988,28	3%
Απρ-21	5682	4012	1670,12	2789293,09	29%
Μαϊ-21	3177	3875	698,13	487385,53	22%
Ιουν-21	3527	3466	60,84	3701,10	2%
Ιουλ-21	3437	4046	609,35	371312,43	18%
Αυγ-21	2313	2563	250,15	62575,24	11%
Σεπ-21	4045	4547	501,57	251575,34	12%
Οκτ-21	3426	4915	1488,64	2216037,34	43%
Νοε-21	3072	4072	1000,28	1000568,73	33%
Δεκ-21	3648	4152	504,24	254253,83	14%

MAD	MSE	MAPE
781,98	960846,53	30%

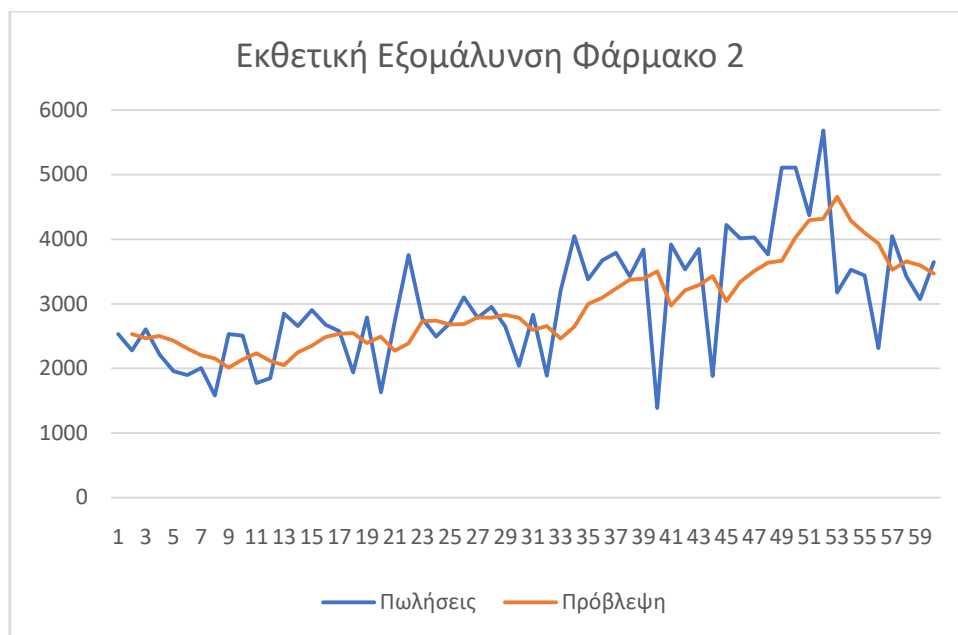
Πίνακας 4.3-2 Στόχος Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)

Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	581,58	387769,20	28%
2018	1643,00	2777786,50	64%
2019	520,94	383310,98	19%
2020	487,81	572369,53	23%
2021	676,55	682996,44	18%

Τα μέτρα σφάλματος για τη μηνιαία στοχοθεσία είναι υψηλά. Τα μεγαλύτερα μέτρα σφάλματος εντοπίζονται το έτος 2018, όπου είχε οριστεί πολύ μεγαλύτερος στόχος σε σχέση με τις πραγματικές πωλήσεις του έτους.

4.3.2. Εκθετική εξομάλυνση «Φαρμάκου 2»

Η εφαρμογή της μεθόδου εκθετικής εξομάλυνσης για το «Φάρμακο 2» πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό QM. Μέσω του λογισμικού βρέθηκε η βέλτιστη τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης (α) όπου είναι $\alpha = 0,25$ βάση του ελάχιστου MSE. Η επιλογή του συγκεκριμένου μέτρου σφάλματος έγινε διότι είναι πιο ευαίσθητο στις μεταβολές του σφάλματος λόγω του τετραγώνου. Η μικρή τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης θα ενσωματώσει πιο αργά το σφάλμα της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου με αποτέλεσμα οι προβλέψεις να είναι εξομαλυσμένες.



Γράφημα 4.3-2 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 2

Οι τιμές που παίρνει το μέσο σφάλμα τετραγώνου για όλες τις τιμές του συντελεστή εξομάλυνσης είναι οι εξής:

Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE
0	1104203	0,17	565679,2	0,34	564590,6	0,51	600368,6	0,68	665882,9	0,85	764362,5
0,01	980855,1	0,18	563701,9	0,35	565862,9	0,52	603389,5	0,69	670707,4	0,86	771339,9
0,02	882725,3	0,19	562133,3	0,36	567244,1	0,53	606511,9	0,7	675645,3	0,87	778463,4
0,03	807091,3	0,2	560910,3	0,37	568732,2	0,54	609736,6	0,71	680698,3	0,88	785736,5
0,04	749621,3	0,21	559984,6	0,38	570326,3	0,55	613063,8	0,72	685867,1	0,89	793161,9
0,05	706134,6	0,22	559316,9	0,39	572024,7	0,56	616493,9	0,73	691153,4	0,9	800742,7
0,06	673165,3	0,23	558877,4	0,4	573826,9	0,57	620027,1	0,74	696558,7	0,91	808482,9
0,07	648030,4	0,24	558641,4	0,41	575732,1	0,58	623664,2	0,75	702084,3	0,92	816385,3
0,08	628722,9	0,25	558589,6	0,42	577739,5	0,59	627405,8	0,76	707731,8	0,93	824454,3
0,09	613765,1	0,26	558706,2	0,43	579848,7	0,6	631252	0,77	713503,3	0,94	832693,3
0,1	602075,4	0,27	558978,9	0,44	582059,4	0,61	635203,6	0,78	719400,1	0,95	841106,6
0,11	592862,7	0,28	559397,2	0,45	584371,9	0,62	639261,7	0,79	725424,2	0,96	849698,6
0,12	585546,3	0,29	559952,8	0,46	586785,1	0,63	643426,4	0,8	731577,9	0,97	858473,6
0,13	579696,8	0,3	560639	0,47	589299,6	0,64	647699	0,81	737862,9	0,98	867436,6
0,14	574996,1	0,31	561450	0,48	591915,1	0,65	652079,8	0,82	744281,4	0,99	876592,2
0,15	571205,6	0,32	562381,3	0,49	594631,8	0,66	656570,3	0,83	750836	1	885945,6
0,16	568145,5	0,33	563429,3	0,5	597449,6	0,67	661170,8	0,84	757528,8		

Στον πίνακα 4.3-3αναγράφονται οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 2» με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης και συντελεστή εξομάλυνσης $\alpha = 0,25$.

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Ιαν-17	2531				
Φεβ-17	2278	2531	253,00	64009,00	11,11%
Μαρ-17	2605	2468	137,25	18837,56	5,27%
Απρ-17	2207	2502	295,06	87061,88	13,37%
Μαϊ-17	1958	2428	470,30	221179,20	24,02%
Ιουν-17	1897	2311	413,72	171166,40	21,81%
Ιουλ-17	2005	2207	202,29	40922,05	10,09%
Αυγ-17	1580	2157	576,72	332604,80	36,50%
Σεπ-17	2530	2013	517,46	267765,60	20,45%
Οκτ-17	2509	2142	367,10	134759,10	14,63%
Νοε-17	1774	2234	459,68	211304,30	25,91%
Δεκ-17	1847	2119	271,76	73852,84	14,71%
Ιαν-18	2849	2051	798,18	637092,80	28,02%
Φεβ-18	2653	2250	402,64	162115,50	15,18%
Μαρ-18	2905	2351	553,98	306890,30	19,07%
Απρ-18	2674	2490	184,48	34033,86	6,90%
Μαϊ-18	2577	2536	41,36	1710,82	1,61%
Ιουν-18	1938	2546	607,98	369637,90	31,37%
Ιουλ-18	2790	2394	396,02	156828,80	14,19%
Αυγ-18	1629	2493	863,99	746474,90	53,04%
Σεπ-18	2729	2277	452,01	204312,40	16,56%
Οκτ-18	3756	2390	1366,01	1865975,00	36,37%
Νοε-18	2774	2731	42,51	1806,69	1,53%
Δεκ-18	2490	2742	252,12	63565,05	10,13%
Ιαν-19	2699	2679	19,91	396,38	0,74%
Φεβ-19	3099	2684	414,93	172168,50	13,39%
Μαρ-19	2784	2788	3,80	14,45	0,14%
Απρ-19	2953	2787	166,15	27605,55	5,63%
Μαϊ-19	2652	2828	176,39	31112,79	6,65%
Ιουν-19	2040	2784	744,29	553969,10	36,49%

Ιουλ-19	2830	2598	231,78	53722,77	8,19%
Αυγ-19	1888	2656	768,16	590075,30	40,69%
Σεπ-19	3198	2464	733,88	538576,10	22,95%
Οκτ-19	4049	2648	1401,41	1963945,00	34,61%
Νοε-19	3380	2998	382,06	145966,90	11,30%
Δεκ-19	3669	3093	575,54	331248,60	15,69%
Ιαν-20	3789	3237	551,66	304324,90	14,56%
Φεβ-20	3428	3375	52,74	2781,76	1,54%
Μαρ-20	3841	3388	452,56	204807,70	11,78%
Απρ-20	1387	3502	2114,58	4471458,00	152,46%
Μαϊ-20	3918	2973	945,06	893144,50	24,12%
Ιουν-20	3534	3209	324,80	105493,30	9,19%
Ιουλ-20	3847	3290	556,60	309801,50	14,47%
Αυγ-20	1883	3430	1546,55	2391821,00	82,13%
Σεπ-20	4222	3043	1179,09	1390245,00	27,93%
Οκτ-20	4013	3338	675,32	456050,30	16,83%
Νοε-20	4026	3507	519,49	269866,00	12,90%
Δεκ-20	3766	3636	129,62	16799,98	3,44%
Ιαν-21	5105	3669	1436,21	2062702,00	28,13%
Φεβ-21	5107	4028	1079,16	1164582,00	21,13%
Μαρ-21	4370	4298	72,37	5237,22	1,66%
Απρ-21	5682	4316	1366,28	1866711,00	24,05%
Μαϊ-21	3177	4657	1480,29	2191267,00	46,59%
Ιουν-21	3527	4287	760,22	577934,10	21,55%
Ιουλ-21	3437	4097	660,17	435817,90	19,21%
Αυγ-21	2313	3932	1619,12	2621562,00	70,00%
Σεπ-21	4045	3527	517,66	267969,00	12,80%
Οκτ-21	3426	3657	230,76	53248,83	6,74%
Νοε-21	3072	3599	527,07	277800,50	17,16%
Δεκ-21	3648	3467	180,70	32652,21	4,95%
			MAD	MSE	MAPE
			585,12	558589,60	21,59%

Πίνακας 4.3-3 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)

Από τα μέτρα σφάλματος με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης προκύπτει ότι οι προβλέψεις έχουν υψηλά σφάλματα για το σύνολο των ετών.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	360,39	147587,52	17,99%
2018	496,77	379203,67	19,50%
2019	468,19	367400,12	16,37%
2020	754,00	901382,83	30,95%
2021	827,50	963123,65	22,83%

Όπως προκύπτει και από την ετήσια ανάλυση, τα μέτρα σφάλματος είναι υψηλά ειδικά τα έτη 2020 και 2021.

4.3.3. Μέθοδος Holt«Φαρμάκου 2»

Η μέθοδος Holtπροσαρμόζει την τάση στην πρόβλεψη, μέσω της παραμέτρου β . Η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε με το λογισμικό Excel, όπου οι βέλτιστοι παράμετροι εξομάλυνσης βρέθηκαν μέσω του Solver και το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέτρο σφάλματος MSE. Οι βέλτιστες τιμές των παραμέτρων εξομάλυνσης είναι $\alpha=0,28$ και $\beta=0,00$. Οι βέλτιστες τιμές του MSEπροκύπτουν όταν η παράμετρος β είναι μηδενική, επομένως όταν δεν προσαρμόζεται η τάση στις προβλέψεις. Επομένως τα αποτελέσματα είναι ίδια με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης.

Παράμετροι εξομάλυνσης	
α	0,28
β	0,00
MAD	584,66
MSE	567993,18
MAPE	21,64%

Μήνας	Πωλήσεις	A(t)	T(t)	Πρόβλεψη	E(t)	 E(t) 	E(t)²	 E(t) /D(t)
Ιαν-17	2531	2531,00	0					
Φεβ-17	2278	2459,89	0,00	2531	-253,00	253,00	64009,00	11,11%
Μαρ-17	2605	2500,67	0,00	2460	145,11	145,11	21058,35	5,57%
Απρ-17	2207	2418,13	0,00	2501	-293,67	293,67	86244,97	13,31%

Μαϊ-17	1958	2288,79	0,00	2418	-460,13	460,13	211716,69	23,50%
Ιουν-17	1897	2178,66	0,00	2289	-391,79	391,79	153500,40	20,65%
Ιουλ-17	2005	2129,85	0,00	2179	-173,66	173,66	30159,17	8,66%
Αυγ-17	1580	1975,29	0,00	2130	-549,85	549,85	302334,28	34,80%
Σεπ-17	2530	2131,21	0,00	1975	554,71	554,71	307698,77	21,93%
Οκτ-17	2509	2237,40	0,00	2131	377,79	377,79	142721,90	15,06%
Νοε-17	1774	2107,15	0,00	2237	-463,40	463,40	214744,17	26,12%
Δεκ-17	1847	2034,02	0,00	2107	-260,15	260,15	67676,97	14,08%
Ιαν-18	2849	2263,10	0,00	2034	814,98	814,98	664186,14	28,61%
Φεβ-18	2653	2372,70	0,00	2263	389,90	389,90	152019,81	14,70%
Μαρ-18	2905	2522,32	0,00	2373	532,30	532,30	283345,70	18,32%
Απρ-18	2674	2564,96	0,00	2522	151,68	151,68	23006,57	5,67%
Μαϊ-18	2577	2568,34	0,00	2565	12,04	12,04	145,06	0,47%
Ιουν-18	1938	2391,16	0,00	2568	-630,34	630,34	397330,14	32,53%
Ιουλ-18	2790	2503,27	0,00	2391	398,84	398,84	159072,77	14,30%
Αυγ-18	1629	2257,52	0,00	2503	-874,27	874,27	764346,54	53,67%
Σεπ-18	2729	2390,05	0,00	2258	471,48	471,48	222289,90	17,28%
Οκτ-18	3756	2774,00	0,00	2390	1365,95	1365,95	1865820,97	36,37%
Νοε-18	2774	2774,00	0,00	2774	0,00	0,00	0,00	0,00%
Δεκ-18	2490	2694,17	0,00	2774	-284,00	284,00	80656,00	11,41%
Ιαν-19	2699	2695,53	0,00	2694	4,83	4,83	23,32	0,18%
Φεβ-19	3099	2808,94	0,00	2696	403,47	403,47	162789,14	13,02%
Μαρ-19	2784	2801,93	0,00	2809	-24,94	24,94	621,96	0,90%
Απρ-19	2953	2844,39	0,00	2802	151,07	151,07	22822,44	5,12%
Μαϊ-19	2652	2790,31	0,00	2844	-192,39	192,39	37015,10	7,25%
Ιουν-19	2040	2579,41	0,00	2790	-750,31	750,31	562971,00	36,78%
Ιουλ-19	2830	2649,85	0,00	2579	250,59	250,59	62795,02	8,85%
Αυγ-19	1888	2435,70	0,00	2650	-761,85	761,85	580412,36	40,35%
Σεπ-19	3198	2649,97	0,00	2436	762,30	762,30	581097,27	23,84%
Οκτ-19	4049	3043,22	0,00	2650	1399,03	1399,03	1957272,90	34,55%
Νοε-19	3380	3137,89	0,00	3043	336,78	336,78	113419,52	9,96%
Δεκ-19	3669	3287,17	0,00	3138	531,11	531,11	282082,38	14,48%
Ιαν-20	3789	3428,23	0,00	3287	501,83	501,83	251828,44	13,24%
Φεβ-20	3428	3428,17	0,00	3428	-0,23	0,23	0,05	0,01%
Μαρ-20	3841	3544,21	0,00	3428	412,83	412,83	170431,70	10,75%
Απρ-20	1387	2937,85	0,00	3544	-2157,21	2157,21	4653547,83	155,53%
Μαϊ-20	3918	3213,35	0,00	2938	980,15	980,15	960702,41	25,02%
Ιουν-20	3534	3303,48	0,00	3213	320,65	320,65	102813,81	9,07%
Ιουλ-20	3847	3456,26	0,00	3303	543,52	543,52	295410,31	14,13%
Αυγ-20	1883	3014,04	0,00	3456	-1573,26	1573,26	2475142,90	83,55%
Σεπ-20	4222	3353,58	0,00	3014	1207,96	1207,96	1459175,67	28,61%
Οκτ-20	4013	3538,93	0,00	3354	659,42	659,42	434836,00	16,43%
Νοε-20	4026	3675,84	0,00	3539	487,07	487,07	237233,76	12,10%

