



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΤΙΤΛΟΣ

**«ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΘΗΚΗΣ
ΧΑΠΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΦΑΡΜΑΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΟΥ

ΚΑΦΑΝΕΛΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Κωνσταντίνα Νικήτα
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

«ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΕΞΥΠΝΗΣ ΘΗΚΗΣ ΧΑΠΙΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΗΣ ΦΑΡΜΑΚΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ»

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΚΑΦΑΝΕΛΗ Γ. ΝΙΚΟΛΑΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Κωνσταντίνα Νικήτα
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 13^η Σεπτεμβρίου 2023.

.....

Κ. Νικήτα

Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....

Γ. Στάμου

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....

Γ. Ματσόπουλος

Καθηγητής Ε.Μ.Π

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2023

.....
ΚΑΦΑΝΕΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

© 2023 – All rights reserved

Copyright ©–All rights reserved Καφανέλης Νικόλαος, 2023.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματεύεται την ανάπτυξη και υλοποίηση μιας εξειδικευμένης συσκευής που οργανώνει και διανέμει την φαρμακευτική αγωγή του χρήστη. Στόχος είναι η υποστήριξη του ασθενή καθ' όλη τη διάρκεια της φαρμακοθεραπείας του και παράλληλα η βελτίωση της φαρμακευτικής του συμμόρφωσης.

Η φαρμακευτική συμμόρφωση αφορά την ορθή λήψη και τήρηση της φαρμακευτικής αγωγής από τους ασθενείς. Ωστόσο, αστάθμητοι παράγοντες όπως η πολυπλοκότητα των σχεδίων θεραπείας, η αύξηση του αριθμού των φαρμάκων που λαμβάνει ένας ασθενής και η έλλειψη επαρκούς πληροφόρησης σχετικά με τη φαρμακευτική θεραπεία μπορούν να οδηγήσουν σε ανεπαρκή φαρμακευτική συμμόρφωση. Αυτό μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ασθενούς, καθώς μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο επιπλοκών και την ανάγκη για νοσηλεία. Τέτοιου είδους περιστατικά είναι συχνά και ο αντίκτυπός τους στην κοινωνία και στους τομείς τη υγείας και της οικονομίας είναι καθοριστικός.

Σε αυτό το περίπλοκο τοπίο, η προτεινόμενη συσκευή έχει τη δυνατότητα να επιλύσει πολλά από τα προβλήματα που επηρεάζουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση. Η οργάνωση και διανομή των φαρμακευτικών αγωγών σε συνδυασμό με αυτόματες ειδοποιήσεις για τη λήψη των φαρμάκων και τη συνεχή παρακολούθηση, βοηθά τους ασθενείς να τηρούν το σχέδιο θεραπείας τους ακόμα και όταν αντιμετωπίζουν φυσικές ή πνευματικές δυσκολίες. Επιπλέον, η παροχή δεδομένων σε υγειονομικούς φορείς μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη και διαχείριση ανεπιθύμητων καταστάσεων, με χρήση μηχανισμού άμεσης ιατρικής παρέμβασης.

Η υλοποίηση αυτής της συσκευής απαιτεί την αρμονική συνεργασία δύο βασικών στοιχείων: το φυσικό περίβλημα, το οποίο παρέχει τη δομή, τη μηχανική αντοχή της συσκευής, καθώς και την αισθητική που προσαρμόζεται στον καθημερινό βίο του χρήστη και το ηλεκτρονικό κύκλωμα, το οποίο πραγματοποιεί τις καθορισμένες λειτουργικές απαιτήσεις της συσκευής, παρέχοντας συνεχή και αδιάλειπτη ασφάλεια και αξιοπιστία στον χρήστη. Με τη συνδυασμένη δυναμική αυτών των δύο στοιχείων, η συσκευή αυτή ανοίγει τον δρόμο για μια νέα εποχή στη φαρμακευτική συμμόρφωση, ενσωματώνοντας την πρόοδο της τεχνολογίας στη βελτίωση της υγείας και της ποιότητας ζωής των ασθενών.

Λέξεις Κλειδιά

φαρμακευτική συμμόρφωση, φαρμακοθεραπεία, φαρμακοεπαγρύπνηση, έξυπνες συσκευές φαρμάκων, σχεδίαση σε περιβάλλον Autodesk Fusion 360, σχεδίαση σε περιβάλλον Autodesk EAGLE, Arduino Nano, Stepper Motor, Solenoid, LED, Logic MOSFET

Abstract

The following diploma thesis addresses the development and implementation of a specialized device designed to organize and dispense a user's medication regimen. Its objective is to support the patient throughout their medication therapy while improving medication adherence.

Medication adherence refers to the correct intake and compliance to a patient's medication regimen. However, unpredictable factors such as the complexity of treatment regimens, the growing number of prescribed medications, and the lack of adequate information about medication therapy can lead to a poor medication adherence. This, in turn, can have serious implications for a patient's health, increasing the risk of health complications and the need for medical intervention. Such incidents are frequent and their impact on the society, health and economy sectors is decisive.

In this complex landscape, the proposed device has the potential to resolve many of the issues affecting medication adherence. Through its organization and dispensing of medications, automated reminders for dosage, and continuous monitoring, it assists patients in adhering to their treatment plans, even when facing physical or mental challenges. Additionally, by providing healthcare entities with relevant medication data, it can help prevent and manage medication-related adverse events, enabling “on time” medical intervention.

The implementation of this device involves the harmonious collaboration of two fundamental elements: the physical enclosure, which provides the structure, mechanical durability, and aesthetic design that seamlessly integrates into the user's daily life and the electronic circuit, which performs the device's designated functions, ensuring continuous and imperceptible user safety and reliability. Through the combined power of these two components, this device marks a new era in medication adherence, leveraging technological progress to enhance both health and quality of life for patients.

Keywords

medication adherence, medication therapy, medication monitoring, smart medication devices, Autodesk Fusion 360 Design, Autodesk EAGLE Design, Arduino Nano, stepper motor, solenoid, LED, Logic MOSFET

Ευχαριστίες

Θέλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες στην κα. Κωνσταντίνα Νικήτα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, καθώς και τους Κωνσταντίνο και τον Λευτέρη για τη στήριξη και την καθοδήγησή τους κατά την εκπόνηση της διπλωματικής μου εργασίας. Οι γνώσεις και οι συμβουλές τους ήταν πάντα καίριες και με βοήθησαν να επεκτείνω τους ορίζοντές μου και να αναπτύξω τις δεξιότητές μου.

Επίσης, θέλω να ευχαριστήσω τους αγαπητούς μου συμμαθητές Αθανασιάδη Κωνσταντίνο και Μπρατσιώτη Γεράσιμο Γεώργιο. Η συνεργασία και η αμοιβαία στήριξη μεταξύ μας ήταν πάντα αφορμή για έμπνευση και με βοήθησε να ξεπεράσω τις προκλήσεις που εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια των σπουδών μας.

Τέλος και πιο σημαντικό, θέλω να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στη σύζυγό μου Θεοδώρα και στην κόρη μου Αικατερίνη, καθώς και στους γονείς μου. Η στήριξη, η κατανόηση και η αγάπη σας ήταν πάντα η κινητήριος δύναμή μου και ο κύριος λόγος που κατέστη δυνατό να επιτύχω τους στόχους μου.

Σας ευχαριστώ όλους από καρδιάς για την υποστήριξή σας και τον ρόλο που διαδραμάτισε ο καθένας σας στην ακαδημαϊκή μου πορεία. Είμαι ευγνώμων για όλους σας και πάντα θα κρατώ αυτές τις στιγμές στην καρδιά μου.

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ABSTRACT	6
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΓΡΑΦΗΜΑΤΩΝ	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	14
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	16
1.1 ΣΤΟΧΟΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	16
1.2 ΈΡΕΥΝΑ ΣΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	16
1.3 ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	19
2.1 ΦΑΡΜΑΚΟΕΠΑΓΡΥΠΝΗΣΗ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗ.....	19
2.1.1 Φαρμακοεπαγρύπνηση.....	20
2.1.2 Φαρμακευτική Συμμόρφωση.....	20
2.2 ΑΙΤΙΑ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΜΗ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ ΤΩΝ ΑΣΘΕΝΩΝ ΣΤΗ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗ ΑΓΩΓΗ ..	21
2.2.1 Τα αίτια της μη συμμόρφωσης των ασθενών στη φαρμακευτική αγωγή	22
2.2.2 Οι επιδράσεις της μη συμμόρφωσης των ασθενών στη φαρμακευτική αγωγή.....	28
2.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΛΥΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΠΟΥ ΣΤΟΧΕΥΟΥΝ ΣΤΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΗΣ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ	30
2.3.1 Μέθοδοι παρακολούθησης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης	31
2.3.2 Ερωτηματολόγιο και ανάλυση αποτελεσμάτων.....	35
2.3.3 Παρουσίαση λύσεων.....	47
2.4 ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΕΜΠΟΡΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΩΘΗΣΗ ΤΗΣ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ	49
2.4.1 Αναζήτηση συσκευών εμπορίου	49
2.4.2 Κύρια χαρακτηριστικά και λειτουργίες συσκευών και θηκών εμπορίου.....	60
2.4.3 Συγκριτική μελέτη και λειτουργικότητα.....	62
3. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΘΗΚΗΣ ΧΑΠΙΩΝ	69
3.1 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	70

3.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΙΝΟΥ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΥ	72
3.3 ΕΚΤΥΠΩΣΗ ΜΕ ΧΡΗΣΗ 3D PRINTER.....	77
4. ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ	88
4.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ.....	88
4.2 ΣΤΑΔΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ.....	96
5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	107
5.1 ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	107
5.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ	108
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	110

Κατάλογος Γραφημάτων

Γράφημα 1: Διαχωρισμός ανά φύλο	35
Γράφημα 2: Διαχωρισμός ανά ηλικία	36
Γράφημα 3: Ιστορικό λήψης φαρμακευτικής αγωγής.....	36
Γράφημα 4: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (1)	37
Γράφημα 5: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (2)	37
Γράφημα 6: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (3)	38
Γράφημα 7: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (4)	38
Γράφημα 8: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (5)	39
Γράφημα 9: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (6)	39
Γράφημα 10: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (7)	40
Γράφημα 11: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (8)	40
Γράφημα 12: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (9)	41
Γράφημα 13: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (10)	41
Γράφημα 14: Λόγοι που ενδέχεται να οδηγήσουν σε ελλειπή φαρμακευτική συμμόρφωση ..	42
Γράφημα 15: Τρόποι που ενδέχεται να βελτιώσουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση.....	42
Γράφημα 16: Διαχωρισμός ανάλογα με χρήση ή μη, μεθόδων οργάνωσης και υπενθύμισης λήψης φαρμάκων.....	43
Γράφημα 17: Ποσοστιαία κατανομή μεθόδων που επιλέχθηκαν από τους συμμετέχοντες	43
Γράφημα 18: Διαχωρισμός ανάλογα με την άποψη περί χρήσης έξυπνης θήκης χαπιών	44
Γράφημα 19: Ποσοστιαία κατανομή συμμετεχόντων αναφορικά με την ύπαρξη μίας έξυπνης θήκης χαπιών.....	44
Γράφημα 20: Επιλογή χαρακτηριστικών και λειτουργιών έξυπνης θήκης χαπιών.....	45
Γράφημα 21: Ποσοστιαία άποψη συμμετεχόντων περί καταλληλότητας ύπαρξης κινητής εφαρμογής	45
Γράφημα 22: Ποσοστιαία άποψη συμμετεχόντων περί καταλληλότητας διασύνδεσης και υποστήριξης μίας έξυπνης συσκευής χαπιών από μία κινητή εφαρμογή	46
Γράφημα 23: Επιλογή χαρακτηριστικών και λειτουργιών κινητής εφαρμογής.....	46