Δεκ-20	3766	3701,18	0,00	3676	90,16	90,16	8128,57	2,39%	
Ιαν-21	5105	4095,78	0,00	3701	1403,82	1403,82	1970699,88	27,50%	
Φεβ-21	5107	4380,02	0,00	4096	1011,22	1011,22	1022570,13	19,80%	
Μαρ-21	4370	4377,20	0,00	4380	-10,02	10,02	100,38	0,23%	
Απρ-21	5682	4743,96	0,00	4377	1304,80	1304,80	1702495,74	22,96%	
Μαϊ-21	3177	4303,51	0,00	4744	-1566,96	1566,96	2455376,07	49,32%	
Ιουν-21	3527	4085,24	0,00	4304	-776,51	776,51	602969,65	22,02%	
Ιουλ-21	3437	3903,03	0,00	4085	-648,24	648,24	420220,56	18,86%	
Αυγ-21	2313	3456,09	0,00	3903	-1590,03	1590,03	2528199,77	68,74%	
Σεπ-21	4045	3621,63	0,00	3456	588,91	588,91	346809,49	14,56%	
Οκτ-21	3426	3566,64	0,00	3622	-195,63	195,63	38270,37	5,71%	
Νοε-21	3072	3427,60	0,00	3567	-494,64	494,64	244668,40	16,10%	
Δεκ-21	3648	3489,55	0,00	3428	220,40	220,40	48574,83	6,04%	
							MAD	MSE	MAPE
							584,66	567993,18	21,64%

Πίνακας 4.3-4 Μέθοδος HoltΦαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)

Οι μικρές διαφορές μεταξύ της εκθετικής εξομάλυνσης και της μεθόδου Holt με μηδενικό συντελεστή εξομάλυνσης β οφείλονται στο γεγονός ότι οι αναλύσεις έχουν πραγματοποιηθεί με διαφορετικά λογισμικά. Η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης εφαρμόστηκε με το λογισμικό QM και η μέθοδος Holt με το λογισμικό Excel.

4.3.4. Μέθοδος Holt-Winters «Φαρμάκου 2»

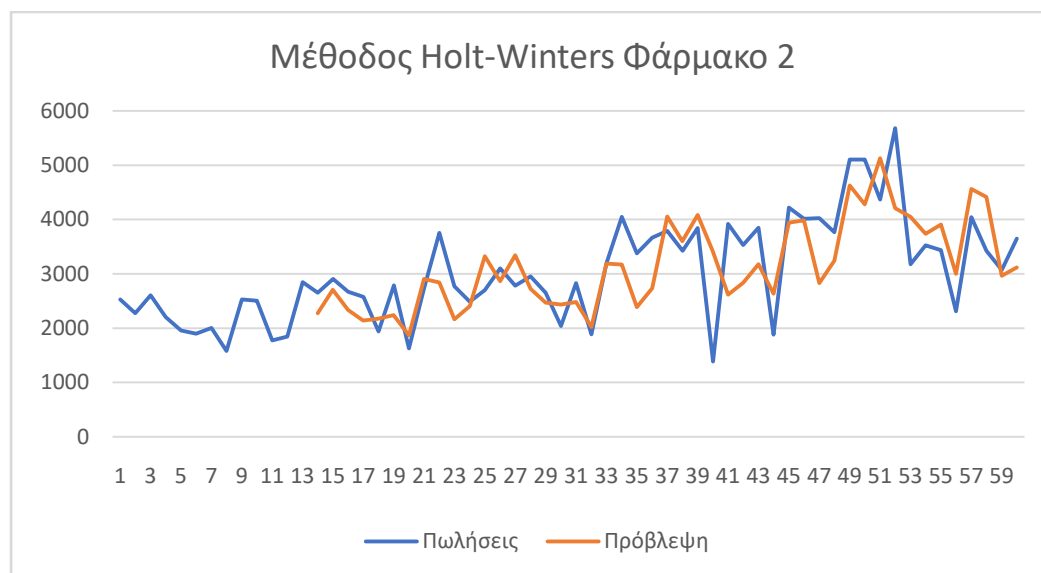
Η μέθοδος Holt-Winters προσαρμόζει εκτός από την τάση και την εποχικότητα στην πρόβλεψη, μέσω της παραμέτρου γ . Η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε με το λογισμικό Excel, όπου οι βέλτιστοι παράμετροι εξομάλυνσης βρέθηκαν μέσω του Solver και το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέτρο σφάλματος MSE. Οι βέλτιστες τιμές των παραμέτρων εξομάλυνσης είναι $\alpha=0,23$, $\beta=0,01$ και $\gamma=0,00$.

Παράμετροι εξομάλυνσης	
α	0,23
β	0,01
γ	0,00
MAD	548,46
MSE	465903,52
MAPE	18,43%

Στη μέθοδο Holt-Winters ο συντελεστής εξομάλυνσης γ είναι μηδενικός, επομένως δεν προσαρμόζεται η εποχικότητα. Ο συντελεστής εξομάλυνσης είναι 0,01 και διαφέρει

από τη μέθοδο Holt, διότι δεν υπολογίζεται το έτος 2017 λόγω της αρχικοποίησης του συντελεστή εποχικότητας.

Στο γράφημα 4.3-3, παρουσιάζονται οι πωλήσεις και οι προβλέψεις του «Φαρμάκου 2».



Γράφημα 4.3-3 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 2

Οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος με τη μέθοδο Holt-Winters για το «Φάρμακο 2» είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	A(t)	T(t)	S(t)	Πρόβλεψη	E(t)	E(t)	E(t) ²	E(t) /D(t)
Ιαν-17	2531			1,18083					
Φεβ-17	2278			1,06279					
Μαρ-17	2605			1,21535					
Απρ-17	2207			1,02966					
Μαϊ-17	1958			0,91349					
Ιουν-17	1897			0,88504					
Ιουλ-17	2005			0,93542					
Αυγ-17	1580			0,73714					
Σεπ-17	2530			1,18036					
Οκτ-17	2509			1,17056					
Νοε-17	1774			0,82765					
Δεκ-17	1847			0,86171					
Ιαν-18	2849	2143,42	0,00	1,18083					
Φεβ-18	2653	2225,82	0,57	1,06279	2278	375,00	375,00	140625,00	14,13%
Μαρ-18	2905	2264,66	0,84	1,21535	2706	199,16	199,16	39663,39	6,86%

Απρ-18	2674	2342,91	1,37	1,02966	2333	341,30	341,30	116483,59	12,76%
Μαϊ-18	2577	2455,62	2,15	0,91349	2141	435,51	435,51	189669,07	16,90%
Ιουν-18	1938	2395,17	1,71	0,88504	2175	-237,21	237,21	56270,23	12,24%
Ιουλ-18	2790	2533,68	2,66	0,93542	2242	547,90	547,90	300191,66	19,64%
Αυγ-18	1629	2460,10	2,13	0,73714	1870	-240,64	240,64	57906,97	14,77%
Σεπ-18	2729	2427,15	1,89	1,18036	2906	-177,32	177,32	31441,55	6,50%
Οκτ-18	3756	2611,12	3,15	1,17056	2843	912,66	912,66	832949,85	24,30%
Νοε-18	2774	2786,48	4,35	0,82765	2164	610,29	610,29	372455,91	22,00%
Δεκ-18	2490	2813,90	4,51	0,86171	2405	85,12	85,12	7244,87	3,42%
Ιαν-19	2699	2694,00	3,64	1,18083	3328	-629,05	629,05	395700,24	23,31%
Φεβ-19	3099	2748,62	4,00	1,06279	2867	231,97	231,97	53812,05	7,49%
Μαρ-19	2784	2644,74	3,25	1,21535	3345	-561,39	561,39	315158,58	20,16%
Απρ-19	2953	2699,35	3,61	1,02966	2727	226,46	226,46	51283,28	7,67%
Μαϊ-19	2652	2749,71	3,93	0,91349	2469	182,86	182,86	33437,77	6,90%
Ιουν-19	2040	2648,86	3,20	0,88504	2437	-397,07	397,07	157663,93	19,46%
Ιουλ-19	2830	2739,25	3,81	0,93542	2481	349,20	349,20	121938,56	12,34%
Αυγ-19	1888	2700,60	3,51	0,73714	2022	-134,02	134,02	17961,13	7,10%
Σεπ-19	3198	2705,33	3,52	1,18036	3192	6,18	6,18	38,18	0,19%
Οκτ-19	4049	2884,05	4,74	1,17056	3171	878,12	878,12	771091,59	21,69%
Νοε-19	3380	3167,88	6,68	0,82765	2391	989,09	989,09	978304,89	29,26%
Δεκ-19	3669	3427,54	8,43	0,86171	2736	933,46	933,46	871345,29	25,44%
Ιαν-20	3789	3382,91	8,06	1,18083	4057	-268,28	268,28	71974,16	7,08%
Φεβ-20	3428	3352,32	7,79	1,06279	3604	-175,89	175,89	30937,34	5,13%
Μαρ-20	3841	3313,48	7,47	1,21535	4084	-242,72	242,72	58911,39	6,32%
Απρ-20	1387	2859,96	4,27	1,02966	3419	-2032,46	2032,46	4130903,94	146,54%
Μαϊ-20	3918	3196,98	6,58	0,91349	2616	1301,53	1301,53	1693992,80	33,22%
Ιουν-20	3534	3387,94	7,86	0,88504	2835	698,74	698,74	488231,73	19,77%
Ιουλ-20	3847	3563,19	9,02	0,93542	3177	670,49	670,49	449562,30	17,43%
Αυγ-20	1883	3334,53	7,37	0,73714	2633	-750,23	750,23	562839,95	39,84%
Σεπ-20	4222	3396,78	7,75	1,18036	3945	277,35	277,35	76925,72	6,57%
Οκτ-20	4013	3410,08	7,79	1,17056	3985	27,79	27,79	772,06	0,69%
Νοε-20	4026	3755,68	10,14	0,82765	2829	1197,20	1197,20	1433286,02	29,74%
Δεκ-20	3766	3907,01	11,12	0,86171	3245	520,96	520,96	271402,25	13,83%
Ιαν-21	5105	4012,74	11,77	1,18083	4627	478,38	478,38	228848,08	9,37%
Φεβ-21	5107	4206,85	13,04	1,06279	4277	829,80	829,80	688561,08	16,25%
Μαρ-21	4370	4074,11	12,03	1,21535	5129	-758,64	758,64	575528,77	17,36%

Απρ-21	5682	4420,60	14,35	1,02966	4207	1474,65	1474,65	2174599,29	25,95%	
Μαϊ-21	3177	4211,43	12,80	0,91349	4051	-874,30	874,30	764403,73	27,52%	
Ιουν-21	3527	4168,39	12,41	0,88504	3739	-211,59	211,59	44770,07	6,00%	
Ιουλ-21	3437	4062,51	11,59	0,93542	3911	-473,81	473,81	224499,97	13,79%	
Αυγ-21	2313	3855,43	10,07	0,73714	3003	-690,18	690,18	476350,80	29,84%	
Σεπ-21	4045	3763,08	9,36	1,18036	4563	-517,68	517,68	267992,73	12,80%	
Οκτ-21	3426	3574,95	7,99	1,17056	4416	-989,87	989,87	979840,68	28,89%	
Νοε-21	3072	3613,01	8,20	0,82765	2965	106,58	106,58	11359,10	3,47%	
Δεκ-21	3648	3764,19	9,19	0,86171	3120	527,57	527,57	278334,01	14,46%	
								MAD	MSE	MAPE
								548,46089	465903,523	18,43%

Πίνακας 4.3-5 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)

Τα συνολικά μέτρα σφάλματος είναι χαμηλότερα σε σύγκριση με την εκθετική εξομάλυνση. Ωστόσο είναι υψηλά και οι προβλέψεις που προκύπτουν δεν είναι ακριβείς. Αυτό οφείλεται στις απρόβλεπτες μεταβολές της ζήτησης κατά τη διάρκεια των ετών.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2018	399,26	211716,86	14,74%
2019	459,91	313977,96	15,08%
2020	680,30	772478,31	27,18%
2021	661,09	559590,69	17,14%

Στην ετήσια ανάλυση των μέτρων σφάλματος του δεύτερου φαρμάκου με τη μέθοδο Holt-Winters, παρατηρείται ότι τα υψηλότερα μέτρα σφάλματος είναι το έτος 2020, λόγω των απρόβλεπτων παραγόντων που επηρέασαν τη ζήτηση του «Φαρμάκου 2».

4.3.5. Συνδυαστική πρόβλεψη «Φαρμάκου 2»

Η μέθοδος Holt-Winters σημειώνει τα χαμηλότερα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 1», επομένως είναι η μέθοδος που θα συνδυαστεί με τη μηνιαία στοχοθεσία.