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 2.1: Weekly Pill Organizer	50
Εικόνα 2.2: Smart XL Weekly Pill Organizer.....	51
Εικόνα 2.3: Weekly Travel Pill Case	52
Εικόνα 2.4: Aluminum Alloy Keychain Pill Case	53
Εικόνα 2.5: Dose Push Button Pill Planner.....	54
Εικόνα 2.6: TimeCap Pill and Medicine Bottle	55
Εικόνα 2.7: E-Pill Voice	56
Εικόνα 2.8: MedMinder	57
Εικόνα 2.9: Hero Automatic Medication Dispenser	58
Εικόνα 2.10: MedaCube.....	59
Εικόνα 3.1: Κάτοψη θήκης χαπιών	73
Εικόνα 3.2: Μεταλλικός άξονας.....	74
Εικόνα 3.3: Υλικά πρωτοτυποποίησης	74
Εικόνα 3.4: Τμήματα διαχωρισμού φαρμακευτικών αγωγών.....	75
Εικόνα 3.5: Μηχανισμός περιστροφής τμημάτων φαρμακευτικών αγωγών	75
Εικόνα 3.6: Εξωτερικό κάλυμμα θήκης χαπιών.....	75
Εικόνα 3.7: Καπάκι θήκης χαπιών	76
Εικόνα 3.8: Συναρμολόγηση τμημάτων (1)	76
Εικόνα 3.9: Συναρμολόγηση τμημάτων (2)	76
Εικόνα 3.10: (α) Πρόσοψη, (β) Πλάγια όψη, (γ) Διαγώνια όψη.....	78
Εικόνα 3.11: (α) Όψη τομής σχεδίου, (β) Τμήμα φαρμακευτικής αγωγής.....	78
Εικόνα 3.12: Πρόσοψη εκτυπωμένου οργανωτή χαπιών.....	78
Εικόνα 3.13: α) Πρόσοψη, β) Πλάγια όψη, γ) Διαγώνιες όψεις	79
Εικόνα 3.14: Όψεις τομής σχεδίου.....	79
Εικόνα 3.15: Όψη εκτυπωμένης εσωτερικής κυλινδρικής θήκης.....	80
Εικόνα 3.16: (α) Πρόσοψη, (β) Πλάγια όψη, (γ)(δ) Διαγώνιες όψεις.....	80
Εικόνα 3.17: Τομή σχεδίου και επισήμανση χαρακτηριστικών.....	81
Εικόνα 3.18: Πρόσοψη εκτυπωμένης εξωτερικής κυλινδρικής θήκης	81
Εικόνα 3.19: (α) Πρόσοψη, (β) Πλάγια όψη, (γ) Διαγώνιες όψεις	82
Εικόνα 3.20: Όψη εκτυπωμένου καπακιού	82
Εικόνα 3.21: Θύρα φαρμακευτικής αγωγής.....	83
Εικόνα 3.22: Όψη εκτυπωμένης θύρας φαρμακευτικής αγωγής	83

Εικόνα 3.23: Πρόσοψη τμημάτων σχεδίου	83
Εικόνα 3.24: Διαγώνια όψη τμημάτων σχεδίου	84
Εικόνα 3.25: Διάφορες όψεις του συναρμολογημένου σχεδίου	84
Εικόνα 3.26: Όψη συναρμολογημένης εκτυπωμένης κατασκευής (1)	85
Εικόνα 3.27: Όψη συναρμολογημένης εκτυπωμένης κατασκευής (2)	85
Εικόνα 4.1: Arduino Nano	90
Εικόνα 4.2: Arduino Nano Screw Terminal Adapter	91
Εικόνα 4.3: Ο βηματικός κινητήρας και ο οδηγός του	92
Εικόνα 4.4: Φωτοдиодος κοινής ανόδου	93
Εικόνα 4.5: Δίοδοι αναστροφής ρεύματος	93
Εικόνα 4.6: Γυάλινη ασφάλεια ορίου ρεύματος 3A.....	94
Εικόνα 4.7: MOSFET FQP 30N06L.....	94
Εικόνα 4.8: Solenoid με τάση λειτουργίας 12V.....	95
Εικόνα 4.9: Σχηματικό μοντέλο κυκλώματος	99
Εικόνα 4.10: Πρωτότυπη κυκλωματική διάταξη	100
Εικόνα 4.11: Η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής	103
Εικόνα 4.12: Η συσκευή πραγματοποιεί εύρεση του απαιτούμενου φαρμάκου.....	104
Εικόνα 4.13: Η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση λήψης φαρμάκου	105

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Μέθοδοι μέτρησης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης ^[2]	33
Πίνακας 2: Κύρια χαρακτηριστικά και λειτουργίες συσκευών και θηκών εμπορίου	62
Πίνακας 3: Ενδεικτικά μεγέθη χαπιών	73

1. Εισαγωγή

Στον σύγχρονο κόσμο της ιατρικής, η βελτίωση της φαρμακοθεραπείας και η ενίσχυση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης των ασθενών αποτελούν μία συνεχή, δυναμική και απαιτητική πρόκληση. Οι ασθενείς συχνά βρίσκονται αντιμέτωποι με ποικίλα προβλήματα όπως μεταξύ άλλων, τη διαχείριση πολλαπλών φαρμακευτικών αγωγών, εσκεμμένες ή μη παραλείψεις φαρμακευτικών δόσεων και δυσκολία στην ορθή λήψη των φαρμάκων. Σε αυτό το πλαίσιο, η παρούσα διπλωματική εργασία επιδιώκει την ευρύτερη κατανόηση των προβλημάτων που προκύπτουν από την έννοια της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και μέσω της χρήσης της τεχνολογίας, την ενίσχυση της φαρμακοθεραπείας και τη βελτίωση της συμμόρφωσης των ασθενών απέναντι στις φαρμακευτικές αγωγές.

1.1 Στόχοι της παρούσας διπλωματικής εργασίας

Ο κεντρικός στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η σχεδίαση και η ανάπτυξη μιας έξυπνης θήκης χαπιών που θα ενσωματώνει τεχνολογία για τη διασύνδεση με εφαρμογές κινητών παρέχοντας χαρακτηριστικά και λειτουργίες που θα διευκολύνουν και ταυτόχρονα θα εξασφαλίζουν τη λήψη φαρμάκων. Θα παρέχει υπενθυμίσεις και ειδοποιήσεις για έγκαιρη και προγραμματισμένη λήψη φαρμάκων, οπτικές ενδείξεις και δυνατότητα κλειδώματος, ενισχύοντας την ασφάλεια και αποτρέποντας την παρανόηση ή την παράλειψη φαρμάκων. Μέσω μιας κινητής εφαρμογής, οι ασθενείς θα μπορούν να ρυθμίζουν και να ελέγχουν τις υπενθυμίσεις και τις λειτουργίες των θηκών εύκολα και απομακρυσμένα.

1.2 Έρευνα στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας

Η ερευνητική διαδικασία περιλαμβάνει μια εκτενή βιβλιογραφική αναζήτηση-ανασκόπηση τόσο στην ελληνική όσο και στη διεθνή βιβλιογραφία. Η βιβλιογραφία αναζητήθηκε μέσω των κορυφαίων μηχανών αναζήτησης όπως PubMed, Scopus, IEEE Xplore και Google Scholar. Κύριος στόχος ήταν η αποτύπωση της έννοιας της φαρμακευτικής συμμόρφωσης, καθώς και τα αίτια και οι επιπτώσεις αυτής σε ατομικό και κοινωνικό επίπεδο.

Επιπλέον, συντάχθηκε και διαμοιράστηκε ένα ερωτηματολόγιο με ερωτήσεις που αφορούσαν τη φαρμακευτική συμμόρφωση και τη δυνατότητα υποστήριξής της από την τεχνολογία. Το ερωτηματολόγιο αυτό διανεμήθηκε σε ασθενείς και φροντιστές, με στόχο να κατανοηθεί καλύτερα η σχέση τους με τη φαρμακοθεραπεία και τις ανάγκες τους.

Επιπροσθέτως, πραγματοποιήθηκε αναζήτηση μέσω διαδικτυακών ιστοτόπων αναφορικά με θήκες και συσκευές χαπιών εμπορίου. Οι πληροφορίες που αντλήθηκαν από αυτές τις πηγές χρησιμοποιήθηκαν για να αναδειχθούν τα χαρακτηριστικά που πρέπει να διαθέτει μία συσκευή χαπιών και τις λειτουργίες που πρέπει να επιτελεί.

Στο σύνολο των αποτελεσμάτων, η ερευνητική ανάλυση έχει χρησιμοποιηθεί ως καθοδήγηση για τον καλύτερο σχεδιασμό και ανάπτυξη μιας έξυπνης θήκης χαπιών που θα ανταποκρίνεται στις ανάγκες των ασθενών και θα προσφέρει βοήθεια και υποστήριξη στην φαρμακευτική τους αγωγή.

1.3 Δομή της παρούσας διπλωματικής εργασίας

Η διπλωματική εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια εκ των οποίων το 1^ο Κεφάλαιο αποτελεί την εισαγωγή.

Στο 2^ο Κεφάλαιο παρατίθεται μια λεπτομερής βιβλιογραφική ανασκόπηση αναφορικά με τη φαρμακοεπαγρύπνιση και τη φαρμακευτική συμμόρφωση των ασθενών. Διερευνώνται τα αίτια που οδηγούν στην μη συμμόρφωση των ασθενών στη φαρμακευτική αγωγή τους και αναλύονται οι προκύπτουσες επιπτώσεις στους ίδιους τους ασθενείς, στην κοινωνία και στην οικονομία ευρύτερα. Στη συνέχεια, αναφέρονται οι διάφορες μέθοδοι παρακολούθησης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης των ασθενών, καθώς και οι γεννώμενοι περιορισμοί και προκλήσεις, από επαγγελματίες και ερευνητές του τομέα της υγείας. Έπειτα, εξετάζεται ο ρόλος της τεχνολογίας και οι εφαρμογές της για τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και τη διευκόλυνση της παρακολούθησης από τους ίδιους τους ασθενείς και τους επαγγελματίες υγείας.

Στο τελευταίο μέρος του κεφαλαίου, πραγματοποιείται ενδεικτική ανασκόπηση των διαθέσιμων συσκευών εμπορίου που σχετίζονται με τη φαρμακευτική συμμόρφωση. Στόχος είναι η αναγνώριση των πιθανών προκλήσεων και των πλεονεκτημάτων για την ανάπτυξη μίας έξυπνης θήκης χαπιών που αποσκοπεί στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης των ασθενών.

Στο 3^ο Κεφάλαιο, ακολουθεί μια λεπτομερής ανάλυση της τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό και ανάπτυξη της έξυπνης θήκης χαπιών. Παρουσιάζονται τα βήματα που ακολουθήθηκαν από τον σχεδιασμό και πρωτοτυποποίηση σε χαρτί έως την τελική εκτύπωση σε εκτυπωτή 3D.

Στο 4^ο Κεφάλαιο, πραγματοποιείται ο σχεδιασμός και η ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος που υποστηρίζει τις επιθυμητές λειτουργίες της έξυπνης θήκης χαπιών. Περιγράφονται τα εργαλεία και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν, καθώς και τα στάδια σχεδιασμού και κατασκευής μέχρι την ολοκλήρωση του τελικού προϊόντος.

Τέλος, στον Επίλογο, παρουσιάζονται τα συμπεράσματα και οι προοπτικές για μελλοντική βελτίωση και ανάπτυξη της έξυπνης θήκης χαπιών.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

Τα φάρμακα διαδραματίζουν ζωτικό ρόλο στον 21^ο αιώνα καθώς συμβάλλουν στην προαγωγή της υγείας, τη θεραπεία των ασθενειών και την ανακούφιση των συμπτωμάτων. Μέσω της σύγχρονης φαρμακευτικής επιστήμης και της εξέλιξης της τεχνολογίας, έχουν από κοινού αναπτυχθεί φάρμακα, καθώς και φαρμακευτικές ηλεκτρονικές συσκευές οι οποίες κατέχουν υποστηρικτικό ρόλο στη διανομή, χορήγηση και λήψη των φαρμάκων αυτών.