	MAD	MSE	MAPE
Γραμμική Παλινδρόμηση	524,219	495889,572	19,85%
Στόχος	781,976809	960846,53	30,25%
Εκθετική εξομάλυνση	585,118	558589,6	21,59%

Holt	584,658102	567993,179	21,64%
Holt-Winters	548,46	465903,52	18,43%

Πίνακας 4.3-6 Σύγκριση μεθόδων «Φάρμακο 2»

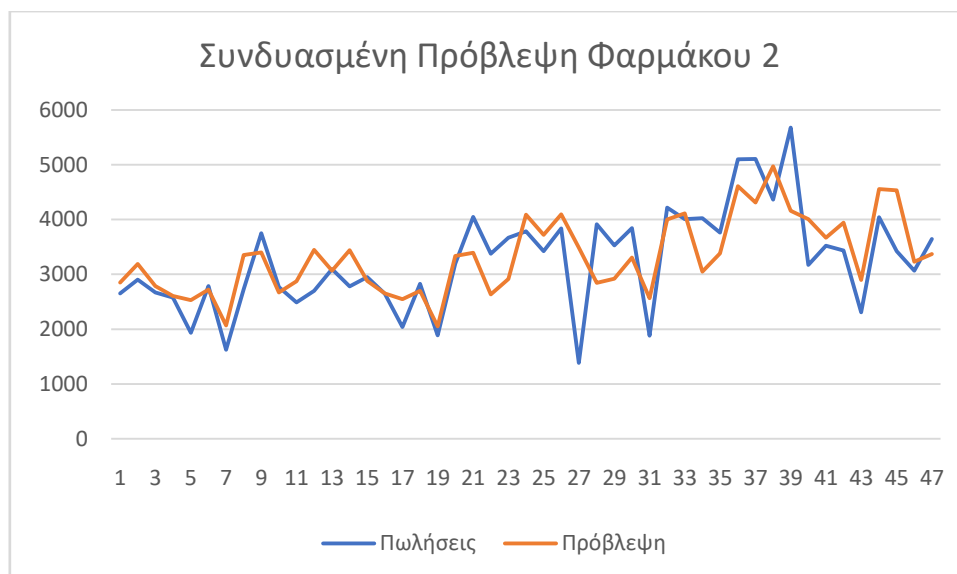
Το χρονικό εύρος της συνδυασμένης πρόβλεψης της στοχοθεσίας με τη μέθοδο Holt-Winters ξεκινάει από το Φεβρουάριο του 2018, διότι από εκεί ξεκινάνε οι διαθέσιμες προβλέψεις με τη μέθοδο Holt-Winters, έως το Δεκέμβριο του 2021.

Ο συνδυασμός της στοχοθεσίας με τη μέθοδο Holt-Winters πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Excel. Η βέλτιστη βαρύτητα μεταξύ των δύο μεθόδων ορίστηκε με το εργαλείο Solver, όπου το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέσο σφάλμα τετραγώνου (MSE) και οι συντελεστές βαρύτητας είναι οι εξής:

Συντελεστές Βαρύτητας	
Holt-Winters	0,76
Στόχος	0,24
Σύνολο	1
MSE	399353,99

Για να ελαχιστοποιηθεί το MSE, οι συντελεστές που προκύπτουν είναι 0,76 για τη μέθοδο Holt-Winters και 0,24 για τη στοχοθεσία. Επομένως η πρόβλεψη με τον συνδυασμό των μεθόδων θα λαμβάνει υπόψη κατά 76% τη μέθοδο Holt-Winters και κατά 24% τη στοχοθεσία.

Στο γράφημα 4.3-4 παρουσιάζονται οι πωλήσεις και οι προβλέψεις της συνδυασμένης μεθόδου για το «Φάρμακο 2».



Γράφημα 4.3-4 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 2

Όπως φαίνεται στο γράφημα 4.3-4η συνδυασμένη πρόβλεψη του Φαρμάκου 2 είναι πιο κοντά στις πραγματικές πωλήσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους.

Οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος της συνδυασμένης πρόβλεψης είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	$E(t)$	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Φεβ-18	2653	2852,32	-199,32	199,32	39729,89	7,51%
Μαρ-18	2905	3191,14	-286,14	286,14	81878,23	9,85%
Απρ-18	2674	2786,40	-112,40	112,40	12633,16	4,20%
Μαϊ-18	2577	2606,82	-29,82	29,82	888,99	1,16%
Ιουν-18	1938	2528,42	-590,42	590,42	348600,11	30,47%
Ιουλ-18	2790	2726,54	63,46	63,46	4027,67	2,27%
Αυγ-18	1629	2067,49	-438,49	438,49	192269,78	26,92%
Σεπ-18	2729	3356,75	-627,75	627,75	394065,10	23,00%
Οκτ-18	3756	3402,59	353,41	353,41	124902,08	9,41%
Νοε-18	2774	2673,75	100,25	100,25	10050,19	3,61%
Δεκ-18	2490	2876,74	-386,74	386,74	149565,41	15,53%
Ιαν-19	2699	3446,90	-747,90	747,90	559349,29	27,71%
Φεβ-19	3099	3071,23	27,77	27,77	771,09	0,90%
Μαρ-19	2784	3445,34	-661,34	661,34	437369,68	23,76%
Απρ-19	2953	2879,12	73,88	73,88	5458,93	2,50%
Μαϊ-19	2652	2656,41	-4,41	4,41	19,44	0,17%

Ιουν-19	2040	2549,14	-509,14	509,14	259223,97	24,96%
Ιουλ-19	2830	2699,98	130,02	130,02	16904,10	4,59%
Αυγ-19	1888	2051,56	-163,56	163,56	26751,09	8,66%
Σεπ-19	3198	3340,01	-142,01	142,01	20166,94	4,44%
Οκτ-19	4049	3398,83	650,17	650,17	422720,80	16,06%
Νοε-19	3380	2637,16	742,84	742,84	551815,44	21,98%
Δεκ-19	3669	2914,41	754,59	754,59	569407,49	20,57%
Ιαν-20	3789	4093,87	-304,87	304,87	92947,95	8,05%
Φεβ-20	3428	3721,28	-293,28	293,28	86014,68	8,56%
Μαρ-20	3841	4097,70	-256,70	256,70	65896,31	6,68%
Απρ-20	1387	3487,12	-2100,12	2100,12	4410521,29	151,41%
Μαϊ-20	3918	2848,34	1069,66	1069,66	1144166,96	27,30%
Ιουν-20	3534	2922,61	611,39	611,39	373803,18	17,30%
Ιουλ-20	3847	3310,81	536,19	536,19	287494,37	13,94%
Αυγ-20	1883	2567,64	-684,64	684,64	468728,73	36,36%
Σεπ-20	4222	4004,48	217,52	217,52	47316,18	5,15%
Οκτ-20	4013	4117,52	-104,52	104,52	10923,40	2,60%
Νοε-20	4026	3053,26	972,74	972,74	946227,15	24,16%
Δεκ-20	3766	3386,40	379,60	379,60	144096,26	10,08%
Ιαν-21	5105	4611,63	493,37	493,37	243411,14	9,66%
Φεβ-21	5107	4315,32	791,68	791,68	626758,48	15,50%
Μαρ-21	4370	4974,30	-604,30	604,30	365177,31	13,83%
Απρ-21	5682	4159,93	1522,07	1522,07	2316696,82	26,79%
Μαϊ-21	3177	4008,56	-831,56	831,56	691499,69	26,17%
Ιουν-21	3527	3672,50	-145,50	145,50	21170,82	4,13%
Ιουλ-21	3437	3943,69	-506,69	506,69	256739,53	14,74%
Αυγ-21	2313	2896,44	-583,44	583,44	340396,62	25,22%
Σεπ-21	4045	4558,77	-513,77	513,77	263962,41	12,70%
Οκτ-21	3426	4536,86	-1110,86	1110,86	1234019,30	32,42%
Νοε-21	3072	3233,93	-161,93	161,93	26222,40	5,27%
Δεκ-21	3648	3370,73	277,27	277,27	76877,83	7,60%
				MAD	MSE	MAPE
				486,59	399353,99	16,93%

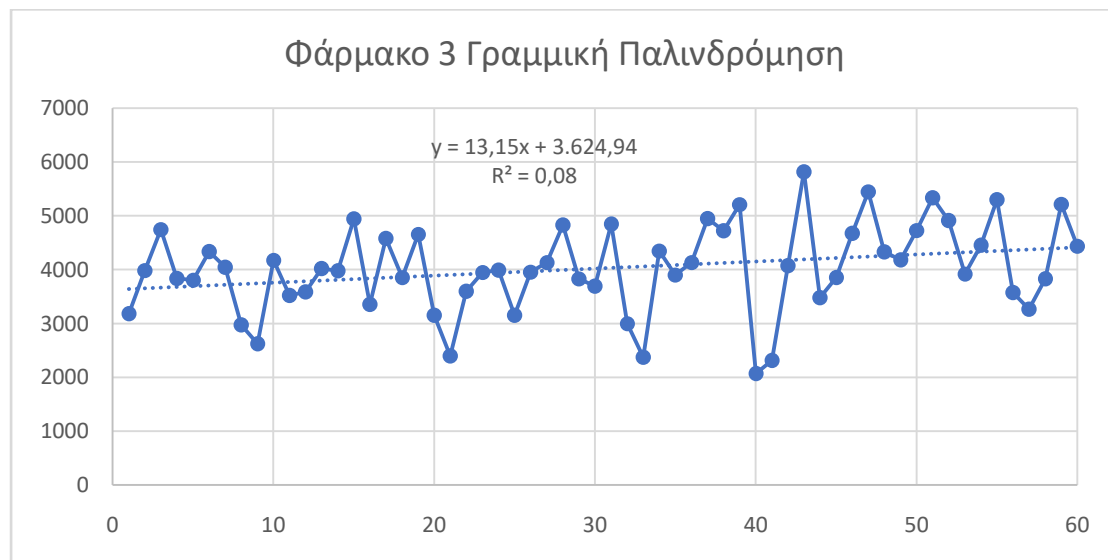
Πίνακας 4.3-7 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2018	289,84	123510,05	12,18%
2019	383,97	239163,19	13,02%
2020	627,60	673178,04	25,97%
2021	628,54	538577,69	16,17%

Οι προβλέψεις του συνδυασμού των δύο μεθόδων σύμφωνα με τα μέτρα σφάλματος είναι ακριβέστερες σε σχέση με τη μέθοδο Holt-Winters και τη στοχοθεσία μεμονωμένα. Ωστόσο οι απρόβλεπτες μεταβολές της ζήτησης για το «Φάρμακο 2» έχουν ως αποτέλεσμα υψηλά σφάλματα και την αδυναμία εξαγωγής ασφαλής πρόβλεψης με τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν.

4.4. ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ «ΦΑΡΜΑΚΟΥ 3»

Η μέθοδος της γραμμικής παλινδρόμησης στις μηνιαίες πωλήσεις του «Φαρμάκου 3» θα εφαρμοστεί με σκοπό την παρατήρηση των εποχικών διακυμάνσεων και της τάσης. Η δημιουργία του γραφήματος, η γραμμή τάσης, η εξίσωση του γραφήματος και η τιμή συντελεστή προσδιορισμού (r^2) έγιναν με τη χρήση του λογισμικού Excel. Παρακάτω παρουσιάζεται το γράφημα των πωλήσεων από τον Ιανουάριο του 2017 έως το Δεκέμβριο του 2021 με γραμμή τάσης.



Γράφημα 4.4-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 3

Σύμφωνα με το γράφημα η τάση είναι αυξητική και η εξίσωση που προκύπτει με τη μέθοδο της γραμμικής παλινδρόμησης είναι η εξής: $y = 13,15x + 3.624,94$. Η τιμή R^2 είναι χαμηλή ($R^2 = 0,08$) γεγονός που οφείλεται στις έντονες διακυμάνσεις

των πωλήσεων που παρατηρούνται κατά τη διάρκεια του χρόνου. Οι προβλέψεις που πραγματοποιήθηκαν είναι οι τιμές της γραμμής τάσης για κάθε περίοδο και παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4-1 μαζί με τα μέτρα σφάλματος.

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Ιαν-17	3179	3638	459,09	210763,63	14%
Φεβ-17	3986	3651	334,76	112064,26	8%
Μαρ-17	4749	3664	1084,61	1176378,85	23%
Απρ-17	3834	3678	156,46	24479,73	4%
Μαϊ-17	3808	3691	117,31	13761,64	3%
Ιουν-17	4334	3704	630,16	397101,63	15%
Ιουλ-17	4043	3717	326,01	106282,52	8%
Αυγ-17	2972	3730	758,14	574776,26	26%
Σεπ-17	2622	3743	1121,29	1257291,26	43%
Οκτ-17	4178	3756	421,56	177712,83	10%
Νοε-17	3519	3770	250,59	62795,35	7%
Δεκ-17	3586	3783	196,74	38706,63	5%
Ιαν-18	4020	3796	224,11	50225,29	6%
Φεβ-18	3977	3809	167,96	28210,56	4%
Μαρ-18	4941	3822	1118,81	1251735,82	23%
Απρ-18	3355	3835	480,34	230726,52	14%
Μαϊ-18	4578	3848	729,51	532184,84	16%
Ιουν-18	3856	3862	5,64	31,81	0%
Ιουλ-18	4659	3875	784,21	614985,32	17%
Αυγ-18	3151	3888	736,94	543080,56	23%
Σεπ-18	2395	3901	1506,09	2268307,09	63%
Οκτ-18	3596	3914	318,24	101276,70	9%
Νοε-18	3952	3927	24,61	605,65	1%
Δεκ-18	3990	3941	49,46	2446,29	1%
Ιαν-19	3151	3954	802,69	644311,24	25%
Φεβ-19	3956	3967	10,84	117,51	0%
Μαρ-19	4136	3980	156,01	24339,12	4%
Απρ-19	4827	3993	833,86	695322,50	17%
Μαϊ-19	3832	4006	174,29	30377,00	5%
Ιουν-19	3691	4019	328,44	107872,83	9%

Ιουλ-19	4846	4033	813,41	661635,83	17%
Αυγ-19	2999	4046	1046,74	1095664,63	35%
Σεπ-19	2372	4059	1686,89	2845597,87	71%
Οκτ-19	4350	4072	277,96	77261,76	6%
Νοε-19	3903	4085	182,19	33193,20	5%
Δεκ-19	4136	4098	37,66	1418,28	1%
Ιαν-20	4948	4111	836,51	699748,98	17%
Φεβ-20	4721	4125	596,36	355645,25	13%
Μαρ-20	5213	4138	1075,21	1156076,54	21%
Απρ-20	2070	4151	2080,94	4330311,28	101%
Μαϊ-20	2314	4164	1850,09	3422833,01	80%
Ιουν-20	4072	4177	105,24	11075,46	3%
Ιουλ-20	5816	4190	1625,61	2642607,87	28%
Αυγ-20	3479	4204	724,54	524958,21	21%
Σεπ-20	3854	4217	362,69	131544,04	9%
Οκτ-20	4675	4230	445,16	198167,43	10%
Νοε-20	5449	4243	1206,01	1454460,12	22%
Δεκ-20	4328	4256	71,86	5163,86	2%
Ιαν-21	4179	4269	90,29	8152,28	2%
Φεβ-21	4731	4282	448,56	201206,07	9%
Μαρ-21	5335	4296	1039,41	1080373,15	19%
Απρ-21	4910	4309	601,26	361513,59	12%
Μαϊ-21	3921	4322	400,89	160712,79	10%
Ιουν-21	4452	4335	116,96	13679,64	3%
Ιουλ-21	5299	4348	950,81	904039,66	18%
Αυγ-21	3573	4361	788,34	621479,96	22%
Σεπ-21	3264	4374	1110,49	1233188,04	34%
Οκτ-21	3831	4388	556,64	309848,09	15%
Νοε-21	5218	4401	817,21	667832,18	16%
Δεκ-21	4438	4414	24,06	578,88	1%
			MAD	MSE	MAPE
			604,65	608137,32	17,06%

Πίνακας 4.4-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)

Τα μέτρα σφάλματος για το σύνολο των ετών είναι υψηλά, διότι υπάρχουν διακυμάνσεις στις πωλήσεις αλλά και απρόβλεπτες μεταβολές της ζήτησης.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	488,06	346009,55	14%
2018	512,16	468651,37	15%
2019	529,25	518092,65	16%
2020	915,02	1244382,67	27%
2021	578,74	463550,36	13%

Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις από τη γραμμή τάσης συμβαίνουν το έτος 2020, οι οποίες αποτυπώνονται και στα μέτρα σφάλματος του τρίτου φαρμάκου. Λόγω της ύπαρξης τάσης και εποχικότητας στις πωλήσεις του «Φαρμάκου 3» δεν θα γίνει εφαρμογή των μεθόδων του απλού κινητού μέσου και του σταθμικού κινητού μέσου. Στη συνέχεια θα εφαρμοστούν μέθοδοι εξομάλυνσης, όπως η εκθετική εξομάλυνση, η μέθοδος Holt και η μέθοδος Holt-Winters.

4.4.1. Στοχοθεσία «Φαρμάκου 3»

Για την ανάλυση του στόχου σε μηνιαία βάση, οι συντελεστές των μηνών που έχουν βρεθεί θα πολλαπλασιαστούν με το συνολικό ετήσιο στόχο, για να χωριστεί ο ετήσιος στόχος σε μηνιαίο. Στον πίνακα 4.4-2 αναγράφεται ο στόχος και τα μέτρα σφάλματος για κάθε μήνα, ούτως ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση και ο συνδυασμός με τις ποσοτικές μεθόδους πρόβλεψης.

Μήνας	Πωλήσεις	Στόχος	 E(t) 	E(t)²	 E(t) /D(t)
Ιαν-17	3179	4215	1035,88	1073048,37	33%
Φεβ-17	3986	4639	653,48	427033,50	16%
Μαρ-17	4749	5298	548,73	301104,60	12%
Απρ-17	3834	4150	316,19	99976,94	8%
Μαϊ-17	3808	4049	241,22	58184,85	6%
Ιουν-17	4334	4445	110,56	12223,36	3%
Ιουλ-17	4043	5347	1304,13	1700756,83	32%
Αυγ-17	2972	3513	540,96	292635,68	18%
Σεπ-17	2622	3134	511,88	262018,55	20%

Οκτ-17	4178	4501	322,65	104103,21	8%
Νοε-17	3519	4759	1239,62	1536666,80	35%
Δεκ-17	3586	4451	864,71	747715,36	24%
Ιαν-18	4020	4687	666,95	444818,43	17%
Φεβ-18	3977	5159	1182,10	1397359,32	30%
Μαρ-18	4941	5891	950,08	902643,93	19%
Απρ-18	3355	4615	1260,01	1587632,08	38%
Μαϊ-18	4578	4503	75,27	5665,95	2%
Ιουν-18	3856	4942	1086,35	1180156,18	28%
Ιουλ-18	4659	5946	1287,01	1656392,98	28%
Αυγ-18	3151	3906	755,41	570643,40	24%
Σεπ-18	2395	3485	1089,87	1187820,43	46%
Οκτ-18	3596	5005	1408,72	1984500,83	39%
Νοε-18	3952	5292	1339,59	1794500,04	34%
Δεκ-18	3990	4949	959,18	920034,64	24%
Ιαν-19	3151	4124	973,32	947353,31	31%
Φεβ-19	3956	4540	583,80	340817,19	15%
Μαρ-19	4136	5184	1047,90	1098103,79	25%
Απρ-19	4827	4061	765,98	586723,10	16%
Μαϊ-19	3832	3962	130,22	16955,97	3%
Ιουν-19	3691	4349	658,06	433049,23	18%
Ιουλ-19	4846	5232	386,24	149184,24	8%
Αυγ-19	2999	3437	438,48	192264,45	15%
Σεπ-19	2372	3067	694,54	482391,20	29%
Οκτ-19	4350	4404	53,95	2910,67	1%
Νοε-19	3903	4656	753,38	567583,27	19%
Δεκ-19	4136	4355	219,08	47995,51	5%
Ιαν-20	4948	4397	551,04	303641,43	11%
Φεβ-20	4721	4840	118,90	14138,03	3%
Μαρ-20	5213	5527	313,59	98339,89	6%
Απρ-20	2070	4329	2259,48	5105247,92	109%
Μαϊ-20	2314	4224	1910,14	3648640,41	83%
Ιουν-20	4072	4637	564,56	318732,80	14%
Ιουλ-20	5816	5578	237,87	56583,70	4%

Αυγ-20	3479	3665	185,72	34491,14	5%
Σεπ-20	3854	3269	584,74	341919,72	15%
Οκτ-20	4675	4695	20,08	403,14	0%
Νοε-20	5449	4964	484,80	235034,73	9%
Δεκ-20	4328	4643	314,98	99209,78	7%
Ιαν-21	4179	4612	432,80	187317,40	10%
Φεβ-21	4731	5076	345,38	119290,30	7%
Μαρ-21	5335	5797	461,62	213097,45	9%
Απρ-21	4910	4541	368,98	136145,69	8%
Μαϊ-21	3921	4431	509,54	259626,68	13%
Ιουν-21	4452	4863	411,11	169011,26	9%
Ιουλ-21	5299	5851	551,68	304348,19	10%
Αυγ-21	3573	3844	270,78	73320,94	8%
Σεπ-21	3264	3429	165,00	27224,73	5%
Οκτ-21	3831	4924	1093,48	1195704,97	29%
Νοε-21	5218	5207	11,25	126,56	0%
Δεκ-21	4438	4870	431,83	186481,16	10%
			MAD	MSE	MAPE
			650,91	637350,77	18,53%

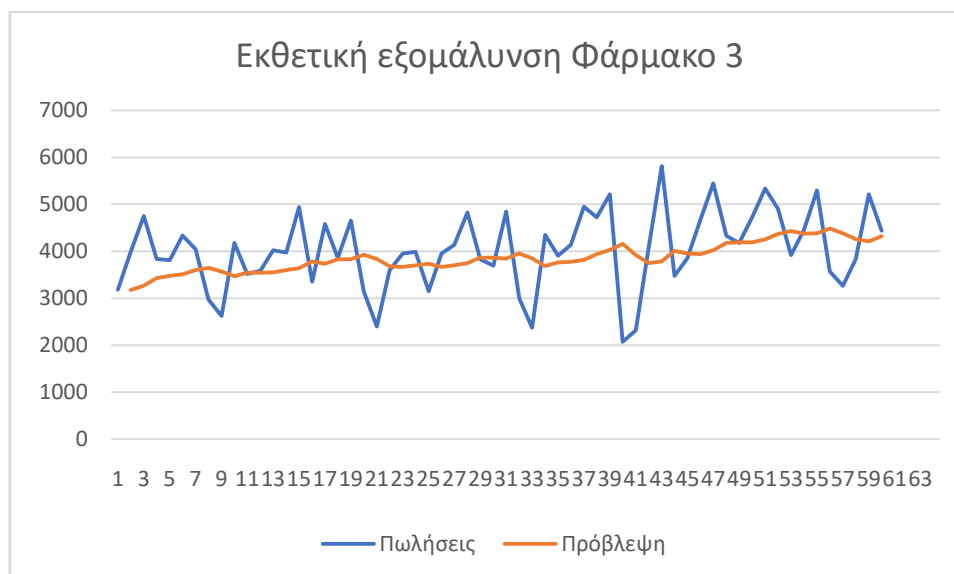
Πίνακας 4.4-2 Στόχος Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	640,83	551289,00	18%
2018	1005,05	1136014,02	27%
2019	558,75	405444,33	15%
2020	628,83	854698,56	22%
2021	421,12	239307,94	10%

Τα μέτρα σφάλματος για το έτος 2018 είναι τα υψηλότερα, λόγω του υψηλού ετήσιου στόχου που είχε οριστεί σε σχέση με τις πραγματικές πωλήσεις που σημειώθηκαν το ίδιο έτος.

4.4.2. Εκθετική εξομάλυνση «Φαρμάκου 3»

Η μέθοδος της εκθετικής εξομάλυνσης για το «Φάρμακο 3» εφαρμόστηκε με το λογισμικό QM. Μέσω του λογισμικού βρέθηκε η βέλτιστη τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης $\alpha = 0,11$ βάση του ελάχιστου MSE. Η χαμηλή τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης θα ενσωματώσει πιο αργά το σφάλμα της πρόβλεψης της προηγούμενης περιόδου με αποτέλεσμα οι προβλέψεις να είναι εξομαλυμένες όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.4-2.



Γράφημα 4.4-2 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 3

Οι τιμές που παίρνει το μέσο σφάλμα τετραγώνου για όλες τις τιμές του συντελεστή εξομάλυνσης είναι οι εξής:

Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE	Alpha	MSE
0	1401049	0,17	728625,9	0,34	788098,9	0,51	853333,3	0,68	923690,3	0,85	999986,3
0,01	1093587	0,18	731556,9	0,35	791835,7	0,52	857312,3	0,69	928011,5	0,86	1004683
0,02	932447,7	0,19	734645	0,36	795582,8	0,53	861310,4	0,7	932352,8	0,87	1009409
0,03	843530,9	0,2	737858,3	0,37	799340,6	0,54	865327,8	0,71	936713,7	0,88	1014165
0,04	792239,3	0,21	741171,4	0,38	803108,8	0,55	869365	0,72	941095,3	0,89	1018952
0,05	761606,6	0,22	744565	0,39	806888,7	0,56	873422,1	0,73	945496,8	0,9	1023772
0,06	742895,9	0,23	748023,2	0,4	810680	0,57	877499	0,74	949918,8	0,91	1028628
0,07	731390,4	0,24	751533,8	0,41	814483,6	0,58	881596,4	0,75	954360,8	0,92	1033521
0,08	724426,7	0,25	755086,8	0,42	818300,3	0,59	885714,1	0,76	958823,9	0,93	1038453
0,09	720436,9	0,26	758674,4	0,43	822130,3	0,6	889851,9	0,77	963307,5	0,94	1043428
0,1	718462,8	0,27	762290,3	0,44	825974,4	0,61	894010,4	0,78	967812,4	0,95	1048447
0,11	717895,9	0,28	765929,8	0,45	829833,4	0,62	898189,1	0,79	972339,2	0,96	1053513
0,12	718338,1	0,29	769588,9	0,46	833707,9	0,63	902388,6	0,8	976887,9	0,97	1058631

0,13	719520,5	0,3	773264,8	0,47	837598,6	0,64	906608,5	0,81	981459	0,98	1063802
0,14	721256,2	0,31	776955	0,48	841505,8	0,65	910848,3	0,82	986053,6	0,99	1069031
0,15	723412,6	0,32	780658,2	0,49	845430,4	0,66	915108,8	0,83	990672,5	1	1074320
0,16	725892,9	0,33	784373	0,5	849372,8	0,67	919389,6	0,84	995316,3		

Στον πίνακα 4.4-3αναγράφονται οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 3» με τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης και συντελεστή εξομάλυνσης $\alpha = 0,11$.

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	E(t)	E(t)	E(t) ²	E(t) /D(t)
Ιαν-17	3179					
Φεβ-17	3986	3179	807,00	807,00	651249,00	20,25%
Μαρ-17	4749	3268	1481,23	1481,23	2194042,00	31,19%
Απρ-17	3834	3431	403,30	403,30	162646,60	10,52%
Μαϊ-17	3808	3475	332,93	332,93	110844,00	8,74%
Ιουν-17	4334	3512	822,31	822,31	676193,40	18,97%
Ιουλ-17	4043	3602	440,86	440,86	194353,80	10,90%
Αυγ-17	2972	3651	-678,64	678,64	460550,10	22,83%
Σεπ-17	2622	3576	-953,99	953,99	910093,60	36,38%
Οκτ-17	4178	3471	706,95	706,95	499778,90	16,92%
Νοε-17	3519	3549	-29,81	29,81	888,89	0,85%
Δεκ-17	3586	3546	40,47	40,47	1637,44	1,13%
Ιαν-18	4020	3550	470,01	470,01	220913,30	11,69%
Φεβ-18	3977	3602	375,31	375,31	140859,50	9,44%
Μαρ-18	4941	3643	1298,03	1298,03	1684877,00	26,27%
Απρ-18	3355	3786	-430,76	430,76	185549,80	12,84%
Μαϊ-18	4578	3738	839,63	839,63	704975,50	18,34%
Ιουν-18	3856	3831	25,27	25,27	638,53	0,66%
Ιουλ-18	4659	3834	825,49	825,49	681432,90	17,72%
Αυγ-18	3151	3924	-773,32	773,32	598015,30	24,54%
Σεπ-18	2395	3839	-1444,25	1444,25	2085857,00	60,30%
Οκτ-18	3596	3680	-84,38	84,38	7120,38	2,35%
Νοε-18	3952	3671	280,90	280,90	78904,62	7,11%
Δεκ-18	3990	3702	288,00	288,00	82944,42	7,22%
Ιαν-19	3151	3734	-582,68	582,68	339515,30	18,49%