Η παρούσα ενότητα επικεντρώνεται στις έννοιες της φαρμακοεπαγρύπνωσης και της φαρμακευτικής συμμόρφωσης, δύο έννοιες που έχουν ζωτική σημασία για την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της φαρμακευτικής θεραπείας. Εμβαθύνοντας στην έννοια της φαρμακευτικής θεραπείας, διερευνώνται τα αίτια της μη ορθής φαρμακευτικής συμμόρφωσης και κατ' επέκταση οι επιπτώσεις που μπορεί να έχει αυτή στην υγεία των ανθρώπων και στην αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι μέθοδοι παρακολούθησης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης που χρησιμοποιούνται στην πράξη, ενώ παράλληλα εξετάζονται τα πλεονεκτήματα και οι προκλήσεις που συνδέονται με κάθε μέθοδο. Τέλος, πραγματοποιείται μία συγκριτική μελέτη και αξιολόγηση συσκευών του εμπορίου που σχετίζονται με την προώθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

2.1 Φαρμακοεπαγρύπνωση και Φαρμακευτική Συμμόρφωση

Τα φάρμακα έχουν σημαντική συμβολή στην προαγωγή της υγείας, την αντιμετώπιση των ασθενειών και τη βελτίωση της ποιότητας ζωής των ανθρώπων. Ωστόσο, η χρήση των φαρμάκων πρέπει να γίνεται με προσοχή και ακολουθώντας τις σχετικές οδηγίες, προκειμένου να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η αποτελεσματικότητά τους. Οι έννοιες της φαρμακοεπαγρύπνωσης και της φαρμακευτικής συμμόρφωσης, που ανήκουν στον τομέα της φαρμακολογίας και της φαρμακευτικής, συντελούν στη διασφάλιση αυτή.

Η φαρμακολογία είναι η επιστήμη που μελετά την αλληλεπίδραση των φαρμάκων με τον ανθρώπινο οργανισμό και την επίδρασή τους στην υγεία. Περιλαμβάνει τη μελέτη των φαρμάκων, των μηχανισμών δράσης τους, της απορρόφησης, κατανομής, μεταβολισμού και έκκρισής τους από τον οργανισμό, καθώς και των ανεπιθύμητων ενεργειών τους.

Η φαρμακευτική, από την άλλη πλευρά, ασχολείται με την χρήση και τη διαχείριση των φαρμάκων στην πράξη. Περιλαμβάνει την επιλογή, τη χορήγηση, τη δοσολογία, την πληροφόρηση και την εκπαίδευση των ασθενών σχετικά με τη χρήση των φαρμάκων. Η φαρμακευτική συμμόρφωση είναι ένα σημαντικό κομμάτι της φαρμακευτικής, καθώς αφορά

τη συνεργασία των ασθενών στη σωστή χρήση των φαρμάκων και την ακολουθία των οδηγιών των επαγγελματιών υγείας.

Οι δύο αυτές έννοιες συμβάλλουν στην προστασία της δημόσιας υγείας και την ασφαλή χρήση των φαρμάκων. Η φαρμακοεπαγρύπνηση προσδιορίζει προβλήματα ασφαλείας και λαμβάνει μέτρα για την προφύλαξη του κοινού, ενώ η φαρμακευτική συμμόρφωση ενθαρρύνει τους ασθενείς να ακολουθούν τις οδηγίες και να χρησιμοποιούν τα φάρμακα με ασφάλεια και αποτελεσματικότητα.

2.1.1 Φαρμακοεπαγρύπνηση

Η φαρμακοεπαγρύπνηση είναι ένας όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη συλλογική και συστηματική παρακολούθηση, αξιολόγηση, καταγραφή και αναφορά ανεπιθύμητων ενεργειών ή ανεπιθύμητων αντιδράσεων σε φαρμακευτικά προϊόντα. Στόχος της φαρμακοεπαγρύπνησης είναι η προστασία της δημόσιας υγείας με τον εντοπισμό, την αξιολόγηση και την αντιμετώπιση των προβλημάτων ασφαλείας που σχετίζονται με τη χρήση φαρμάκων.

Η διαδικασία της επαγρύπνησης περιλαμβάνει τη συλλογή δεδομένων σχετικά με ανεπιθύμητες ενέργειες που αναφέρονται από γιατρούς, φαρμακοποιούς, ασθενείς και άλλους επαγγελματίες του χώρου της υγείας, καθώς και από τους ίδιους τους ασθενείς. Οι αναφορές αυτές είναι σημαντικές για την αναγνώριση των ανεπιθύμητων αντιδράσεων και την αξιολόγησή τους σε σχέση με την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των φαρμάκων.

Η φαρμακοεπαγρύπνηση διεξάγεται από φαρμακοβιομηχανίες, φαρμακευτικές αρχές και άλλους φορείς υγείας, οι αναφορές των οποίων αποθηκεύονται σε κεντρικές βάσεις δεδομένων όπου συγκεντρώνονται γενικές πληροφορίες για την ασφάλεια των φαρμάκων. Αυτές οι πληροφορίες στη συνέχεια αξιολογούνται στο πλαίσιο της φαρμακοεπαγρύπνησης για τη λήψη μέτρων ασφαλείας, όπως η αλλαγή των οδηγιών χρήσης του φαρμάκου, η ανάκλησή του από την αγορά ή προσθήκη προειδοποιητικών σημάνσεων στη συσκευασία.

Η φαρμακοεπαγρύπνηση αποτελεί ένα σημαντικό κομμάτι της διαδικασίας έγκρισης και παρακολούθησης των φαρμάκων και συμβάλλει στη διασφάλιση της ασφαλείας και της ποιότητας των φαρμακευτικών προϊόντων που χρησιμοποιούνται σε κλινικές πρακτικές.

2.1.2 Φαρμακευτική Συμμόρφωση

Η φαρμακευτική συμμόρφωση αναφέρεται στον βαθμό με τον οποίο οι ασθενείς ακολουθούν τις οδηγίες και τις προτάσεις των επαγγελματιών υγείας για τις φαρμακευτικές

θεραπείες που τους έχουν δοθεί. Στοχεύει στην εξασφάλιση της σωστής, ασφαλούς και αποτελεσματικής χρήσης των φαρμάκων.

Η φαρμακευτική συμμόρφωση περιλαμβάνει την τήρηση των συνταγών, τη συμμόρφωση προς τις οδηγίες χρήσης των φαρμάκων, τη συνεπή χρήση της συνιστώμενης δοσολογίας και την τήρηση των προτεινόμενων χρονοδιαγραμμάτων. Επίσης περιλαμβάνει σωστή αποθήκευση των φαρμάκων, την αποφυγή αλληλεπιδράσεων με άλλα φάρμακα ή τροφές, καθώς και την ενημέρωση του γιατρού ή του φαρμακοποιού για τυχόν ανεπιθύμητες ενέργειες ή αντιδράσεις που παρατηρούνται.

Επιπρόσθετα, η μη συμμόρφωση στη φαρμακευτική αγωγή, διακρίνεται σε πρωτογενή και δευτερογενή. Ως πρωτογενής μη συμμόρφωση περιγράφεται η κατάσταση όπου συνταγογραφείται ένα νέο φάρμακο για έναν ασθενή, αλλά ο ασθενής δεν προχωρά στη λήψη του φαρμάκου εντός ενός αποδεκτού χρονικού διαστήματος μετά από τη συνταγογράφησή του. Η δευτερογενής μη συμμόρφωση εκδηλώνεται όταν ο ασθενής, ενώ έχει προβεί στην εκτέλεση της συνταγής, δε λαμβάνει τη φαρμακευτική αγωγή όπως προβλέπεται.^[1]

Η φαρμακευτική συμμόρφωση είναι σημαντική για την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια της θεραπείας με φάρμακα. Όταν οι ασθενείς ακολουθούν τις οδηγίες και τη δοσολογία που τους έχουν δοθεί, είναι πιθανότερο να επωφεληθούν από τα φάρμακα και να μειωθεί ο κίνδυνος ανεπιθύμητων ενεργειών. Επίσης, η σωστή φαρμακευτική συμμόρφωση συμβάλλει στη μείωση των νοσοκομειακών εισαγωγών και των επιπλοκών λόγω μη ορθής χρήσης των φαρμάκων.

Για να επιτευχθεί η φαρμακευτική συμμόρφωση, είναι απαραίτητη η ενημέρωση και η εκπαίδευση των ασθενών από τους επαγγελματίες του χώρου της υγείας, σχετικά με τα φάρμακα που λαμβάνουν, τη σωστή τους χρήση και τις ενδεχόμενες αντιδράσεις.

2.2 Αίτια και επιδράσεις της μη συμμόρφωσης των ασθενών στη φαρμακευτική αγωγή

Η μη ορθή φαρμακευτική συμμόρφωση αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα στον τομέα της υγείας, καθώς επηρεάζει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας και την ποιότητα ζωής των ασθενών. Τα αίτια της λανθασμένης ή ελλιπούς φαρμακευτικής συμμόρφωσης είναι πολυποίκιλα και περιλαμβάνουν τόσο παράγοντες που σχετίζονται με τους ασθενείς όσο και παράγοντες που σχετίζονται με το περιβάλλον και τον τρόπο παροχής φροντίδας της υγείας. Η φαρμακευτική συμμόρφωση αποτελεί λοιπόν, έναν κρίσιμο παράγοντα για την αποτελεσματικότητα και ασφάλεια της θεραπείας. Ωστόσο, οποιαδήποτε απόκλιση από την προβλεπόμενη θεραπεία, δηλαδή η μη τήρηση οδηγιών και προγραμμάτων φαρμακευτικής

αγωγής, μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρές επιπτώσεις. Οι επιδράσεις αυτές αφορούν τόσο τους ασθενείς όσο και το σύστημα υγείας γενικότερα.

Στις επόμενες υποενότητες αναλύονται τα αίτια και οι επιδράσεις της μη συμμόρφωσης των ασθενών στη φαρμακευτική αγωγή. Εξετάζονται οι παράγοντες που συνδέονται με τον ασθενή και το κοινωνικοοικονομικό περιβάλλον του, καθώς και οι επιδράσεις που πηγάζουν από το εν λόγω πρόβλημα.

Συνεπώς η φαρμακευτική συμμόρφωση αποτελεί σημαντική πρόκληση που απαιτεί προσεκτική αντιμετώπιση. Η κατανόηση των ακόλουθων παραγόντων μπορεί να οδηγήσει στην ανάπτυξη προσεγγίσεων που θα προωθούν τη φαρμακευτική συμμόρφωση και θα βελτιώνουν τα αποτελέσματα της εκάστοτε θεραπείας, ενισχύοντας παράλληλα την υγεία και την ποιότητα ζωής των ασθενών.

2.2.1 Τα αίτια της μη συμμόρφωσης των ασθενών στη φαρμακευτική αγωγή

Η μη φαρμακευτική συμμόρφωση των ασθενών μπορεί να οφείλεται σε ποικίλους παράγοντες οι οποίοι είναι δύσκολο να καθοριστούν επακριβώς και επηρεάζουν την συμπεριφορά των ασθενών. Ωστόσο, στις επόμενες παραγράφους αναλύονται οι κυριότεροι παράγοντες οι οποίοι προκύπτουν μέσα από εμπεριστατωμένες μελέτες και ανασκοπήσεις. Συγκεκριμένα :

1. Προσωπικοί Παράγοντες

Οι προσωπικές πεποιθήσεις και αντιλήψεις των ασθενών σχετικά με τη θεραπεία μπορεί να επηρεάσουν την φαρμακευτική συμμόρφωση. Παραδείγματα προσωπικών πεποιθήσεων περιλαμβάνουν τον φόβο των παρενεργειών, την απογοήτευση από προηγούμενες αποτυχημένες θεραπείες ή την αντίληψη ότι η φαρμακευτική αγωγή δεν είναι απαραίτητη.

2. Ηλικιακοί Παράγοντες

Ο παράγοντας της ηλικίας παίζει καθοριστικό ρόλο στην αντιμετώπιση μίας ασθένειας. Παρατηρείται ότι ηλικιωμένοι και (αρκετά) νεαροί ασθενείς έχουν υψηλότερα ποσοστά μη συμμόρφωσης σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ηλικιακές ομάδες. Η επίτευξη πλήρους προσήλωσης σε νεαρούς ασθενείς απαιτεί όχι μόνο τη συνεργασία του παιδιού, αλλά και έναν αφοσιωμένο, επίμονο και προσκολλημένο γονέα ή φροντιστή. Οι έφηβοι ασθενείς δημιουργούν ακόμη περισσότερες προκλήσεις, λαμβάνοντας υπόψη τα μοναδικά αναπτυξιακά, ψυχοκοινωνικά και ζητήματα τρόπου ζωής που ενέχονται στην εφηβεία. Αν και οι παράγοντες που συμβάλλουν στην ελλιπή συμμόρφωση των παιδιών και των εφήβων είναι παρόμοιοι με εκείνους που επηρεάζουν τους ενήλικες, μια πρόσθετη διάσταση της

κατάστασης είναι η συμμετοχή των οικογενειών των ασθενών. Τα ποσοστά συμμόρφωσης στις θεραπευτικές αγωγές σε παιδιά με χρόνιες παθήσεις είναι παρόμοια με εκείνα των ενηλίκων με χρόνιες παθήσεις, κατά μέσο όρο περίπου 50 τοις εκατό με τα ποσοστά να φθίνουν με το χρόνο^[2].