Φεβ-19	3956	3670	286,42	286,42	82033,71	7,24%
Μαρ-19	4136	3701	434,91	434,91	189146,40	10,52%
Απρ-19	4827	3749	1078,07	1078,07	1162234,00	22,33%
Μαϊ-19	3832	3868	-35,52	35,52	1261,53	0,93%
Ιουν-19	3691	3864	-172,61	172,61	29794,59	4,68%
Ιουλ-19	4846	3845	1001,38	1001,38	1002754,00	20,66%
Αυγ-19	2999	3955	-955,78	955,78	913506,10	31,87%
Σεπ-19	2372	3850	-1477,64	1477,64	2183420,00	62,30%
Οκτ-19	4350	3687	662,90	662,90	439436,90	15,24%
Νοε-19	3903	3760	142,98	142,98	20443,69	3,66%
Δεκ-19	4136	3776	360,25	360,25	129782,50	8,71%
Ιαν-20	4948	3815	1132,63	1132,63	1282841,00	22,89%
Φεβ-20	4721	3940	781,04	781,04	610018,20	16,54%
Μαρ-20	5213	4026	1187,12	1187,12	1409260,00	22,77%
Απρ-20	2070	4156	-2086,46	2086,46	4353319,00	100,80%
Μαϊ-20	2314	3927	-1612,95	1612,95	2601608,00	69,70%
Ιουν-20	4072	3750	322,47	322,47	103989,70	7,92%
Ιουλ-20	5816	3785	2031,00	2031,00	4124970,00	34,92%
Αυγ-20	3479	4008	-529,41	529,41	280272,80	15,22%
Σεπ-20	3854	3950	-96,17	96,17	9249,27	2,50%
Οκτ-20	4675	3940	735,41	735,41	540822,00	15,73%
Νοε-20	5449	4020	1428,51	1428,51	2040644,00	26,22%
Δεκ-20	4328	4178	150,38	150,38	22612,64	3,47%
Ιαν-21	4179	4194	-15,17	15,17	230,01	0,36%
Φεβ-21	4731	4192	538,50	538,50	289984,90	11,38%
Μαρ-21	5335	4252	1083,27	1083,27	1173468,00	20,31%
Απρ-21	4910	4371	539,11	539,11	290637,30	10,98%
Μαϊ-21	3921	4430	-509,19	509,19	259278,40	12,99%
Ιουν-21	4452	4374	77,82	77,82	6055,55	1,75%
Ιουλ-21	5299	4383	916,26	916,26	839527,50	17,29%
Αυγ-21	3573	4484	-910,53	910,53	829066,30	25,48%
Σεπ-21	3264	4383	-1119,37	1119,37	1252995,00	34,30%
Οκτ-21	3831	4260	-429,24	429,24	184248,40	11,20%
Νοε-21	5218	4213	1004,98	1004,98	1009975,00	19,26%

Δεκ-21	4438	4324	114,43	114,43	13093,71	2,58%
				MAD	MSE	MAPE
				684,33	717895,96	18,48%

Πίνακας 4.4-3 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)

Από τα μέτρα σφάλματος για τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης, στο σύνολο των ετών προκύπτει ότι τα μέσα σφάλματα είναι υψηλά.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	608,86	532934,34	16,24%
2018	594,61	539340,69	16,54%
2019	599,26	541110,73	17,22%
2020	1007,80	1448300,55	28,22%
2021	604,82	512380,01	13,99%

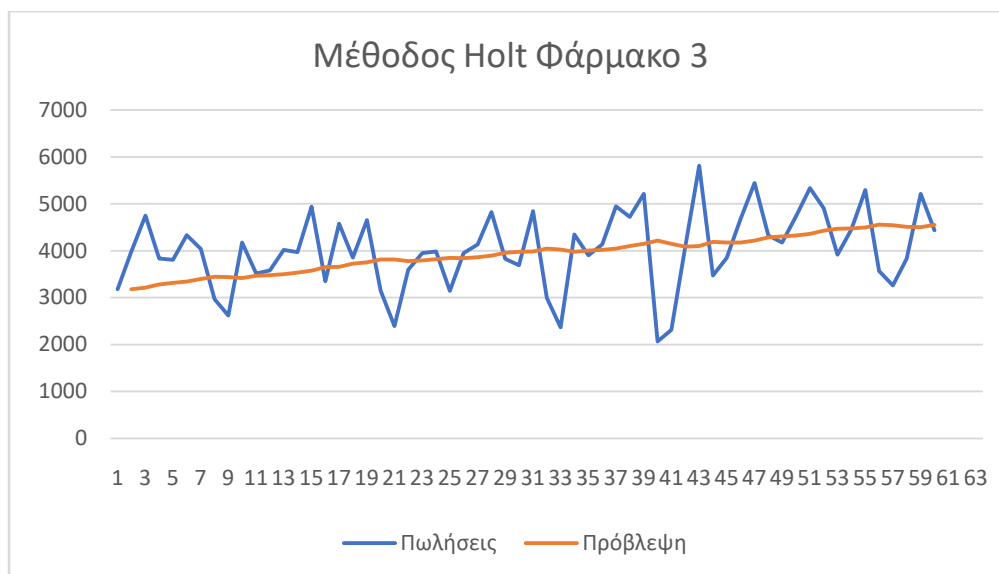
Όπως φαίνεται και στην ετήσια ανάλυση των μέτρων σφάλματος για τη μέθοδο της εκθετικής εξομάλυνσης οι προβλέψεις του έτους 2020 είχαν το υψηλότερο σφάλμα.

4.4.3. Μέθοδος Holt«Φαρμάκου 3»

Η εφαρμογή της μεθόδου Holt έγινε με το λογισμικό Excel, όπου οι βέλτιστοι παράμετροι εξομάλυνσης βρέθηκαν μέσω του Solver και το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέτρο σφάλματος MSE. Οι βέλτιστες τιμές των παραμέτρων εξομάλυνσης είναι $\alpha=0,04$ και $\beta=0,08$:

Παράμετροι εξομάλυνσης	
α	0,04
β	0,08
MAD	662,61
MSE	693798,00
MAPE	18,31%

Όπως φαίνεται και στο γράφημα 4.4-3 οι προβλέψεις είναι εξομαλυσμένες και πολύ κοντά στη γραμμική τάση, λόγω των χαμηλών τιμών των παραμέτρων εξομάλυνσης.



Γράφημα 4.4-3 Μέθοδος Holt Φάρμακο 3

Οι προβλέψεις με τη μέθοδο Holt και τα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 3» είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	A(t)	T(t)	Πρόβλεψη	E(t)	E(t)	E(t) ²	E(t) /D(t)
Ιαν-17	3179	3179,00	0,00					
Φεβ-17	3986	3211,64	2,62	3179	807,00	807,00	651249,00	20,25%
Μαρ-17	4749	3276,33	7,59	3214	1534,74	1534,74	2355440,60	32,32%
Απρ-17	3834	3306,17	9,37	3284	550,08	550,08	302588,70	14,35%
Μαϊ-17	3808	3335,46	10,97	3316	492,46	492,46	242517,17	12,93%
Ιουν-17	4334	3386,37	14,17	3346	987,57	987,57	975303,66	22,79%
Ιουλ-17	4043	3426,52	16,25	3401	642,46	642,46	412758,59	15,89%
Αυγ-17	2972	3423,73	14,72	3443	-470,77	470,77	221626,55	15,84%
Σεπ-17	2622	3405,43	12,08	3438	-816,46	816,46	666599,48	31,14%
Οκτ-17	4178	3448,27	14,54	3418	760,49	760,49	578343,44	18,20%
Νοε-17	3519	3465,09	14,72	3463	56,19	56,19	3156,98	1,60%
Δεκ-17	3586	3484,11	15,07	3480	106,19	106,19	11276,21	2,96%
Ιαν-18	4020	3520,24	16,76	3499	520,83	520,83	271259,15	12,96%
Φεβ-18	3977	3554,79	18,18	3537	440,00	440,00	193602,65	11,06%
Μαρ-18	4941	3628,31	22,62	3573	1368,02	1368,02	1871488,67	27,69%
Απρ-18	3355	3638,96	21,66	3651	-295,92	295,92	87571,14	8,82%
Μαϊ-18	4578	3697,72	24,63	3661	917,39	917,39	841600,23	20,04%
Ιουν-18	3856	3727,75	25,06	3722	133,65	133,65	17863,00	3,47%

Ιουλ-18	4659	3789,47	28,00	3753	906,18	906,18	821168,56	19,45%
Αυγ-18	3151	3790,51	25,84	3817	-666,47	666,47	444179,99	21,15%
Σεπ-18	2395	3758,86	21,23	3816	-1421,35	1421,35	2020241,78	59,35%
Οκτ-18	3596	3772,65	20,64	3780	-184,10	184,10	33891,84	5,12%
Νοε-18	3952	3799,71	21,15	3793	158,71	158,71	25189,31	4,02%
Δεκ-18	3990	3827,70	21,70	3821	169,14	169,14	28608,49	4,24%
Ιαν-19	3151	3821,15	19,44	3849	-698,40	698,40	487763,23	22,16%
Φεβ-19	3956	3845,26	19,81	3841	115,41	115,41	13319,67	2,92%
Μαρ-19	4136	3876,03	20,69	3865	270,93	270,93	73404,36	6,55%
Απρ-19	4827	3934,34	23,70	3897	930,29	930,29	865431,36	19,27%
Μαϊ-19	3832	3952,95	23,29	3958	-126,04	126,04	15887,19	3,29%
Ιουν-19	3691	3964,70	22,37	3976	-285,24	285,24	81362,51	7,73%
Ιουλ-19	4846	4021,82	25,15	3987	858,93	858,93	737752,88	17,72%
Αυγ-19	2999	4004,58	21,76	4047	-1047,97	1047,97	1098239,03	34,94%
Σεπ-19	2372	3959,43	16,40	4026	-1654,34	1654,34	2736841,37	69,74%
Οκτ-19	4350	3990,96	17,61	3976	374,18	374,18	140007,27	8,60%
Νοε-19	3903	4004,30	17,27	4009	-105,57	105,57	11144,56	2,70%
Δεκ-19	4136	4026,19	17,64	4022	114,43	114,43	13095,36	2,77%
Ιαν-20	4948	4080,40	20,57	4044	904,17	904,17	817520,80	18,27%
Φεβ-20	4721	4126,05	22,58	4101	620,03	620,03	384437,33	13,13%
Μαρ-20	5213	4191,68	26,03	4149	1064,37	1064,37	1132893,54	20,42%
Απρ-20	2070	4130,84	19,07	4218	-2147,70	2147,70	4612624,50	103,75%
Μαϊ-20	2314	4075,65	13,12	4150	-1835,90	1835,90	3370535,55	79,34%
Ιουν-20	4072	4088,09	13,06	4089	-16,76	16,76	281,00	0,41%
Ιουλ-20	5816	4170,51	18,62	4101	1714,85	1714,85	2940717,76	29,49%
Αυγ-20	3479	4160,41	16,32	4189	-710,13	710,13	504281,24	20,41%
Σεπ-20	3854	4163,67	15,27	4177	-322,72	322,72	104150,91	8,37%
Οκτ-20	4675	4199,01	16,88	4179	496,06	496,06	246071,52	10,61%
Νοε-20	5449	4265,76	20,88	4216	1233,11	1233,11	1520564,74	22,63%
Δεκ-20	4328	4288,31	21,01	4287	41,36	41,36	1710,67	0,96%
Ιαν-21	4179	4304,05	20,59	4309	-130,32	130,32	16984,15	3,12%
Φεβ-21	4731	4341,08	21,91	4325	406,36	406,36	165128,11	8,59%
Μαρ-21	5335	4402,30	25,06	4363	972,02	972,02	944820,20	18,22%
Απρ-21	4910	4446,87	26,62	4427	482,65	482,65	232949,81	9,83%

Μαϊ-21	3921	4451,15	24,83	4473	-552,49	552,49	305247,37	14,09%	
Ιουν-21	4452	4475,00	24,75	4476	-23,97	23,97	574,77	0,54%	
Ιουλ-21	5299	4532,08	27,34	4500	799,24	799,24	638791,13	15,08%	
Αυγ-21	3573	4519,53	24,14	4559	-986,42	986,42	973031,76	27,61%	
Σεπ-21	3264	4491,91	20,00	4544	-1279,67	1279,67	1637557,66	39,21%	
Οκτ-21	3831	4484,37	17,79	4512	-680,91	680,91	463638,82	17,77%	
Νοε-21	5218	4531,11	20,11	4502	715,84	715,84	512425,78	13,72%	
Δεκ-21	4438	4546,65	19,74	4551	-113,22	113,22	12819,83	2,55%	
							MAD	MSE	MAPE
							662,61	693798,00	18,31%

Πίνακας 4.4-4 Μέθοδος HoltΦαρμάκου3 (μηνιαία ανάλυση)

Από τα μέτρα σφάλματος της μεθόδου Holt για το σύνολο των ετών προκύπτει ότι τα μέτρα σφάλματος είναι παρόμοια με της εκθετικής εξομάλυνσης, διότι οι τιμές των συντελεστών εξομάλυνσης είναι χαμηλές.

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2017	656,77	583714,58	17,11%
2018	598,48	554722,07	16,45%
2019	548,48	522854,07	16,53%
2020	925,60	1302982,46	27,32%
2021	595,26	491997,45	14,19%

Στην ετήσια ανασκόπηση των μέτρων σφάλματος, το έτος 2020 έχει το υψηλότερο σφάλμα σε σχέση με τα υπόλοιπα έτη.

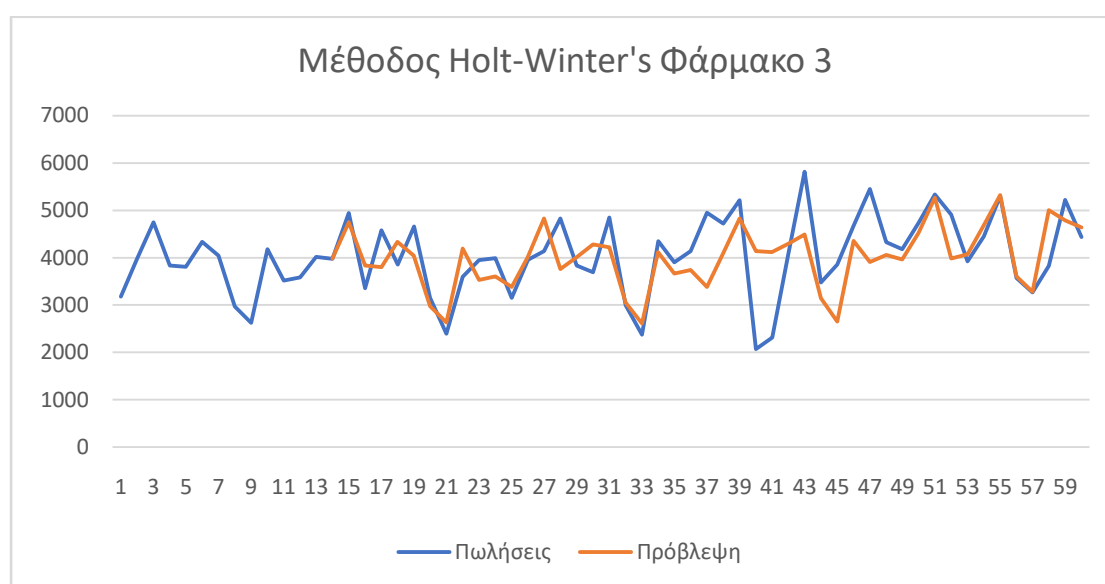
4.4.4. Μέθοδος Holt-Winters «Φαρμάκου 3»

Η επόμενη μέθοδος που θα εφαρμοστεί είναι η μέθοδος Holt-Winters, η οποία προσαρμόζει εκτός από την τάση και την εποχικότητα στην πρόβλεψη, μέσω της παραμέτρου γ . Η εφαρμογή της συγκεκριμένης μεθόδου έγινε με το λογισμικό Excel, όπου οι βέλτιστοι παράμετροι εξομάλυνσης βρέθηκαν μέσω του Solver και το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέτρο σφάλματος MSE. Οι βέλτιστες τιμές των παραμέτρων εξομάλυνσης είναι $\alpha=0,01$, $\beta=1,00$ και $\gamma=0,21$:

Παράμετροι εξομάλυνσης	
α	0,01

β	1,00
γ	0,21
MAD	517,51
MSE	512467,22
MAPE	13,89%

Στο γράφημα 4.4-4, παρουσιάζονται οι πωλήσεις και οι προβλέψεις του «Φαρμάκου 3». Οι προβλέψεις είναι λιγότερο εξομαλυμένες και ακριβείς, λόγω της προσαρμογής της τάσης και της εποχικότητας στη μέθοδο Holt-Winters.