Οι ασθενείς τρίτης ηλικίας αντιμετωπίζουν συνήθως περισσότερα ή και σημαντικότερα προβλήματα υγείας, τα οποία απαιτούν πολυπλοκότερες θεραπείες. Ορισμένοι μάλιστα αντιμετωπίζουν φυσικούς περιορισμούς στις ικανότητές τους, όπως σωματικές ή λειτουργικές διαταραχές (π.χ. ασθενή όραση, απώλεια μνήμης, μυϊκές αδυναμίες κ.λπ.) που μπορούν να επηρεάσουν τη συμμόρφωσή τους.

3. Κοινωνικοί Παράγοντες

Οι κοινωνικές συνθήκες και οι παράγοντες που σχετίζονται με το περιβάλλον των ασθενών επηρεάζουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση. Ορισμένα παραδείγματα περιλαμβάνουν την έλλειψη υποστήριξης από την οικογένεια ή την κοινότητα, την έλλειψη πρόσβασης σε κατάλληλη υγειονομική περίθαλψη ή την κοινωνική απομόνωση. Βέβαια, οι παράγοντες της μόρφωσης και της ιδεολογίας που εξαρτώνται πρωτίστως από το κοινωνικό περιβάλλον που πλαισιώνει τον ασθενή, παίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του ήθους του, των πιστεύω του, ακόμη και στην αντιμετώπιση μίας φαρμακευτικής αγωγής. Δεν είναι λίγα τα περιστατικά όπου ασθενείς με χαμηλό επίπεδο μόρφωσης ή υποστηρικτές συγκεκριμένων πεποιθήσεων σταματούν να λαμβάνουν τα φάρμακά τους πρόωρα, παρανοούν τις οδηγίες του ιατρού τους, φτάνουν ακόμη και σε σημείο να ανταλλάσσουν φάρμακα με φίλους και συγγενείς.

4. Οικονομικοί Παράγοντες

Η μη συμμόρφωση που σχετίζεται με το κόστος μπορεί να προκύψει από το φόβο του ασθενή σχετικά με το κόστος της θεραπείας, την έλλειψη επαρκούς κάλυψης μέσω της συνταγογράφησης από τα ασφαλιστικά ταμεία και την αύξηση των άμεσων πληρωμών από τα νοικοκυριά^[3]. Οι οικονομικές δυσκολίες ενδέχεται να επηρεάσουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση ενός ασθενή. Οι ασθενείς με περιορισμένο ή και μηδαμινό εισόδημα μπορεί να μην έχουν τη δυνατότητα να προμηθευτούν τα απαραίτητα φάρμακα ή να αναλάβουν τις απαιτούμενες θεραπείες. Η επαγγελματική και οικονομική κατάσταση του ασθενή είναι εξίσου σημαντική, και τα άτομα με οικονομικές δυσκολίες καλούνται να θέσουν προτεραιότητες στη διαχείριση του εισοδήματός τους, με πρώτη τη διατροφή και τη στέγαση, αφήνοντας συχνά τη φαρμακευτική αγωγή σε δεύτερη επιλογή^[4].

Σε μια έρευνα στην οποία συμμετείχαν 162 ηλικιωμένοι ασθενείς με χρόνια νοσήματα στην Κορέα, έδειξε ότι ένα μεγάλο ποσοστό των ασθενών αυτών λάμβανε λιγότερα

φάρμακα για να αποφύγει το οικονομικό κόστος. Ένα ποσοστό 16,7% των συμμετεχόντων με τα χαμηλότερα επίπεδα συμμόρφωσης στη φαρμακευτική αγωγή ανέφερε μη συμμόρφωση που σχετίζεται με το κόστος^[5].

5. Θρησκευτικοί Παράγοντες

Στους θρησκευτικούς παράγοντες συγκαταλέγονται η θρησκεία, οι παραδοσιακές πεποιθήσεις και πρακτικές, καθώς και οι δεισιδαιμονίες και προκαταλήψεις. Μία έρευνα που διεξήχθη σε ασθενείς ιό της ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας στο Νοσοκομείο “Livingstone General Hospital” στη Ζάμπια, ανέδειξε ότι οι θρησκευτικοί παράγοντες επηρέασαν αρνητικά τη συμμόρφωση στη φαρμακευτική αγωγή. Ως γνώριμες και έμπιστες μορφές θεραπείας επιλέχθηκαν από τους ασθενείς διάφορα εναλλακτικά σκευάσματα που στόχο είχαν να υποκαταστήσουν την αντιρροϊκή αγωγή. Ορισμένοι συμμετέχοντες στην έρευνα ανέφεραν ότι διάφοροι ιερείς, ενθαρρύνουν τους ασθενείς να εγκαταλείψουν την αγωγή τους προβάλλοντας τη θεραπεία της πίστης και της προσευχής. Ακόμη, αναφέρθηκε ότι ορισμένοι ασθενείς που αποκάλυψαν στον περίγυρό τους ότι πάσχουν, είχε ως αποτέλεσμα να τους αντιμετωπίζουν με προκατάληψη, επιδρώντας αρνητικά στη φαρμακευτική συμμόρφωση^[6].

6. Υγειονομικοί Παράγοντες

Οι ιδιαιτερότητες και οι περιορισμοί που συνδέονται με την υγεία των ασθενών μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά τη συμμόρφωση. Παραδείγματα περιλαμβάνουν την παρουσία παρενεργειών από τα φάρμακα, την πολυπλοκότητα των θεραπευτικών πρωτοκόλλων, την αντιμετώπιση σοβαρών νοσημάτων, καθώς και τη σχέση μεταξύ επαγγελματία υγείας και ασθενή. Η δυσφορία που μπορεί να προκαλέσουν οι παρενέργειες της θεραπείας συναντάται συνήθως σε ασθένειες που αντιμετωπίζονται με λήψη ναρκωτικών ουσιών οι οποίες επιφέρουν μακροχρόνια εξάρτηση, καθώς και σε χρόνιες παθήσεις. Οι ασθενείς οφείλουν να γνωρίζουν τις αρνητικές επιδράσεις αυτών των ουσιών και να είναι πρόθυμοι να ανταπεξέλθουν καθ' όλη τη διάρκεια της θεραπείας προκειμένου να επωφεληθούν. Κατά τον ίδιο τρόπο, η προσωρινή βελτίωση μπορεί να έχει αντίστοιχα αποτελέσματα, δηλαδή την πρόωρη διακοπή της θεραπείας. Μεγάλο ποσοστό των ασθενών σταματούν την θεραπεία, διότι εμφανίζουν σημάδια καλύτερευσης και θεωρούν ότι είναι ανούσιο να συνεχίσουν την φαρμακευτική αγωγή αφού αισθάνονται ήδη καλύτερα. Αντίθετα, και η φτώχη ανταπόκριση του οργανισμού στη θεραπεία μπορεί να προκαλέσει πρόωμη διακοπή της φαρμακευτικής αγωγής, λόγω αποθάρρυνσης του ασθενή^[7].

Επιπρόσθετα, η λήψη πολλών και διαφορετικών φαρμάκων για τη θεραπεία διάφορων παθήσεων έχει αρνητική επίδραση όχι μόνο στη φαρμακευτική συμμόρφωση αλλά και στην ίδια την υγεία των ασθενών. Ο συνδυασμός διαφορετικών δραστικών ουσιών (συνδυαστικές

παρενέργειες), η διαφορετική δοσολογία, η συχνότητα λήψης και οι προϋποθέσεις λήψης αυτών (πριν/μετά το γεύμα, με συμπληρώματα διατροφής, συγκεκριμένες ώρες της ημέρας κλπ) δύναται να προκαλέσουν σύγχυση στον ασθενή με αποτέλεσμα να παραλείψει είτε ηθελημένα είτε άθελα του τη λήψη κάποιου φαρμάκου^[8].

Σχετικά με τον τομέα της υγείας υπάρχουν αρκετοί παράγοντες, όπως οι χαμηλού επιπέδου παρεχόμενες υπηρεσίες υγείας, οι χαμηλές έως ανύπαρκτες αποζημιώσεις από τους ασφαλιστικούς φορείς, τα ανεπαρκή συστήματα διανομής των φαρμάκων που μπορεί να έχουν αρνητικό αντίκτυπο. Επιπρόσθετα, η κακή επικοινωνία ανάμεσα στους επαγγελματίες υγείας και τους ασθενείς, η έλλειψη γνώσης και εκπαίδευσης των επαγγελματιών υγείας σχετικά με τα χρόνια νοσήματα, ο υπερβολικός φόρτος εργασίας, η απουσία κινήτρων και η αφιέρωση ελάχιστου χρόνου για την παρακολούθηση της κατάστασης του ασθενή και την παροχή συμβουλών προς αυτόν ενισχύουν το πρόβλημα της μη συμμόρφωσης. Η αδυναμία των συστημάτων υγείας να εκπαιδεύσουν τον ασθενή γύρω από θέματα που αφορούν την κατάσταση της υγείας του, τη σημασία της συμμόρφωσης στην αγωγή του και τις υπάρχουσες παρεμβάσεις για τη βελτίωσή της και η αδυναμία τους να ενισχύσουν την ικανότητά του για αυτοφροντίδα θέτουν περαιτέρω εμπόδια. Η έλλειψη εμπιστοσύνης από την πλευρά του ασθενή τόσο προς τα συστήματα υγείας, όσο και προς τους επαγγελματίες υγείας και η επακόλουθη απογοήτευση του ασθενή επιδεινώνουν το πρόβλημα της μη συμμόρφωσης^{[8],[9]}. Κατ' επέκταση, δύναται κανείς να καταφύγει στο συμπέρασμα ότι η επικοινωνία και η εμπιστοσύνη μεταξύ ιατρού και ασθενή χρήζει υψηλής σημασίας. Έχει παρατηρηθεί ότι οι ασθενείς τείνουν να αποκρύπτουν από τον ιατρό τους το γεγονός ότι δεν ακολουθούν τη θεραπεία κατά τον ενδεικνύομενο τρόπο. Ταυτόχρονα, η επιθυμία τους να έχουν την εικόνα του «πρότυπου ασθενή» και να έχουν ευνοϊκή μεταχείριση από τον ιατρό τους, σε συνδυασμό με την αμφιταλάντευση μεταξύ της υπαρκτής ανάγκης για φάρμακα και τις ανησυχίες τους σχετικά με τη λήψη αυτών, τους οδηγεί ασυνείδητα σε μη συμμόρφωση^[11].

7. Παράγοντες που απορρέουν από τη φαρμακευτική αγωγή

Διακρίνονται δύο κύριες αιτίες που καθορίζουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση και σχετίζονται με την ίδια τη φαρμακευτική αγωγή. Πρόκειται για την ποσότητα της δοσολογίας και τη συχνότητα της δοσολογίας, δύο αίτια τα οποία είναι αντιστρόφως ανάλογα μεταξύ τους^[12]. Προς επαλήθευση της παραπάνω εξάρτησης και σύμφωνα με ένα επίσημο επιστημονικό άρθρο το οποίο περιλαμβάνει τα αποτελέσματα 76 μελετών, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η μέση δοσολογική συμμόρφωση ήταν στο 71% (με απόκλιση +/- 17%), η οποία έφθινε καθώς ο αριθμός των ημερησίων δόσεων αυξανόταν. Συγκεκριμένα:

- 1 Δόση αντιστοιχούσε σε μέση συμμόρφωση 79% +/- 14%
- 2 Δόσεις αντιστοιχούσαν σε μέση συμμόρφωση 69% +/- 15%
- 3 Δόσεις αντιστοιχούσαν σε μέση συμμόρφωση 65% +/- 16%
- 4 Δόσεις αντιστοιχούσαν σε μέση συμμόρφωση 51% +/- 20%

Η συμμόρφωση των ασθενών (ποσοστιαία) ήταν σημαντικά καλύτερη για λήψη φαρμάκων:

- 1 φορά/μέρα σε αντίθεση με 3 και 4 φορές/μέρα
- 2 φορές/μέρα σε αντίθεση με 4 φορές/μέρα

Σε ορισμένες μελέτες (14 από τις 76), παρατηρήθηκε ότι η μέση συμμόρφωση της συχνότητας δοσολογίας είχε τιμή 59% (με απόκλιση +/-24%), η οποία ελαττωνόταν καθώς αυξανόταν η συχνότητα των δόσεων^[12].