Γράφημα 4.4-4 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 3

Οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος με τη μέθοδο Holt-Winters για το «Φάρμακο 3» είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	A(t)	T(t)	S(t)	Πρόβλεψη	E(t)	E(t)	E(t) ²	E(t) /D(t)
Ιαν-17	3179			0,85133					
Φεβ-17	3986			1,06744					
Μαρ-17	4749			1,27177					
Απρ-17	3834			1,02674					
Μαϊ-17	3808			1,01977					
Ιουν-17	4334			1,16063					
Ιουλ-17	4043			1,08270					
Αυγ-17	2972			0,79589					
Σεπ-17	2622			0,70216					

Οκτ-17	4178			1,11886					
Νοε-17	3519			0,94238					
Δεκ-17	3586			0,96032					
Ιαν-18	4020	3734,17	0,00	0,89889					
Φεβ-18	3977	3734,11	-0,06	1,06693	3986	-9,00	9,00	81,00	0,23%
Μαρ-18	4941	3735,09	0,99	1,28256	4749	192,15	192,15	36920,92	3,89%
Απρ-18	3355	3732,84	-2,25	0,99971	3836	-480,96	480,96	231326,63	14,34%
Μαϊ-18	4578	3735,83	2,99	1,06320	3804	773,65	773,65	598527,07	16,90%
Ιουν-18	3856	3735,95	0,11	1,13350	4339	-483,41	483,41	233681,78	12,54%
Ιουλ-18	4659	3739,98	4,03	1,11713	4045	613,95	613,95	376934,69	13,18%
Αυγ-18	3151	3745,50	5,52	0,80548	2980	171,17	171,17	29297,92	5,43%
Σεπ-18	2395	3748,66	3,17	0,68880	2634	-238,83	238,83	57039,02	9,97%
Οκτ-18	3596	3748,11	-0,55	1,08519	4198	-601,76	601,76	362117,20	16,73%
Νοε-18	3952	3750,65	2,53	0,96589	3532	420,38	420,38	176715,15	10,64%
Δεκ-18	3990	3755,95	5,31	0,98186	3604	385,74	385,74	148797,11	9,67%
Ιαν-19	3151	3759,49	3,54	0,88606	3381	-229,96	229,96	52882,74	7,30%
Φεβ-19	3956	3762,65	3,16	1,06365	4015	-58,91	58,91	3470,83	1,49%
Μαρ-19	4136	3762,08	-0,58	1,24388	4830	-693,88	693,88	481465,24	16,78%
Απρ-19	4827	3768,87	6,79	1,05906	3760	1066,58	1066,58	1137602,63	22,10%
Μαϊ-19	3832	3774,48	5,61	1,05307	4014	-182,30	182,30	33232,29	4,76%
Ιουν-19	3691	3776,46	1,99	1,10052	4285	-593,71	593,71	352495,05	16,09%
Ιουλ-19	4846	3782,32	5,85	1,15179	4221	624,96	624,96	390580,67	12,90%
Αυγ-19	2999	3787,73	5,41	0,80258	3051	-52,29	52,29	2734,33	1,74%
Σεπ-19	2372	3790,72	2,99	0,67548	2613	-240,72	240,72	57946,15	10,15%
Οκτ-19	4350	3795,19	4,48	1,09807	4117	233,12	233,12	54346,09	5,36%
Νοε-19	3903	3801,33	6,14	0,97874	3670	232,96	232,96	54269,53	5,97%
Δεκ-19	4136	3810,27	8,94	1,00374	3738	397,59	397,59	158078,07	9,61%
Ιαν-20	4948	3831,41	21,14	0,97167	3384	1563,94	1563,94	2445912,34	31,61%
Φεβ-20	4721	3856,59	25,18	1,09754	4098	623,24	623,24	388424,23	13,20%
Μαρ-20	5213	3883,91	27,32	1,26464	4828	384,55	384,55	147875,68	7,38%
Απρ-20	2070	3897,71	13,80	0,94756	4142	-2072,25	2072,25	4294218,77	100,11%
Μαϊ-20	2314	3899,67	1,96	0,95600	4119	-1805,12	1805,12	3258447,75	78,01%
Ιουν-20	4072	3900,23	0,56	1,08860	4294	-221,84	221,84	49212,09	5,45%
Ιουλ-20	5816	3908,74	8,50	1,22278	4493	1323,11	1323,11	1750628,79	22,75%
Αυγ-20	3479	3920,12	11,39	0,82051	3144	335,09	335,09	112287,81	9,63%
Σεπ-20	3854	3943,76	23,64	0,73921	2656	1198,33	1198,33	1435985,52	31,09%

Οκτ-20	4675	3969,41	25,65	1,11490	4356	318,51	318,51	101451,12	6,81%	
Νοε-20	5449	4005,92	36,51	1,05930	3910	1538,88	1538,88	2368161,14	28,24%	
Δεκ-20	4328	4044,30	38,37	1,01777	4058	270,43	270,43	73129,95	6,25%	
Ιαν-21	4179	4084,18	39,88	0,98256	3967	211,99	211,99	44940,76	5,07%	
Φεβ-21	4731	4125,35	41,17	1,10795	4526	204,67	204,67	41887,78	4,33%	
Μαρ-21	5335	4166,88	41,53	1,26796	5269	65,85	65,85	4335,68	1,23%	
Απρ-21	4910	4215,13	48,25	0,99345	3988	922,27	922,27	850582,85	18,78%	
Μαϊ-21	3921	4262,27	47,14	0,94838	4076	-154,78	154,78	23955,89	3,95%	
Ιουν-21	4452	4307,89	45,62	1,07695	4691	-239,20	239,20	57217,12	5,37%	
Ιουλ-21	5299	4353,37	45,48	1,22160	5323	-24,37	24,37	594,02	0,46%	
Αυγ-21	3573	4398,54	45,17	0,81878	3609	-36,30	36,30	1317,50	1,02%	
Σεπ-21	3264	4443,52	44,98	0,73823	3285	-20,84	20,84	434,34	0,64%	
Οκτ-21	3831	4481,23	37,71	1,05999	5004	-1173,21	1173,21	1376431,77	30,62%	
Νοε-21	5218	4521,75	40,52	1,07930	4787	431,07	431,07	185823,73	8,26%	
Δεκ-21	4438	4560,87	39,13	1,00833	4643	-205,33	205,33	42160,64	4,63%	
								MAD	MSE	MAPE
								517,51	512467,22	13,89%

Πίνακας 4.4-5 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)

Από τα μέτρα σφάλματος για τη μέθοδο Holt-Winters, στο σύνολο των ετών, προκύπτει ότι η συγκεκριμένη μέθοδος παράγει τις ακριβέστερες προβλέψεις, σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους που εφαρμόστηκαν, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη τάσης και εποχικότητας στις πωλήσεις του «Φαρμάκου 3».

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2018	383,41	192026,77	10,07%
2019	383,92	231591,97	9,52%
2020	971,27	1368811,27	28,38%
2021	307,49	219140,17	7,03%

Σύμφωνα με την ετήσια ανάλυση των μέτρων σφάλματος, παρατηρείται ότι τα υψηλότερα σφάλματα σημειώνονται το έτος 2020, λόγω της αστάθειας της αγοράς. Για τα υπόλοιπα έτη τα σφάλματα είναι χαμηλά, επομένως οι προβλέψεις που προκύπτουν από τη μέθοδο Holt-Winters ακριβείς.

4.4.5. Συνδυαστική πρόβλεψη «Φαρμάκου 3»

Η μέθοδος Holt-Winters σημειώνει τα χαμηλότερα μέτρα σφάλματος για το «Φάρμακο 3», επομένως είναι η μέθοδος που θα συνδυαστεί με τη μηνιαία στοχοθεσία.

	MAD	MSE	MAPE
Γραμμική Παλινδρόμηση	604,65	608137,32	17,06%
Στόχος	650,91	637350,77	18,53%
Εκθετική εξομάλυνση	684,33	717895,96	18,48%
Holt	662,61	693798,00	18,31%
Holt-Winters	517,51	512467,22	13,89%

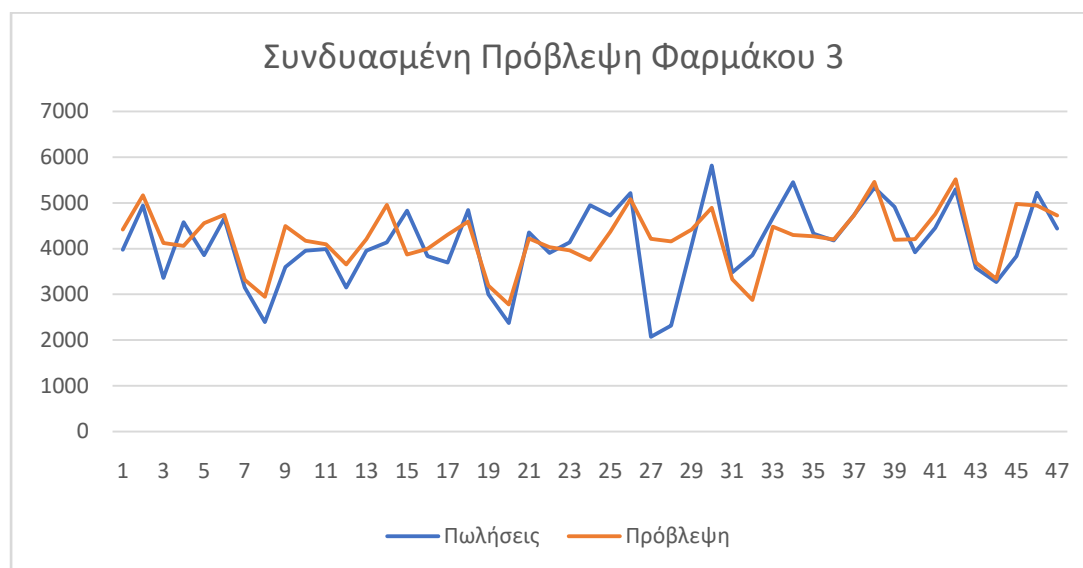
Πίνακας 4.4-6 Σύγκριση μεθόδων «Φάρμακο 3»

Το χρονικό εύρος της συνδυασμένης πρόβλεψης της στοχοθεσίας με τη μέθοδο Holt-Winters ξεκινάει από το Φεβρουάριο του 2018 έως το Δεκέμβριο του 2021. Ο συνδυασμός της στοχοθεσίας με τη μέθοδο Holt-Winters πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Excel. Η βέλτιστη βαρύτητα μεταξύ των δύο μεθόδων ορίστηκε με το εργαλείο Solver, όπου το κριτήριο που ελαχιστοποιήθηκε είναι το μέσο σφάλμα τετραγώνου (MSE) και οι συντελεστές βαρύτητας είναι οι εξής:

Συντελεστές Βαρύτητας	
Holt-Winters	0,63
Στόχος	0,37
Σύνολο	1
MSE	437256,95

Για να ελαχιστοποιηθεί το MSE, οι συντελεστές που προκύπτουν είναι 0,63 για τη μέθοδο Holt-Winters και 0,37 για τη στοχοθεσία. Επομένως η πρόβλεψη με τον συνδυασμό των μεθόδων θα λαμβάνει υπόψη κατά 63% τη μέθοδο Holt-Winters και κατά 37% τη στοχοθεσία.

Στο παρακάτω γράφημα παρουσιάζονται οι πωλήσεις και οι προβλέψεις της συνδυασμένης μεθόδου για το «Φάρμακο 3».



Γράφημα 4.4-5 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 3

Στο γράφημα 4.4-5 παρατηρείται ότι η συνδυασμένη πρόβλεψη είναι κοντά στις πραγματικές πωλήσεις για τις περισσότερες περιόδους, ακολουθώντας τα μοτίβα εποχικότητας και την τάση των πωλήσεων του τρίτου φαρμάκου. Οι προβλέψεις και τα μέτρα σφάλματος της συνδυασμένης πρόβλεψης είναι οι εξής:

Μήνας	Πωλήσεις	Πρόβλεψη	$E(t)$	$ E(t) $	$E(t)^2$	$ E(t) /D(t)$
Φεβ-18	3977	4415	-438,06	438,06	191899,50	11,01%
Μαρ-18	4941	5167	-225,62	225,62	50905,45	4,57%
Απρ-18	3355	4121	-765,90	765,90	586606,94	22,83%
Μαϊ-18	4578	4060	518,21	518,21	268545,93	11,32%
Ιουν-18	3856	4560	-703,93	703,93	495523,25	18,26%
Ιουλ-18	4659	4740	-81,33	81,33	6614,47	1,75%
Αυγ-18	3151	3319	-167,73	167,73	28133,51	5,32%
Σεπ-18	2395	2945	-550,10	550,10	302609,04	22,97%
Οκτ-18	3596	4493	-896,91	896,91	804446,41	24,94%
Νοε-18	3952	4175	-223,34	223,34	49878,67	5,65%
Δεκ-18	3990	4096	-106,17	106,17	11271,47	2,66%
Ιαν-19	3151	3653	-501,85	501,85	251850,57	15,93%
Φεβ-19	3956	4207	-250,89	250,89	62945,89	6,34%
Μαρ-19	4136	4959	-823,36	823,36	677926,89	19,91%