Τα ποσοστά συμμόρφωσης για μεμονωμένους ασθενείς αναφέρονται συνήθως ως το ποσοστό των συνταγογραφούμενων δόσεων του φαρμάκου που έλαβε πραγματικά ο ασθενής για μια καθορισμένη περίοδο. Για τη συγκεκριμένη μελέτη που παραθέτουμε, οι ερευνητές βελτίωσαν περαιτέρω τον ορισμό της τήρησης ώστε να περιλαμβάνουν δεδομένα σχετικά με τη λήψη δόσης (λήψη του καθορισμένου αριθμού χαπιών κάθε μέρα) και το χρονοδιάγραμμα των δόσεων (λήψη χαπιών εντός καθορισμένης περιόδου). Οι ασθενείς θεωρείται ότι τηρούν τη φαρμακευτική αγωγή τους όταν ο αριθμός των χαπιών που έχουν λάβει σε μια δεδομένη περίοδο διαιρούμενος με τον αριθμό των χαπιών που έχει συνταγογραφηθεί από τον ιατρό την ίδια περίοδο είναι μεγαλύτερος από 80%. Κάποιος μπορεί να χάσει σχεδόν μια εβδομάδα φαρμακευτικής αγωγής κατά τη διάρκεια ενός μήνα και εξακολουθεί να θεωρείται συνεπής ως προς τη θεραπεία. Τα ποσοστά συνέπειας είναι συνήθως υψηλότερα μεταξύ των ασθενών με οξείες καταστάσεις, σε σύγκριση με εκείνους με χρόνιες παθήσεις. Η επιμονή μεταξύ ασθενών με χρόνιες παθήσεις είναι απογοητευτικά χαμηλή, η οποία μειώνεται δραματικά μετά τους πρώτους έξι μήνες της θεραπείας. Για παράδειγμα, περίπου οι μισοί ασθενείς που λαμβάνουν θεραπεία αναστολέα αναγωγής υδροξυμεθυλογλουταρυλίου - Α θα διακόψουν τη φαρμακευτική αγωγή τους εντός έξι μηνών από την έναρξη της θεραπείας^[13].

Τα μέσα ποσοστά συμμόρφωσης σε κλινικές δοκιμές μπορεί να είναι εξαιρετικά υψηλά, λόγω της ιδιαίτερης προσοχής που λαμβάνουν οι ασθενείς, αλλά ακόμη και οι κλινικές δοκιμές αναφέρουν μέσο ποσοστό συμμόρφωσης μόνο 43% έως 78% μεταξύ των ασθενών που λαμβάνουν θεραπεία για χρόνιες παθήσεις. Δεν υπάρχει κάποιο πρότυπο που να ορίζει ποιος βαθμός συμμόρφωσης είναι αποδεκτός, ωστόσο ορισμένες μελέτες θεωρούν αποδεκτές τιμές μεγαλύτερες από 80%, ενώ άλλες θεωρούν ότι τα ποσοστά μεγαλύτερα από 95% είναι υποχρεωτικά για επαρκή τήρηση, ιδιαίτερα σε ασθενείς με σοβαρές καταστάσεις

όπως μόλυνση με τον ιό ανθρώπινης ανοσοανεπάρκειας. Αν και τα δεδομένα σχετικά με την τήρηση αναφέρονται συχνά ως διχοτόμες μεταβλητές, δηλαδή συμμόρφωση ή μη συμμόρφωση, η συμμόρφωση μπορεί να ποικίλλει κατά μήκος μίας κλίμακας από 0% έως περισσότερο από 100%, δεδομένου ότι οι ασθενείς μερικές φορές λαμβάνουν περισσότερη δόση από τη συνταγογραφούμενη ποσότητα φαρμάκου^[13].

Σε αντίστοιχη μελέτη που αφορά σε θεραπεία χρόνιων παθήσεων, με κριτήριο τη συχνότητα των δόσεων αναλογικά με το ποσοστό των ημερών όπου επετεύχθη η λήψη των απαιτούμενων δόσεων, παρατηρήθηκε ότι οι ασθενείς που λάμβαναν φάρμακα λιγότερο συχνά είχαν υψηλότερα ποσοστά φαρμακευτικής συμμόρφωσης^[14].

Άλλη έρευνα, που εξετάζει τη φαρμακευτική συμμόρφωση σε ασθενείς που πάσχουν από χρόνιες καρδιαγγειακές παθήσεις, καταλήγει στο συμπέρασμα ότι ασθενείς που λαμβάνουν την απαραίτητη φαρμακευτική αγωγή (πλήθος φαρμάκων) μία φορά ανά ημέρα, τείνουν να είναι πιο συνεπείς σε σχέση με ασθενείς που λαμβάνουν την ίδια φαρμακευτική αγωγή κατανεμημένη στη διάρκεια της μέρας. Πολλές καρδιακές παθήσεις απαιτούν από τους ασθενείς να λαμβάνουν ένα ή περισσότερα φάρμακα τα οποία χορηγούνται συχνά, πολλές φορές τη μέρα και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Στην έρευνα αυτή έγινε προσπάθεια προσδιορισμού της επίδρασης της συχνότητας δοσολογίας φαρμάκων σε καρδιακές παθήσεις σε σχέση με τη φαρμακευτική συμμόρφωση. Για την διεξαγωγή της έρευνας επιλέχθηκαν ενήλικες ασθενείς οι οποίοι έπασχαν από χρόνιες καρδιακές παθήσεις και λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή διά του στόματος από μία έως τέσσερις φορές ημερησίως. Για διάστημα ενός μήνα γινόταν παρακολούθηση φαρμακευτικής συμμόρφωσης με χρήση μίας ηλεκτρονικής συσκευής. Με γνώμονες τη συχνότητα δοσολογίας και την τήρηση των προκαθορισμένων χρόνων λήψης φαρμάκων, οι επιστήμονες παρατήρησαν ότι ασθενείς που είχαν ελαστικότερους χρονικούς περιορισμούς ως προς τη λήψη της αγωγής έδειξαν μεγαλύτερη συμμόρφωση σε αντίθεση με ασθενείς που είχαν αυστηρότερους. Τέλος, οι επιστήμονες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι ασθενείς που πάσχουν από χρόνιες καρδιακές παθήσεις φαίνεται να συμμορφώνονται με μία δόση ημερησίως σε σύγκριση με τις πιο συχνά προγραμματισμένες θεραπευτικές αγωγές^[15].

Βέβαια, η λήψη των απαραίτητων φαρμάκων σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας δεν εγγυάται από μόνη της τη συμμόρφωση του ασθενή. Ένα συχνό φαινόμενο που παρατηρείται είναι η λήψη λανθασμένων δόσεων, είτε αυτές υπερβαίνουν την προτεινόμενη δοσολογία είτε όχι. Φυσικά η θεραπεία και οι οδηγίες που εκδίδουν οι ιατροί είναι συγκεκριμένες, συνεπώς το να λαμβάνει κανείς λάθος δόση φαρμάκου επιβραδύνει ή ακόμη εκμηδενίζει τη θεραπεία συνολικά^[16].

Κατόπιν ανάλυσης των σημαντικότερων αιτιών που προκαλούν τη μη φαρμακευτική συμμόρφωση, είναι προφανές ότι η επίτευξη της πλήρους φαρμακευτικής συμμόρφωσης αποτελεί μία απαιτητική πρόκληση. Ωστόσο, παρά το πλήθος των παραγόντων που συμβάλλουν στη δημιουργία αυτού του φαινομένου, δεν είναι υπερβολή να ισχυριστεί κανείς ότι ακόμη και η παραμικρή βελτίωση σε οποιονδήποτε από τους προαναφερθέντες παράγοντες μπορεί να επιφέρει ριζικές αλλαγές στον ίδιο τον ασθενή, στον τομέα της υγείας, στην οικονομία και κατ' επέκταση στην κοινωνία.

2.2.2 Οι επιδράσεις της μη συμμόρφωσης των ασθενών στη φαρμακευτική αγωγή

Όπως αναφέρθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, τα αίτια που οδηγούν τους ασθενείς σε ασυνέπεια και αδυναμία ολοκλήρωσης της φαρμακευτικής τους αγωγής, μπορούν να διαφέρουν μεταξύ τους αλλά ταυτόχρονα να συνδυάζονται. Θα μπορούσε ευκόλως να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι η ευθύνη της φαρμακευτικής συμμόρφωσης αφορά τον ασθενή και συνεπώς οι επιπτώσεις βαραίνουν μόνο αυτόν, αλλά σύμφωνα με μελέτες, ο ασθενής αποτελεί τη ρίζα ενός προβλήματος που διαχέεται και στους τομείς της υγείας και της οικονομίας^[17]. Σε αυτή την υποενότητα επεξηγείται πώς η συνειδητή ή μη υπόθαλψη της ατομικής υγείας (μη συμμόρφωση) μπορεί να επιφέρει αρνητικές επιδράσεις στην κοινωνία, στην οικονομία και να επιφορτίσει τις κρατικές δομές υγείας. Οι επιδράσεις αυτές περιλαμβάνουν:

1. Μειωμένη αποτελεσματικότητα της θεραπείας

Η μη συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή μπορεί να οδηγήσει σε ανεπαρκή έλεγχο της νόσου ή των συμπτωμάτων. Αυτό με τη σειρά του δύναται να προκαλέσει παρατεταμένη διάρκεια της νόσου, επιδείνωση των συμπτωμάτων και ανεπιθύμητες συνέπειες για την υγεία των ασθενών.

2. Αύξηση του κινδύνου εμφάνισης επιπλοκών

Η μη συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης επιπλοκών στην υγεία. Οι ασθενείς που δεν τηρούν την φαρμακευτική αγωγή τους είναι πιθανότερο να αντιμετωπίσουν επιπλοκές, όπως επανεμφάνιση της νόσου, επιδείνωση των συμπτωμάτων, ανάπτυξη ανθεκτικότητας στα φάρμακα ή ανεπιθύμητες ενέργειες από τα φάρμακα.

3. Αύξηση της σοβαρότητας και του φορτίου της νόσου

Η μη συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα. Οι ασθενείς που δεν ακολουθούν την φαρμακευτική αγωγή

τους, δύναται να αντιμετωπίσουν επιπλέον προβλήματα υγείας και επιπλοκές που αυξάνουν το φορτίο της νόσου και ταυτόχρονα επιβαρύνουν το σύστημα υγείας.

4. Οικονομικές επιπτώσεις

Η μη συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή μπορεί να έχει οικονομικές επιπτώσεις τόσο στον ασθενή όσο και στο σύστημα υγείας. Οι επανεισαγωγές στο νοσοκομείο, οι επιπρόσθετες θεραπευτικές παρεμβάσεις και η ανάγκη για αποτελεσματικότερες θεραπευτικές επιλογές αυξάνουν το κόστος της φροντίδας υγείας.

Η σοβαρότητα της κατάστασης που απεικονίζεται μέσω των επιδράσεων που απορρέουν από την λανθασμένη ή ελλιπή φαρμακευτική συμμόρφωση, επαληθεύεται από τις ακόλουθες μελέτες.

Συγκεκριμένα, τα μη μεταδιδόμενα νοσήματα (Νευροεκφυλιστικές Παθήσεις, Καρκίνος, Καρδιαγγειακές Παθήσεις, Διαβήτης κ.α.), οι διαταραχές της ψυχικής υγείας, το HIV / AIDS και η φυματίωση, σε συνδυασμό αντιπροσώπευαν το 54% του φορτίου όλων των ασθενειών παγκοσμίως σύμφωνα με μελέτες που πραγματοποιήθηκαν το 2001. Οι ίδιες μελέτες προέβλεψαν ότι το ποσοστό αυτό θα υπερβεί το 65% έως το 2020. Πλήθος μελετών έχει δείξει ότι στις ανεπτυγμένες χώρες, η φαρμακευτική συμμόρφωση των ασθενών που πάσχουν από χρόνιες ασθένειες αγγίζει μόλις το 50%. Ο αντίκτυπος της ελλιπούς τήρησης στις αναπτυσσόμενες χώρες θεωρείται ότι είναι ακόμη υψηλότερος λόγω της έλλειψης πόρων υγείας και των ανισοτήτων στην πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη.