Απρ-19	4827	3870	956,64	956,64	915155,05	19,82%
Μαϊ-19	3832	3995	-163,25	163,25	26649,93	4,26%
Ιουν-19	3691	4308	-617,25	617,25	380997,19	16,72%
Ιουλ-19	4846	4591	255,11	255,11	65082,75	5,26%
Αυγ-19	2999	3193	-193,54	193,54	37457,77	6,45%
Σεπ-19	2372	2779	-406,71	406,71	165410,56	17,15%
Οκτ-19	4350	4222	128,12	128,12	16416,01	2,95%
Νοε-19	3903	4031	-127,80	127,80	16332,15	3,27%
Δεκ-19	4136	3964	172,04	172,04	29598,61	4,16%
Ιαν-20	4948	3755	1193,47	1193,47	1424369,52	24,12%
Φεβ-20	4721	4369	351,80	351,80	123761,61	7,45%
Μαρ-20	5213	5084	129,20	129,20	16692,85	2,48%
Απρ-20	2070	4211	-2140,73	2140,73	4582722,08	103,42%
Μαϊ-20	2314	4158	-1843,53	1843,53	3398602,57	79,67%
Ιουν-20	4072	4419	-347,19	347,19	120541,40	8,53%
Ιουλ-20	5816	4890	926,18	926,18	857818,16	15,92%
Αυγ-20	3479	3334	144,61	144,61	20910,87	4,16%
Σεπ-20	3854	2880	973,91	973,91	948491,93	25,27%
Οκτ-20	4675	4480	194,67	194,67	37897,65	4,16%
Νοε-20	5449	4296	1153,35	1153,35	1330219,95	21,17%
Δεκ-20	4328	4272	56,31	56,31	3171,25	1,30%
Ιαν-21	4179	4203	-23,84	23,84	568,46	0,57%
Φεβ-21	4731	4728	3,48	3,48	12,13	0,07%
Μαρ-21	5335	5462	-127,08	127,08	16148,69	2,38%
Απρ-21	4910	4190	719,90	719,90	518260,62	14,66%
Μαϊ-21	3921	4206	-284,53	284,53	80957,65	7,26%
Ιουν-21	4452	4754	-302,08	302,08	91250,47	6,79%
Ιουλ-21	5299	5516	-217,24	217,24	47191,16	4,10%
Αυγ-21	3573	3695	-122,06	122,06	14898,46	3,42%
Σεπ-21	3264	3338	-73,57	73,57	5412,10	2,25%
Οκτ-21	3831	4975	-1144,05	1144,05	1308855,79	29,86%
Νοε-21	5218	4940	277,52	277,52	77018,36	5,32%
Δεκ-21	4438	4726	-288,17	288,17	83044,72	6,49%
				MAD	MSE	MAPE

474,73	437256,95	13,50%
--------	-----------	--------

Πίνακας 4.4-7 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)

Ετήσια Μέτρα Σφάλματος			
Έτος	MAD	MSE	MAPE
2018	425,21	254221,33	11,93%
2019	383,05	220485,28	10,19%
2020	787,91	1072099,99	24,80%
2021	298,63	186968,22	6,93%

Οι προβλέψεις του συνδυασμού των δύο μεθόδων σύμφωνα με τα μέτρα σφάλματος είναι ακριβέστερες σε σχέση με τη μέθοδο Holt-Winters και τη στοχοθεσία μεμονωμένα. Η συνδυασμένη πρόβλεψη αποδίδει μικρότερα σφάλματα, διότι σε κάποιες περιόδους η ποσοτική πρόβλεψη υπερεκτιμά, η ποιοτική υποεκτιμά τις προβλέψεις και το αντίστροφο, με αποτέλεσμα ο συνδυασμός των προβλέψεων με τα κατάλληλα βάρη να είναι πιο κοντά στις πραγματικές πωλήσεις.

4.5. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Συνοψίζοντας, για την ευκολότερη ανάγνωση των αποτελεσμάτων, στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται το μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE), η μέση απόλυτη απόκλιση (MAD) και το μέσο σφάλμα τετραγώνου (MSE) της στοχοθεσίας, της μεθόδου Holt-Winters και του συνδυασμού των δύο.

	Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα MAPE		
	Στοχοθεσία	Μέθοδος Holt-Winters	Συνδυαστικό μοντέλο
ΦΑΡΜΑΚΟ 1	14,13%	15,57%	13,78%
ΦΑΡΜΑΚΟ 2	30%	18,43%	16,93%
ΦΑΡΜΑΚΟ 3	18,53%	13,89%	13,50%

Το μεγαλύτερο μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα (MAPE) για το «Φάρμακο 1» είναι στη μέθοδο Holt-Winters και το αμέσως επόμενο μεγαλύτερο είναι για τη στοχοθεσία. Το συνδυαστικό μοντέλο για το «Φάρμακο 1» έχει το μικρότερο κριτήριο MAPE. Για τα άλλα δύο φάρμακα το υψηλότερο μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα είναι για στην στοχοθεσία, στη συνέχεια η μέθοδος Holt-Winters και το μικρότερο κριτήριο MAPE είναι στο συνδυαστικό μοντέλο.

	Μέση απόλυτη απόκλιση MAD		
	Στοχοθεσία	Μέθοδος Holt-Winters	Συνδυαστικό μοντέλο
ΦΑΡΜΑΚΟ 1	1146,03	1567,66	1314,24
ΦΑΡΜΑΚΟ 2	781,98	548,46	486,59
ΦΑΡΜΑΚΟ 3	650,91	517,51	474,73

	Μέσο σφάλμα τετραγώνου MSE		
	Στοχοθεσία	Μέθοδος Holt-Winters	Συνδυαστικό μοντέλο
ΦΑΡΜΑΚΟ 1	3228097,16	4847869,23	3419336,93
ΦΑΡΜΑΚΟ 2	960846,53	465903,52	399353,99
ΦΑΡΜΑΚΟ 3	637350,77	512467,22	437256,95

Το ίδιο παρατηρείται και για τη μέση απόλυτη απόκλιση (MAD) και το μέσο σφάλμα τετραγώνου, όπου η χαμηλότερη τιμή είναι για το συνδυαστικό μοντέλο.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η ετήσια ανασκόπηση του μέσου απόλυτου ποσοστιαίου σφάλματος (MAPE) για το συνδυαστικό μοντέλο.

	Μέσο Απόλυτο Ποσοστιαίο Σφάλμα MAPE		
	Φάρμακο 1	Φάρμακο 2	Φάρμακο 3
2018	12,28%	12,18%	11,93%
2019	15,26%	13,02%	10,19%
2020	18,46%	25,97%	24,80%
2021	9,00%	16,17%	6,93%

Όπως είναι φανερό, το υψηλότερο μέσο απόλυτο ποσοστιαίο σφάλμα και για τα τρία φάρμακα είναι το έτος 2020. Το γεγονός αυτό οφείλεται στις μεταβολές που προκάλεσε η έναρξη της πανδημίας στην Ελλάδα, για τη ζήτηση των συγκεκριμένων φαρμάκων αλλά και συνολικά σε όλο το επιχειρηματικό και κοινωνικό περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ, ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ, ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Όπως προκύπτει και από άλλες έρευνες που αναφέρθηκαν, οι συνδυαστικές προβλέψεις λειτουργούν καλύτερα συγκριτικά με τις μεμονωμένες μεθόδους. Έχουν διενεργηθεί πολλές έρευνες που αφορούν το συνδυασμό δύο ή περισσότερων ποσοτικών μεθόδων οι οποίες οδηγούν σε προβλέψεις με μικρότερο σφάλμα. Φυσικά είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η δημιουργία περίπλοκων συνδυαστικών μοντέλων ενδεχομένως να μην αποδίδουν τόσο καλά. Συγκεκριμένα η μελέτη που αναφέρθηκε με το υβριδικό μοντέλο πρόβλεψης ARHOW του R. Siddiquietal. (2021), όπου συνδυάστηκαν η μέθοδος ARIMA και το μοντέλο Holt-Winters, οδήγησε σε ακριβέστερες προβλέψεις διότι η μέθοδος ARIMA δίνει πιο ακριβείς προβλέψεις για εβδομαδιαίες και μηνιαίες χρονοσειρές και η μέθοδος Holt-Winters δίνει ακριβέστερες προβλέψεις όταν εφαρμόζεται σε ημερήσιες χρονοσειρές. Ο συνδυασμός των δύο ποσοτικών μοντέλων μετρίασε την αστάθεια των δεδομένων και παράγαγε πιο ακριβείς προβλέψεις.

5.1. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε συνδυασμός της μεθόδου Holt-Winters με τη στοχοθεσία που είχε οριστεί με υποκειμενικά κριτήρια από τη διοίκηση της εταιρίας. Η επιλογή της μεθόδου Holt-Winters έγινε διότι είναι η μέθοδος που απέδωσε το μικρότερο σφάλμα και για τα τρία υπό διερεύνηση φάρμακα. Ο λόγος που η μέθοδος Holt-Winters είναι πιο ακριβής, οφείλεται στην τάση και την εποχικότητα που παρουσιάζουν και τα τρία φάρμακα. Ωστόσο, οι προβλέψεις ζήτησης σε μηνιαία βάση για προϊόντα όπως είναι τα φάρμακα μπορεί να αποφέρουν μεγαλύτερα σφάλματα, διότι μικρές μεταβολές στο εξωτερικό περιβάλλον, όπως για παράδειγμα στις κλιματολογικές, οικονομικές, υγειονομικές συνθήκες κ.α. είναι σε θέση να επηρεάσουν τα μοτίβα εποχικότητας αποφέροντας τη ζήτηση λίγους μήνες πριν ή μετά την αναμενόμενη χρονική στιγμή.

Η επιλογή της στοχοθεσίας για το συνδυασμό πραγματοποιήθηκε διότι κατά την περίοδο διερεύνησης είχαν προκύψει διάφορα γεγονότα που επηρεάζουν τη ζήτηση, όπως η υγειονομική κρίση και προβλήματα στην εφοδιαστική αλυσίδα, τα οποία είναι αδύνατον να προβλεφθούν από τα ποσοτικά μοντέλα πρόβλεψης. Η εμπειρία των στελεχών αλλά και η γνώση για επερχόμενα γεγονότα, αποτελούν παράγοντες, που

εάν συμπεριληφθούν στις προβλέψεις, μπορεί να μειωθεί η αστοχία των ποσοτικών μοντέλων. Επομένως, για την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων της πρόβλεψης, κρίθηκε σκόπιμο να συμπεριληφθεί η υποκειμενικότητα από τις εκτιμήσεις των στελεχών, ούτως ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αστοχία των προβλέψεων που οφείλεται σε γεγονότα του εξωτερικού περιβάλλοντος.

Συμπερασματικά, η χρήση των κατάλληλα προσαρμοσμένων μεθόδων πρόβλεψης μπορεί να προβλέψει καλύτερα τη ζήτηση των φαρμάκων σε σχέση με τις εμπειρικές προβλέψεις. Στα τρία φάρμακα που αναφέρθηκαν η καταλληλότερη μέθοδος είναι η Holt-Winters σε σχέση με τις υπόλοιπες μεθόδους χρονοσειρών, λόγω της ύπαρξης τάσης και εποχικότητας. Στα πλαίσια της σύγκρισης της μεθόδου Holt-Winters και της στοχοθεσίας ως ποιοτική πρόβλεψη, η μέθοδος Holt-Winters και στις τρεις περιπτώσεις ήταν πολύ πιο ακριβής σύμφωνα με το κριτήριο MSE.

Επίσης, ο συνδυασμός της μεθόδου Holt-Winters και της στοχοθεσίας, απέδωσε μικρότερο σφάλμα και στα τρία υπό διερεύνηση φάρμακα συγκριτικά με τα μεμονωμένα μοντέλα και τη στοχοθεσία. Οι λόγοι στους οποίους οφείλεται η ακριβέστερη πρόβλεψη είναι αρχικά ο ποιοτικός παράγοντας που συμπεριλαμβάνεται στο συνδυαστικό μοντέλο. Επίσης, παρατηρείτε ότι στις μεμονωμένες προβλέψεις της μεθόδου Holt-Winters και της στοχοθεσίας και για τα τρία φάρμακα, σε κάποιες περιόδους η ποσοτική μέθοδος υπερεκτιμά την πραγματική ζήτηση ενώ η στοχοθεσία την υποεκτιμά και το αντίστροφο, με αποτέλεσμα ο συνδυασμός των δύο μεθόδων να αποφέρει ακριβέστερη πρόβλεψη.

Σε προσομοίωση που πραγματοποιήθηκε και με άλλα φάρμακα της εταιρίας που δεν υπάρχει εποχικότητα παρατηρήθηκαν παρόμοια αποτελέσματα. Στην προσομοίωση συνδυάστηκε η στοχοθεσία με την καταλληλότερη ποσοτική μέθοδο για κάθε φάρμακο ξεχωριστά και το αποτέλεσμα σε όλες τις περιπτώσεις ήταν μικρότερο σφάλμα. Επομένως, σε όλες τις περιπτώσεις το σφάλμα της πρόβλεψης ήταν μικρότερο όταν μια ποσοτική μέθοδος συνδυάζεται με την υποκειμενικότητα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, κατά τη διαδικασία του συνδυασμού της στοχοθεσίας με την ποσοτική μέθοδο πρόβλεψης ζήτησης, είναι απαραίτητη η προσαρμογή της βαρύτητας που θα καταλογιστεί για τη στοχοθεσία και την ποσοτική μέθοδο. Η προσαρμογή πρέπει να γίνεται κάθε φορά πριν το συνδυασμό όταν έχει γίνει εισαγωγή νέων δεδομένων, ελαχιστοποιώντας ένα από τα μέτρα σφάλματος. Εύκολος και

ακριβής τρόπος για την εύρεση της βέλτιστης βαρύτητας που ελαχιστοποιεί ένα από τα μέτρα σφάλματος είναι με το Solver του Excel.

Με την προσέγγιση που πραγματοποιήθηκε στην παρούσα διπλωματική εργασία, δεν είναι εφικτή η δημιουργία ενός σταθερού συνδυαστικού μοντέλου πρόβλεψης, ακόμα και στην περίπτωση που μπορεί να υπάρχουν σταθερές συνθήκες. Για την ακριβέστερη πρόβλεψη είναι απαραίτητη η αναπροσαρμογή του μοντέλου όσο αφορά τη βαρύτητα που καταλογίζεται στη στοχοθεσία και την ποσοτική μέθοδο.

Μια ακόμα αξιοσημείωτη παρατήρηση αποτελεί και το γεγονός ότι η χρήση διαφορετικών λογισμικών για την εφαρμογή μιας συγκεκριμένης μεθόδου, μπορεί να αποφέρει ελαφρώς διαφορετικά αποτελέσματα. Πιο συγκεκριμένα, κατά την εφαρμογή της μεθόδου της εκθετικής εξομάλυνσης του «Φαρμάκου 2» με το λογισμικό QM, η τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης (α) που ελαχιστοποιεί το κριτήριο MSE είναι το 0,25. Η αμέσως επόμενη μέθοδος που εφαρμόστηκε για το «Φάρμακο 2» ήταν η μέθοδος Holt και πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Excel. Ωστόσο, το Solver του Excel έδωσε ως βέλτιστη τιμή για την παράμετρο εξομάλυνσης β το 0, με αποτέλεσμα στις προβλέψεις να λαμβάνεται υπόψη μόνο η παράμετρος α , όπου η βέλτιστη τιμή ήταν το 0,28 και να μην λαμβάνεται καθόλου η τάση. Λόγω της μηδενικής παράμετρου εξομάλυνσης β , η μέθοδος Holt στην ουσία ήταν εκθετική εξομάλυνση. Παρ' όλα αυτά το Solver του Excel "έδωσε" ως βέλτιστη τιμή του συντελεστή εξομάλυνσης α το 0,28 ελαχιστοποιώντας το κριτήριο MSE. Η συγκεκριμένη αλλαγή στο συντελεστή εξομάλυνσης οφείλεται στη χρήση διαφορετικών λογισμικών, πιθανών διότι το λογισμικό QM υπολογίζει με λιγότερα δεκαδικά σε σχέση με το λογισμικό Excel, δίνοντας ελαφρώς διαφορετικά αποτελέσματα.

Η καταλληλότητα των δεδομένων αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την πραγματοποίηση ακριβέστερων προβλέψεων. Πιο συγκεκριμένα, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στα μοντέλα πρόβλεψης ζήτησης, είναι δεδομένα πωλήσεων. Υπάρχει μεγάλη διαφορά μεταξύ των πωλήσεων και της ζήτησης, η οποία γίνεται εμφανής όταν συμβεί κάτι που επηρεάζει τη δυνατότητα της επιχείρησης να ανταπεξέλθει στη ζήτηση. Η διαφορά αυτή γίνεται αντιληπτή στις πωλήσεις του «Φαρμάκου 1» από τον Ιανουάριο του 2019 έως τον Απρίλιο του 2019. Τη συγκεκριμένη περίοδο λόγω της έλλειψης του φαρμάκου στην αγορά, οι πωλήσεις τους μήνες Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο ήταν εξαιρετικά χαμηλές και μέρος

της ζήτησης των ασθενών εξυπηρετήθηκε από τα αποθέματα που υπήρχαν στις φαρμακαποθήκες και τα φαρμακεία. Επίσης, ένα μέρος της ζήτησης των ασθενών ικανοποιήθηκε με άλλα φάρμακα, λόγω της δυσκολίας που υπήρχε στην εύρεση του «Φαρμάκου 1». Τον Απρίλιο του 2019 η έλλειψη αποκαταστάθηκε και οι πωλήσεις ήταν περισσότερες από κάθε άλλο μήνα διαχρονικά. Ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος αυτών των πωλήσεων προοριζόταν για την αποκατάσταση των αποθεμάτων ασφαλείας των φαρμακαποθηκών και των φαρμακείων. Επομένως, κατά τη συγκεκριμένη περίοδο υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ των πωλήσεων και της ζήτησης οι οποίες επηρεάζουν την ακρίβεια των μοντέλων πρόβλεψης, κυρίως λόγω των περιπτώσεων όπου η ζήτηση των ασθενών για το «Φάρμακο 1» ικανοποιήθηκε με άλλα ανταγωνιστικά και αμιγώς ανταγωνιστικά φάρμακα.

Είναι προφανές ότι η χρήση των κατάλληλων μεθόδων μπορεί να οδηγήσει σε ακριβέστερες προβλέψεις. Δηλαδή όταν στα δεδομένα παρατηρούνται μεταβολές που οφείλονται σε τάση ή εποχικότητα, η εφαρμογή μεθόδων όπως του κινητού μέσου, του σταθμικού κινητού μέσου και της εκθετικής εξομάλυνσης θα εξάγουν άστοχες προβλέψεις. Ωστόσο η μέθοδος Holtόταν υπάρχει τάση και η μέθοδος Holt-Wintersόταν παρατηρείται τάση και εποχικότητα, αποτελούν καταλληλότερες μεθόδους σε αυτές τις περιπτώσεις και θα οδηγήσουν σε ακριβέστερες προβλέψεις.

Τέλος, ο τρόπος που δημιουργείται η ζήτηση στο συγκεκριμένο κλάδο είναι πολύ πιο περίπλοκος σε σχέση με τα καταναλωτικά προϊόντα. Στο φαρμακευτικό κλάδο, η ζήτησι των ασθενών για τα φάρμακα προκαλείται κυρίως από επαγγελματίες υγείας όπως τους ιατρούς και τους φαρμακοποιούς. Επίσης, οι παράγοντες που ενδέχεται να επηρεάσουν τη ζήτηση στο συγκεκριμένο κλάδο είναι περισσότεροι σε σχέση με άλλους κλάδους. Για παράδειγμα, μια απόφαση του Εθνικού Οργανισμού Φαρμάκων να εντάξει ένα φάρμακο στα θεραπευτικά πρωτόκολλα μιας νόσου, είναι αρκετή για να αυξήσει σε πολύ μεγάλο βαθμό τη ζήτηση ενός φαρμάκου. Αντιθέτως, εάν διαπιστωθεί μια σοβαρή ανεπιθύμητη ενέργεια σε ένα φάρμακο είναι αρκετό για να μηδενίσει τη ζήτηση ακόμα και σε φάρμακο που χρησιμοποιείται για χρόνια. Παρ' όλα αυτά, με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων και με την προσαρμογή ποιοτικών και εμπειρικών στοιχείων στις προβλέψεις, μπορεί να υπάρξει ασφαλής πρόβλεψη στο συγκεκριμένο κλάδο.

5.2. ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ

Ο κυριότερος περιορισμός της έρευνας αφορά τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν. Αρχικά, για την εφαρμογή μοντέλων πρόβλεψης ζήτησης χρειάζονται δεδομένα για τη ζήτηση των προϊόντων. Ωστόσο, τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εφαρμογή των μοντέλων είναι οι πωλήσεις των φαρμάκων της εταιρίας. Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, μπορεί να υπάρχουν διαφορές μεταξύ της ζήτησης και των πωλήσεων και ως αποτέλεσμα οι προβλέψεις ζήτησης να παρουσιάσουν αποκλίσεις που οφείλονται στα δεδομένα.

Επίσης ο αριθμός των δεδομένων ήταν περιορισμένος και σε βάθος χρόνου πενταετίας. Εάν υπήρχαν δεδομένα περισσότερων ετών θα ήταν δυνατή και η ανάλυση παλινδρόμησης σε ετήσια βάση, η ανάλυση των χρονοσειρών σε τρίμηνη ή εξάμηνη παρακολούθηση, αλλά και η εφαρμογή των μοντέλων για περισσότερες περιόδους με πιο ασφαλή αποτελέσματα.

Επιπλέον, η περίοδος που μελετήθηκε αποτελείται από έντονα στοιχεία αστάθειας και μεταβολών λόγω των απρόσμενων γεγονότων που προέκυψαν, τα οποία οφείλονται κυρίως στην πανδημία, επηρεάζοντας σε μεγάλο βαθμό ερευνητικά πεδία όπως αυτό των προβλέψεων.

5.3. ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΕΡΕΥΝΑ

Η ανάγκη για ελαχιστοποίηση της αβεβαιότητας σε ένα μεταβαλλόμενο επιχειρηματικό περιβάλλον είναι μεγαλύτερη από ποτέ. Τα τελευταία χρόνια συμβαίνουν γεγονότα τα οποία είναι σε θέση να επηρεάσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό, είτε αρνητικά είτε θετικά την πορεία μιας επιχείρησης. Η πανδημία και η ενεργειακή κρίση είναι δυο παραδείγματα που σε πολλές επιχειρήσεις έφεραν καταστροφικές συνέπειες και σε άλλες αυξήσαν σημαντικά τις πωλήσεις τους. Ωστόσο και στις δύο περιπτώσεις υπάρχει η ανάγκη να μπορεί να ελαχιστοποιηθεί η αβεβαιότητα μέσω των προβλέψεων, είτε με σκοπό το στρατηγικό σχεδιασμό για την αποφυγή των αρνητικών επιπτώσεων, είτε με σκοπό το σχεδιασμό της παραγωγής για να μπορέσει μια επιχείρηση να ανταπεξέλθει στη μεγαλύτερη ζήτηση.

Στα πλαίσια της περαιτέρω έρευνας, οι μελλοντικοί ερευνητές θα μπορούσαν να αναπτύξουν συνδυαστικά μοντέλα ποσοτικών μεθόδων ή ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων, που να εστιάζουν σε συγκεκριμένους επιχειρηματικούς κλάδους. Η εστίαση σε συγκεκριμένους κλάδους θα μπορούσε να φέρει καλύτερα αποτελέσματα, όσο

αφορά την ακρίβεια των προβλέψεων, καθώς υπάρχουν ιδιαιτερότητες μεταξύ των κλάδων οι οποίες είναι σε θέση να αλλάξουν την προσέγγιση της δημιουργίας ενός συνδυαστικού μοντέλου πρόβλεψης.

Πίνακας Γραφημάτων

Γράφημα 3.2-1 Ετήσιες πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 1» και γραμμή τάσης.....	51
Γράφημα 3.2-2 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2017 για το «Φάρμακο 1».....	51
Γράφημα 3.2-3 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2018 για το «Φάρμακο 1».....	52
Γράφημα 3.2-4 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2019 για το «Φάρμακο 1».....	52
Γράφημα 3.2-5 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2020 για το «Φάρμακο 1».....	53
Γράφημα 3.2-6 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2021 για το «Φάρμακο 1».....	54
Γράφημα 3.3-1 Ετήσιες πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 2» και γραμμή τάσης.....	56
Γράφημα 3.3-2 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2017 για το «Φάρμακο 2».....	57
Γράφημα 3.3-3 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2018 για το «Φάρμακο 2».....	57
Γράφημα 3.3-4 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2019 για το «Φάρμακο 2».....	58
Γράφημα 3.3-5 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2020 για το «Φάρμακο 2».....	58
Γράφημα 3.3-6 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2021 για το «Φάρμακο 2».....	59
Γράφημα 3.4-1 Ετήσιες πραγματικές πωλήσεις για το «Φάρμακο 3» και γραμμή τάσης.....	61
Γράφημα 3.4-2 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2017 για το «Φάρμακο 3».....	62
Γράφημα 3.4-3 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2018 για το «Φάρμακο 3».....	62
Γράφημα 3.4-4 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2019 για το «Φάρμακο 3».....	63
Γράφημα 3.4-5 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2020 για το «Φάρμακο 3».....	63
Γράφημα 3.4-6 Μηνιαίες πωλήσεις του έτους 2021 για το «Φάρμακο 3».....	64
Γράφημα 4.2-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 1.....	67
Γράφημα 4.2-2 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 1.....	72
Γράφημα 4.2-3 Μέθοδος Holt Φάρμακο 1.....	76
Γράφημα 4.2-4 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 1.....	79
Γράφημα 4.2-5 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 1.....	82
Γράφημα 4.3-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 2.....	85
Γράφημα 4.3-2 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 2.....	91
Γράφημα 4.3-3 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 2.....	97
Γράφημα 4.3-4 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 2.....	101
Γράφημα 4.4-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 3.....	103
Γράφημα 4.4-2 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 3.....	109

Γράφημα 4.4-3 Μέθοδος Holt Φάρμακο 3	113
Γράφημα 4.4-4 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 3	116
Γράφημα 4.4-5 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 3	120

Πίνακας Πινάκων

Πίνακας 2.9-1 Σύνοψη μεθόδων πρόβλεψης.....	45
Πίνακας 3.2-1 Πραγματικές μηνιαίες Πωλήσεις «Φαρμάκου 1».....	50
Πίνακας 3.2-2 Μέση τιμή και Τυπική Απόκλιση «Φαρμάκου 1».....	50
Πίνακας 3.3-1 Πραγματικές μηνιαίες Πωλήσεις «Φαρμάκου 2».....	55
Πίνακας 3.3-2 Μέση τιμή και Τυπική Απόκλιση «Φαρμάκου 2».....	55
Πίνακας 3.4-1 Πραγματικές μηνιαίες Πωλήσεις «Φαρμάκου 3».....	60
Πίνακας 3.4-2 Μέση τιμή και Τυπική Απόκλιση «Φαρμάκου 3».....	60
Πίνακας 4.1-1 Ετήσιοι στόχοι φαρμάκων	66
Πίνακας 4.1-2 Συντελεστής εποχικότητας πωλήσεων.....	66
Πίνακας 4.2-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)	69
Πίνακας 4.2-2 Στόχος Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση).....	71
Πίνακας 4.2-3 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση).....	74
Πίνακας 4.2-4 Μέθοδος Holt Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)	77
Πίνακας 4.2-5 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση)	81
Πίνακας 4.2-6 Σύγκριση μεθόδων «Φάρμακο 1».....	81
Πίνακας 4.2-7 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 1 (μηνιαία ανάλυση).....	84
Πίνακας 4.3-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)	87
Πίνακας 4.3-2 Στόχος Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση).....	90
Πίνακας 4.3-3 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση).....	93
Πίνακας 4.3-4 Μέθοδος Holt Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)	96
Πίνακας 4.3-5 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση)	99
Πίνακας 4.3-6 Σύγκριση μεθόδων «Φάρμακο 2».....	100
Πίνακας 4.3-7 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 2 (μηνιαία ανάλυση).....	102
Πίνακας 4.4-1 Γραμμική Παλινδρόμηση Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)	105
Πίνακας 4.4-2 Στόχος Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση).....	108
Πίνακας 4.4-3 Εκθετική εξομάλυνση Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση).....	112
Πίνακας 4.4-4 Μέθοδος Holt Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)	115
Πίνακας 4.4-5 Μέθοδος Holt-Winters Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση)	118
Πίνακας 4.4-6 Σύγκριση μεθόδων «Φάρμακο 3».....	119
Πίνακας 4.4-7 Συνδυασμένη Πρόβλεψη Φαρμάκου 3 (μηνιαία ανάλυση).....	122

Βιβλιογραφία

- Aczel, A., & Sounderpandian, J. (2016). *Στατιστική σκέψη στον κόσμο των επιχειρήσεων*. Π.Χ. Πασχαλίδης.
- Amalnick, M. S., Habibifar, N., Hamid, M., & Bastan, M. (2019, September 9). An intelligent algorithm for final product demand forecasting in pharmaceutical units. *International Journal of Systems Assurance Engineering and Management*.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Manoj, M. K. (2013). *Operations Management: Processes and Supply Chains*. Pearson.
- Makridakis, S. (1989). Why combining works? *International Journal of Forecasting* 5, σσ. 601-603.
- Siddiqui, R., Azmat, M., Ahmed, S., & Kummer, S. (2021, September 5). A hybrid demand forecasting model for greater forecasting accuracy: The case of the pharmaceutical industry. *Supply Chain Forum: An International Journal*, σσ. 124-134.
- Slack, N., Chambers, S., & Johnston, R. (2010). *Operations Management*. Pearson.
- Wind, Y., & Mahajan, V. (1988). New product forecasting models. *International Journal of Forecasting*, σσ. 341-358.
- Αγιακλόγλου, Χ. Ν., & Οικονόμου, Γ. Σ. (2004). *Μέθοδοι προβλέψεων και ανάλυσης αποφάσεων* (Β' Έκδοση εκδ.). Αθήνα: Γ. Μπένου.
- Γεωργίου, Α. Κ., & Οικονόμου, Γ. Σ. (2016). *Επιχειρησιακή Έρευνα για τη λήψη Διοικητικών Αποφάσεων Β' Έκδοση*. Εκδόσεις Μπένου.
- Γναρδέλλης, Χ. (2003). *Εφαρμοσμένη Στατιστική*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση.
- Δερβιτσιώτης, Κ. Ν. (2006). *Διοίκηση Παραγωγής*. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ.
- Σταθακόπουλος, Β. (2005). *Μέθοδοι Έρευνας Αγοράς*. Unibooks.