Η βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης των ασθενών αποτελεί κοινή πρόκληση για τους ιατρούς. Η μη συμμόρφωση έχει επίσημα επίδραση στην υγεία των ασθενών και κοστίζει στο αμερικάνικο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης 289 δισεκατομμύρια δολάρια κάθε χρόνο. Μια έκθεση της κλινικής Mayo διαπίστωσε ότι περίπου το 50% των ασθενών δεν λαμβάνουν τα φάρμακά τους με βάση τις οδηγίες της συνταγής^{[16], [18], [19]}. Ορισμένοι ασθενείς καταλήγουν ακόμη και σε κέντρα επείγουσας περίθαλψης όταν απλά προβλήματα δεν αντιμετωπίζονται σωστά ή επιστρέφουν στο νοσοκομείο όταν παύουν να ακολουθούν τη φαρμακευτική αγωγή^[19].

Από όλες τις καταγεγραμμένες εισαγωγές σε νοσοκομεία που σχετίζονται με φάρμακα ή προκαλούνται από αυτά, το 33% έως 69% οφείλεται στην μη συμμόρφωση (των ασθενών) στις θεραπείες, επιφέροντας στο κράτος ετήσιο κόστος ύψους 100 δισεκατομμυρίων δολαρίων^[21]. Η ορθή χρήση φαρμάκων από ασθενείς μπορεί να οδηγήσει σε κλινικές εξοικονομήσεις που υπερβαίνουν το αρχικό κόστος των φαρμάκων. Η αποτυχία των ασθενών να λαμβάνουν κατά τον ενδεικνύόμενο τρόπο τα συνταγογραφούμενα φάρμακα είναι

διαδεδομένη και συχνά έχει ως αποτέλεσμα οποιαδήποτε από τις τρεις αρνητικές επιπτώσεις στην κατάσταση της υγείας τους:

- Η κατάσταση των ασθενών ενδέχεται να μη βελτιωθεί
- Η κατάσταση των ασθενών ενδέχεται να επιδεινωθεί
- Οι ασθενείς ενδέχεται να υποτροπιάσουν

Κάθε ένα από τα παραπάνω αποτελέσματα έχει αρνητικό οικονομικό αντίκτυπο σε ολόκληρο το σύστημα υγειονομικής περίθαλψης. Αυτή η συμπεριφορά των ασθενών συνεπάγεται ένα βάρος πολλών δισεκατομμυρίων δολαρίων στην αμερικανική οικονομία. Ενδεικτικά, τα έξοδα νοσηλείας και επισκέψεων που προκαλούνται από υποτροπή λόγω της μη συμμόρφωσης, αντιστοιχούν σε 8,5 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως. Πρόκειται για περιττές δαπάνες που με σωστή φαρμακευτική συμμόρφωση θα μπορούσαν να αποφευχθούν. Επεκτείνοντας την έρευνα για άλλες οικονομικές επιπτώσεις της μη συμμόρφωσης, όπως χαμένες εργάσιμες ημέρες και εισφορές στα ασφαλιστικά ταμεία, αποκαλύπτεται ότι η ζημιά των επιχειρήσεων στον κλάδο της εργασίας είναι αρκετά υψηλή. Στο κόστος αυτό, προστίθεται η οικονομική επιβάρυνση της χώρας όσον αφορά στον τομέα της παραγωγής^[16].

Οι παραπάνω επιδράσεις υπογραμμίζουν τη σημασία της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και την ταυτόχρονη ανάγκη για ανάπτυξη προσεγγίσεων που θα ενθαρρύνουν τη συμμόρφωση των ασθενών και θα βελτιώσουν τα αποτελέσματα θεραπείας.

2.3 Παρουσίαση λύσεων και συγκριτική μελέτη εφαρμογών που στοχεύουν στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης

Στην πρώτο σκέλος της προηγούμενης υποενότητας πραγματοποιήθηκε αναφορά και ανάλυση των προκλήσεων της φαρμακευτικής συμμόρφωσης, παρουσιάζοντας τα αίτια που προκαλούν το φαινόμενο αυτό. Στο δεύτερο σκέλος πραγματοποιήθηκε κατάδειξη των επιπτώσεων που επιφέρει η ελλιπής φαρμακευτική συμμόρφωση στους ίδιους τους ασθενείς, καθώς και στο κρατικό σύστημα υγείας και στην οικονομία.

Στην παρούσα υποενότητα, προκειμένου να προαχθούν λύσεις για τη βελτίωση του προβλήματος, πραγματοποιήθηκε βιβλιογραφική ανασκόπηση σχετικά με τις επιστήμες της Υγείας και της Τεχνολογίας και σε συνδυασμό με το ερευνητικό εργαλείο PubMed και διάφορους διαδικτυακούς ιστοτόπους αναζητήθηκαν πρωτοπόρες εφαρμογές που σχετίζονται άμεσα με τη φαρμακευτική συμμόρφωση και υποστηρίζουν το έργο της. Στόχος ήταν να αναδειχθεί η σημασία των επιστημών της Τεχνολογίας και της Βιοϊατρικής στην προώθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

Τα ευρήματα της αναζήτησης αποτελούνταν από πληθώρα έξυπνων εφαρμογών κινητής και ηλεκτρονικής υγείας και πλήθους έξυπνων και μη συσκευών παρακολούθησης και συμμόρφωσης φαρμακευτικών θεραπειών. Η πλειονότητα των ευρημάτων αποτελούνταν από μεμονωμένες κινητές ή ηλεκτρονικές εφαρμογές και έξυπνες συσκευές οι οποίες ούτε είχαν, ούτε πρόσφεραν, δυνατότητα διασύνδεσης ή υποστήριξης για την επιτέλεση ενός κοινού στόχου όπως είναι η φαρμακευτική συμμόρφωση. Η παρούσα διπλωματική εργασία στηρίζεται στην ιδέα ότι ο συνδυασμός μίας έξυπνης κινητής ή ηλεκτρονικής εφαρμογής και μίας έξυπνης συσκευής δύναται να αποτελέσει μία ενδιαφέρουσα τοποθέτηση αναφορικά με τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

Συγκεκριμένα, στόχος της διπλωματικής εργασίας είναι η μελέτη και κατασκευή ενός πρωτότυπου μηχανισμού αποθήκευσης και λήψης φαρμάκων, τα οποία βρίσκονται σε μορφή δισκίων ή κάψουλων. Ωστόσο, ο μηχανισμός αυτός από μόνος του δεν δύναται να προσφέρει μεγάλο βαθμό ελέγχου, παρακολούθησης και προάσπισης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης, δίχως την ταυτόχρονη διασύνδεση με μία έξυπνη κινητή ή ηλεκτρονική εφαρμογή. Συνεπώς, ο μηχανισμός αυτός θα δίνει τη δυνατότητα σε δημιουργούς κινητών ή ηλεκτρονικών εφαρμογών να σχεδιάσουν αντίστοιχες εφαρμογές λογισμικού για την υποστήριξη και λειτουργία της συσκευής με ταυτόχρονη παρακολούθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης του χρήστη.

2.3.1 Μέθοδοι παρακολούθησης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης

Προτού προβώ στην παρουσίαση λύσεων που αποσκοπούν στη βελτίωση του προβλήματος έκρινα σκόπιμο να συνοψίσω και να καταγράψω τις μέχρι τώρα υπάρχουσες μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την παρακολούθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

Η μέτρηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης έχει τις ρίζες της από την εποχή του Ιπποκράτη, όπου οι ίδιοι οι ασθενείς κατέγραφαν, υπό μορφή σημειώσεων, εάν λάμβαναν την αγωγή τους και κατά πόσο η θεραπεία ήταν αποτελεσματική. Ακόμα και σήμερα, οι αυτοαναφορές των ασθενών μπορούν απλά και αποτελεσματικά να μετρήσουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση^[2].

Οι διαθέσιμες μέθοδοι για τη μέτρηση της συμμόρφωσης μπορούν να αναλυθούν σε άμεσες και έμμεσες. Κάθε μέθοδος έχει πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και καμία μέθοδος δεν θεωρείται από μόνη της ως η απόλυτη λύση. Αντιθέτως, ένας συνδυασμός μεθόδων προσφέρει καλύτερη εποπτεία επί της συμμόρφωσης. Οι μέθοδοι αυτές αποτυπώνονται στον πίνακα που ακολουθεί:

	TEST	ADVANTAGES	DISADVANTAGES
AMEΣΣΕΣ	DIRECT METHODS		<ul style="list-style-type: none"> • Patients may hide pills in the mouth and then discard them. • Impractical for routine use
	Directly observed therapy	Most accurate	<ul style="list-style-type: none"> • Variations in metabolism and “white-coat adherence” can give a false impression of adherence. • Expensive method
	Measurement of the level of medicine or metabolite in blood	Objective	<ul style="list-style-type: none"> • Objective • In clinical trials can also be used to measure placebo
	Measurement of the biologic marker in blood		Requires expensive quantitative assays and collection of bodily fluids
EMMEΣΣΕΣ	INDIRECT METHODS	<ul style="list-style-type: none"> • Simple • Inexpensive 	<ul style="list-style-type: none"> • Susceptible to error with increases in time between visits • Results are easily distorted by the patient
	Patient questionnaires, self-reports	<ul style="list-style-type: none"> • The most useful method in the clinical setting 	
	Pill counts	<ul style="list-style-type: none"> • Objective • Quantifiable • Easy to perform 	Data easily altered by the patient
	Rates of prescription refills	<ul style="list-style-type: none"> • Objective • Easy to obtain data 	<ul style="list-style-type: none"> • A prescription refill is not equivalent to ingestion of medication • Requires a closed pharmacy system
	Assessment of the patient’s clinical response	<ul style="list-style-type: none"> • Simple • Generally easy to perform 	Factors other than medication adherence can affect clinical response
	Electronic medication monitors	<ul style="list-style-type: none"> • Precise 	<ul style="list-style-type: none"> • Expensive

		<ul style="list-style-type: none"> • Results are easily quantified • Tracks patterns of taking medication 	<ul style="list-style-type: none"> • Requires return visits and downloading data from medication vials
	Measurement of physiologic markers	Often easy to perform	Marker may be absent for other reasons
	Patient diaries	<ul style="list-style-type: none"> • Helps to correct for poor recall • Simple • Objective 	<ul style="list-style-type: none"> • Easily altered by the patient • Susceptible to distortion

Πίνακας 1: Μέθοδοι μέτρησης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης^[2]

Αναλύοντας τον προηγούμενο πίνακα μπορούμε να εξάγουμε κάποια συμπεράσματα σχετικά με τις μεθόδους που αναγράφονται. Συγκεκριμένα:

ΑΜΕΣΕΣ

Οι άμεσες μέθοδοι περιλαμβάνουν:

- Άμεση παρατήρηση
- Μέτρηση βιολογικών δεικτών στο αίμα
- Μέτρηση της συγκέντρωσης ενός φαρμάκου/μεταβολίτη στο αίμα

Παρατηρείται ότι ως διαδικασίες είναι ιδιαίτερα δαπανηρές, επιβαρύνουν τον ασφαλιστικό πάροχο και είναι ευαίσθητες διότι εξαρτώνται από την ψυχοσύνθεση του ασθενή. Ωστόσο για ορισμένα φάρμακα, η μέτρηση αυτών των επιπέδων είναι ένα καλό και κοινώς χρησιμοποιούμενο μέσο αξιολόγησης της συμμόρφωσης. Για παράδειγμα, η εμφάνιση της επιθυμητής συγκέντρωσης αντιεπιληπτικών φαρμάκων σε ορούς, όπως η φαινοτοΐνη ή το βαλπροϊκό οξύ, αντικατοπτρίζει τη συμμόρφωση του ασθενή ως προς την αγωγή που περιέχει αυτά τα φάρμακα, ενώ αντίθετα η εμφάνιση χαμηλών επιπέδων συγκέντρωσης πιθανώς θα αντικατοπτρίζει την κακή συμμόρφωση ή την ανάγκη για επαναπροσδιορισμό των απαιτούμενων δόσεων.

ΕΜΜΕΣΕΣ

Οι έμμεσες μέθοδοι μέτρησης της συμμόρφωσης περιλαμβάνουν:

- Ερωτηματολόγια προς τους ασθενείς και αναφορές των ίδιων των ασθενών
- Μέτρηση φαρμάκων (αριθμός χαπιών, ποσότητες κλπ)
- Εξακρίβωση ποσοστών επαναπλήρωσης συνταγών
- Αξιολόγηση της κλινικής ανταπόκρισης

- Χρήση ηλεκτρονικών μέσων επιτήρησης
- Μέτρηση φυσιολογικών δεικτών (καρδιακός παλμός, πίεση κλπ)
- Χρήση ημερολογίου φαρμάκων από τον ασθενή
- Αξιολόγηση της συμμόρφωσης των παιδιών ζητώντας τη βοήθεια ενός φροντιστή, σχολικού νοσοκόμου ή δασκάλου.

Παρατηρείται ότι οι άμεσες ερωτήσεις σε ασθενείς ή η χρήση ερωτηματολογίου, τα ημερολόγια των ασθενών και η αξιολόγηση της κλινικής ανταπόκρισης είναι μέθοδοι σχετικά εύχρηστες. Ωστόσο, ερωτήσεις ευαίσθητου περιεχομένου στους ασθενείς δύναται να οδηγήσουν σε παραπλανητικές απαντήσεις, διότι οι ασθενείς είναι εύκολο να αποκρύψουν ή να αλλοιώσουν τις συγκεκριμένες πληροφορίες με αποτέλεσμα την λανθασμένη εκτίμηση του παρόχου υγειονομικής περίθαλψης.

Η χρήση της κλινικής ανταπόκρισης του ασθενούς ως μέτρο, συγχέεται με πολλούς παράγοντες πέραν της τήρησης ενός θεραπευτικού. Η πιο συνηθισμένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της συμμόρφωσης, εκτός από τις ερωτήσεις στον ασθενή, είναι ο αριθμός των χαπιών (δηλαδή, ο υπολογισμός του αριθμού των χαπιών που παραμένουν στα μπουκάλια ή τα φιαλίδια του ασθενούς). Παρόλο που η απλότητα και η εμπειρική φύση αυτής της μεθόδου είναι ελκυστική για πολλούς ερευνητές, η μέθοδος υπόκειται σε πολλά προβλήματα, επειδή οι ασθενείς μπορούν να αλλάξουν φάρμακα μεταξύ φιαλών ή μπορεί να απορρίψουν χάπια πριν από τις επισκέψεις για να φαίνεται ότι ακολουθούν το σχήμα της θεραπείας. Για αυτούς τους λόγους, η μέτρηση των χαπιών δεν πρέπει να θεωρείται ενδεικτικό μέτρο συμμόρφωσης. Επιπλέον, αυτή η μέθοδος δεν παρέχει πληροφορίες για άλλες πτυχές που σχετίζονται με τη λήψη φαρμάκων, η διακοπή της θεραπείας (δηλαδή παράλειψη φαρμάκων για τρεις ή περισσότερες διαδοχικές ημέρες), οι οποίες μπορεί να είναι σημαντικές για τον προσδιορισμό των κλινικών αποτελεσμάτων.

Τα ποσοστά των συνταγών επαναπλήρωσης είναι ένα ακριβές μέτρο της συνολικής συμμόρφωσης σε ένα κλειστό σύστημα φαρμακευτικής παρακολούθησης. Προϋπόθεση για την πραγματοποίηση της παραπάνω μεθόδου είναι η αναγκαία μέτρηση των επαναπληρώσεων ανά τακτές χρονικές περιόδους. Ένα ιατρικό σύστημα που χρησιμοποιεί ηλεκτρονικά ιατρικά αρχεία και ένα κλειστό φαρμακείο μπορούν να παρέχουν άμεσα στον ενδιαφερόμενο πληροφορίες σχετικά με τα ποσοστά των συνταγών επαναπλήρωσης. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να εκτιμηθεί εάν ένας ασθενής ακολουθεί το σχήμα θεραπείας ενώ παράλληλα ο ιατρός μπορεί να επιβεβαιώσει τα εν λόγω δεδομένα μέσω άμεσων απαντήσεων του ασθενή.

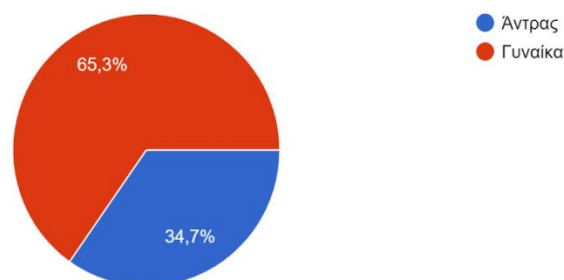
Η χρήση ηλεκτρονικών μέσων επιτήρησης για καταγραφή και αποθήκευση δεδομένων χρησιμοποιείται εδώ και 30 χρόνια. Αντί να παρέχουν εβδομαδιαίους ή μηνιαίους μέσους όρους, αυτές οι συσκευές παρέχουν ακριβείς και λεπτομερείς πληροφορίες σχετικά με τη συμπεριφορά των ασθενών κατά τη λήψη φαρμάκων, αλλά εξακολουθούν να είναι έμμεσες μέθοδοι μέτρησης συμμόρφωσης. Παρόλα αυτά, δεν τεκμηριώνουν εάν ο ασθενής κατανάλωσε το σωστό φάρμακο ή τη σωστή δόση. Οι ασθενείς ενδέχεται να ανοίξουν ένα δοχείο και να μην λάβουν το φάρμακο ή να λάβουν λάθος δοσολογία. Το κόστος της ηλεκτρονικής παρακολούθησης δεν καλύπτεται από την ασφάλιση, και επομένως αυτές οι συσκευές δεν χρησιμοποιούνται κατά κόρο. Ωστόσο, αυτή η προσέγγιση παρέχει τα πιο ακριβή και πολύτιμα δεδομένα σχετικά με τη συμμόρφωση ιδιαίτερα σε δύσκολες κλινικές καταστάσεις ή στα πλαίσια κλινικών δοκιμών και ερευνών^[20].

Συμπερασματικά, αν και ορισμένες μέθοδοι μέτρησης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης προτιμώνται σε συγκεκριμένες κλινικές ή ερευνητικές συνθήκες, ένας συνδυασμός μέτρων μας δίνει μεγαλύτερου εύρους αποτελέσματα και μεγιστοποιεί την ακρίβεια, καθώς κάποιες μέθοδοι υπερτερούν εκεί που άλλες υστερούν^[21].

2.3.2 Ερωτηματολόγιο και ανάλυση αποτελεσμάτων

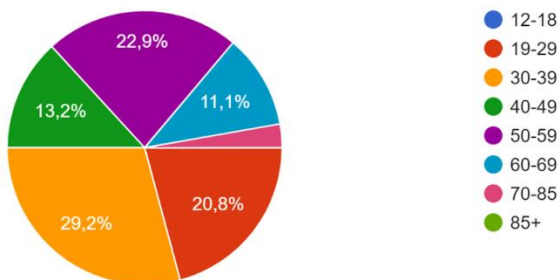
Πέραν της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, συνετάχθη ένα ερωτηματολόγιο με σκοπό τη διεξαγωγή μίας έρευνας μικρής κλίμακας η οποία απαρτίζεται από άτομα του περιγυρού μου. Το ερωτηματολόγιο διανεμήθηκε και απαντήθηκε από 144 άτομα. Όπως φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα οι συμμετέχοντες ανήκουν σε διάφορες ηλικιακές ομάδες ξεκινώντας από την ηλικία των 12 ετών, ανεξαρτήτως φύλου. Στους συμμετέχοντες περιλαμβάνονται τόσο άτομα που δεν έχουν ακολουθήσει ποτέ κάποιου είδους φαρμακευτική αγωγή, όσο και άτομα που ακολουθούν ή έχουν ακολουθήσει κάποια στο παρελθόν.

Επιλέξτε το φύλο σας
144 απαντήσεις



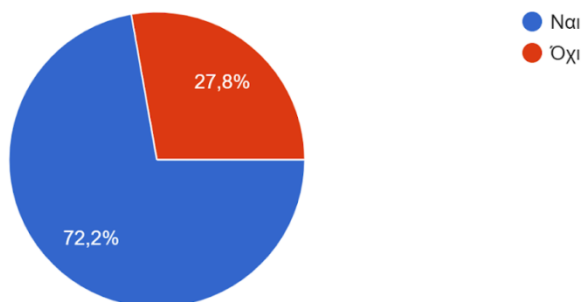
Γράφημα 1: Διαχωρισμός ανά φύλο

Επιλέξτε την ηλικιακή σας ομάδα
144 απαντήσεις



Γράφημα 2: Διαχωρισμός ανά ηλικία

Ακολουθείτε ή έχετε ακολουθήσει στο παρελθόν κάποια φαρμακευτική αγωγή;
144 απαντήσεις



Γράφημα 3: Ιστορικό λήψης φαρμακευτικής αγωγής

Το ερωτηματολόγιο απαρτίζεται από δύο ενότητες με βάση τις οποίες μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα σχετικά με τον τρόπο που βλέπει και αντιμετωπίζει μία φαρμακευτική αγωγή ο κάθε χρήστης, καθώς και να εντοπιστούν τα κύρια χαρακτηριστικά που επιζητά σε μία έξυπνη συσκευή και σε μία κινητή εφαρμογή που αποσκοπούν στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

Σκοπός της πρώτης ενότητας είναι να εντοπιστεί η συνήθης συμπεριφορά των ανθρώπων απέναντι στα φάρμακα και να αναδειχθούν οι διάφοροι παράγοντες που μπορούν να ωθήσουν ένα άτομο στο να μην ακολουθήσει πιστά μία φαρμακευτική θεραπεία.

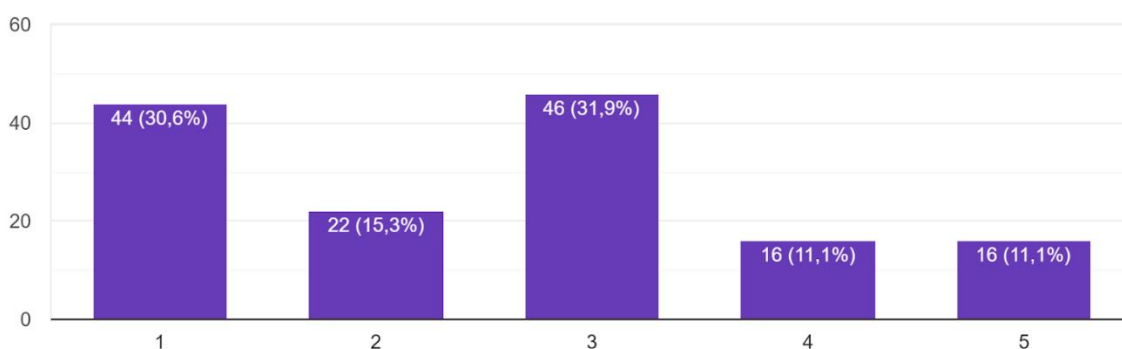
Σκοπός της δεύτερης ενότητας είναι να αναδειχθούν τα πιο χρήσιμα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχει μία έξυπνη συσκευή και μία εφαρμογή κινητού τηλεφώνου ώστε να βοηθάει τους χρήστες να χτίσουν καλύτερες συνήθειες όσον αφορά τη συμμόρφωσή τους με τις φαρμακευτικές θεραπείες.

2.3.2.1 Αποτελέσματα πρώτης ενότητας

Από την πρώτη ενότητα, παρατίθενται οι ερωτήσεις και τα αποτελέσματα που εξετάζουν τα πιο σημαντικά αίτια που μπορούν να οδηγήσουν σε μη φαρμακευτική συμμόρφωση καθώς και οι δύο τελευταίες ερωτήσεις που συνοψίζουν τη κεντρική ιδέα. Η κλίμακα μέτρησης της γνώμης των συμμετεχόντων διαβαθμίζεται από το 1 (διαφωνώ απόλυτα) έως το 5 (συμφωνώ απόλυτα). Για την εξαγωγή συμπερασμάτων, οι επιλογές 1 και 2 της κλίμακας αντιμετωπίζονται ως «διαφωνώ», ενώ οι επιλογές 4 και 5 ως «συμφωνώ».

Συνήθως φοβάμαι/δεν εμπιστεύομαι τα φάρμακα και προσπαθώ να αποφύγω τη λήψη τους.

144 απαντήσεις

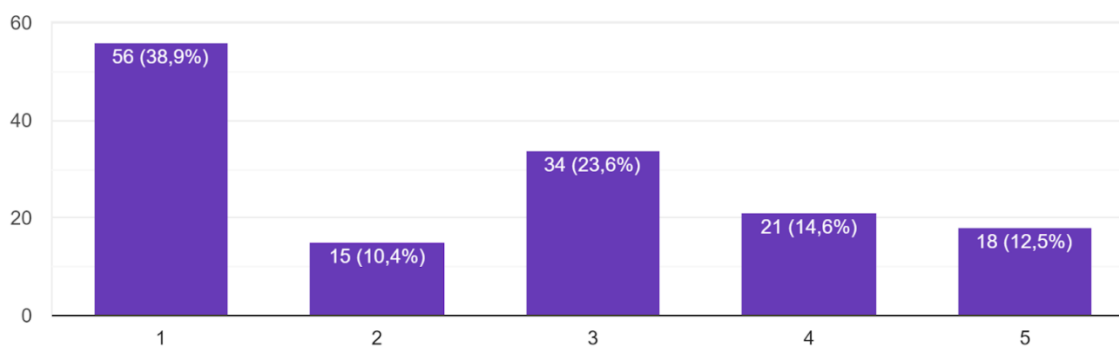


Γράφημα 4: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (1)

Παρατηρείται ότι ένα σημαντικό ποσοστό (22,2%) δηλώνει πως δεν εμπιστεύεται τα φάρμακα και προσπαθεί να αποφύγει τη λήψη τους. Αυτό επιβεβαιώνει σε μεγάλο βαθμό τα δεδομένα που προέκυψαν από τα η βιβλιογραφική ανασκόπηση της [Ενότητας 2.2.1](#) περί αντιμετώπισης των φαρμακευτικών αγωγών με φόβο και καχυποψία.

Αισθάνομαι ότι έχω ανάγκη τα φάρμακα και αν νιώσω άσχημα μπορεί να πάρω κάποιο φάρμακο χωρίς να μου το πει κάποιος ιατρός.

144 απαντήσεις



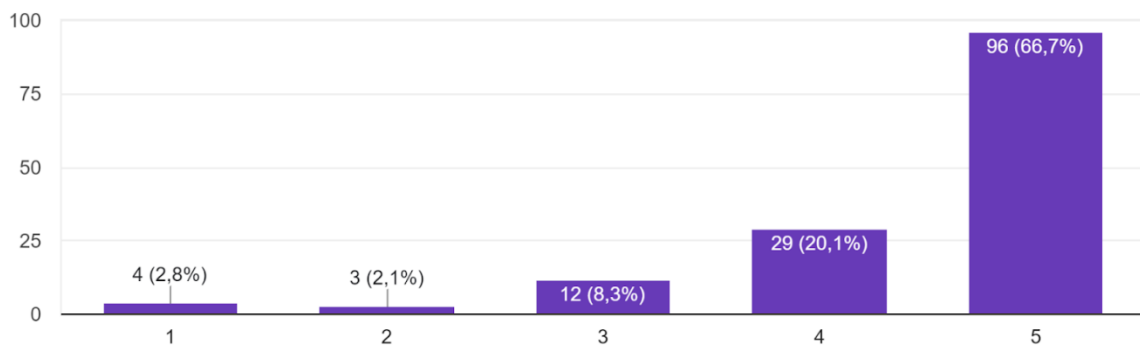
Γράφημα 5: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (2)

Παρατηρείται ότι ένα σημαντικό ποσοστό (37,1%) δηλώνει πως μπορεί να προβεί σε λήψη κάποιου φαρμάκου χωρίς αυτό να έχει συσταθεί από κάποιον ιατρό. Αυτό επιβεβαιώνει

την αναφορά της **Ενότητας 2.2.1**, περί λήψης περιττών δόσεων αλλά και αλληλεπίδρασης με άλλα φάρμακα δημιουργώντας παρενέργειες που μπορούν λανθασμένα να αποδοθούν στην ήδη υπάρχουσα φαρμακευτική αγωγή και να οδηγήσουν σε αλλαγή της θεραπείας και επιβάρυνση της κατάστασης του ασθενούς.

Όταν ένα φάρμακο έχει ορατά αποτελέσματα/με κάνει να νιώσω καλύτερα, αυτό με ενθαρρύνει να συνεχίσω τη φαρμακευτική αγωγή.

144 απαντήσεις

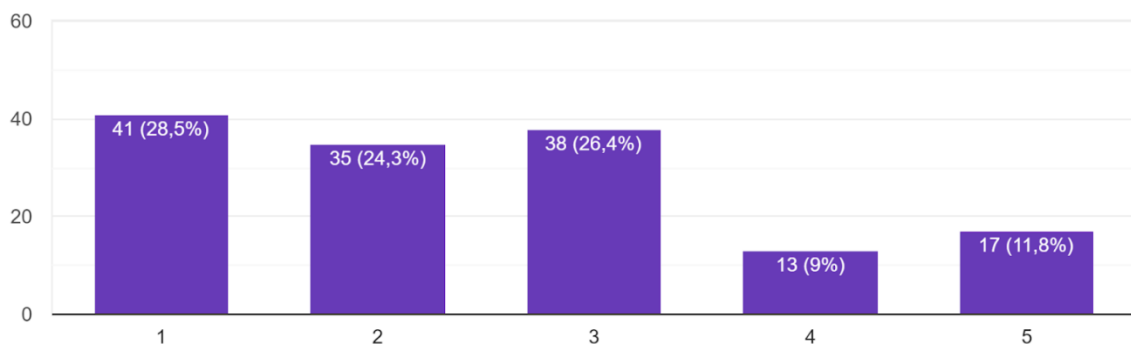


Γράφημα 6: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (3)

Παρατηρείται ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων ανταποκρίνεται με καλύτερο και πιο μεθοδικό τρόπο έναντι μίας φαρμακευτικής αγωγής που παρουσιάζει άμεσα σημάδια βελτίωσης της ασθένειας.

Όταν τα θετικά αποτελέσματα της φαρμακευτικής αγωγής δεν γίνονται αντιληπτά/ορατά από μένα, τότε είναι περισσότερο πιθανό να παραλείψω δόσεις ή να σταματήσω πρόωρα τη θεραπεία.

144 απαντήσεις

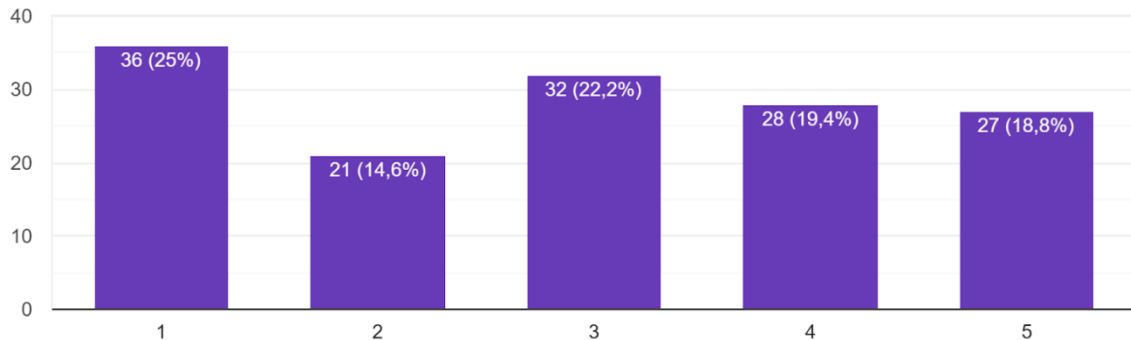


Γράφημα 7: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (4)

Αντιθέτως, το 20,8% των ερωτηθέντων δήλωσε πρόθυμο να παραλείψει φαρμακευτικές δόσεις ή ακόμη και να διακόψει οριστικά τη φαρμακευτική αγωγή, όταν τα αποτελέσματα αυτής δε γίνονται αντιληπτά. Υψηλής σημασίας είναι και το ποσοστό του 26,4%, το οποίο αντιπροσωπεύει τους ασθενείς οι οποίοι αντιμετωπίζουν τη φαρμακευτική αγωγή με μεγαλύτερη ελαστικότητα και ταυτόχρονα λιγότερη μεθοδικότητα.

Όσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα διαρκεί μία φαρμακευτική αγωγή, τόσο πιο πιθανό είναι να παραλείψω/ξεχάσω κάποιες δόσεις.

144 απαντήσεις

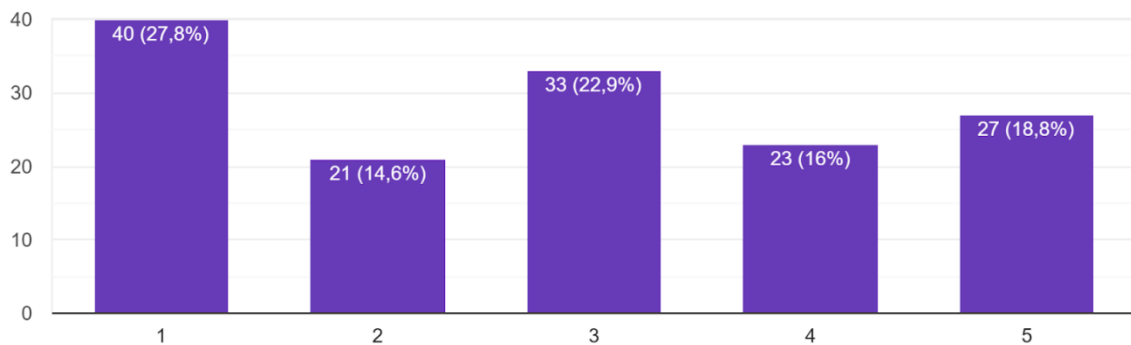


Γράφημα 8: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (5)

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι ένας στους τρεις συμμετέχοντες, δυσκολεύεται να συμμορφωθεί με φαρμακευτικές αγωγές που διαρκούν μεγάλα χρονικά διαστήματα. Κάτι τέτοιο παρατηρήθηκε και μέσω των μελετών που αναδείχθηκαν στη βιβλιογραφική ανασκόπηση περί χρόνιων παθήσεων και φαρμακευτικών αγωγών.

Όσες περισσότερες είναι οι ημερήσιες δόσεις του φαρμάκου, τόσο πιο πιθανό είναι να παραλείψω/ξεχάσω κάποια δόση.

144 απαντήσεις

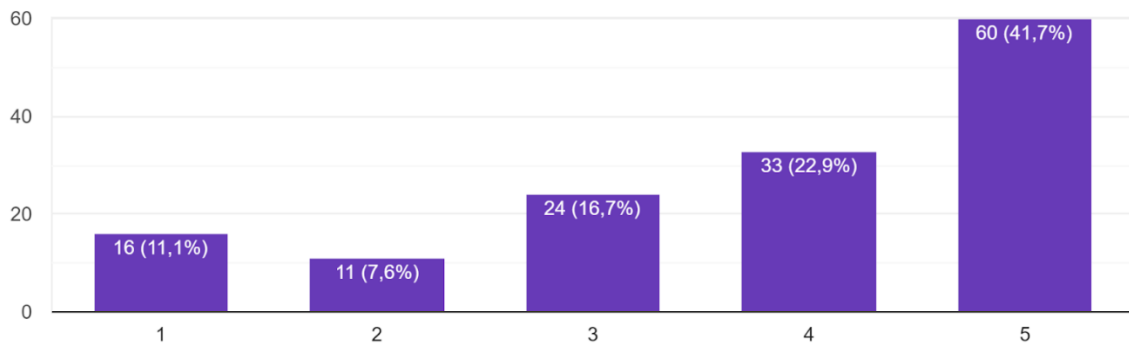


Γράφημα 9: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (6)

Επίσης παρατηρείται ότι ένας στους τρεις συμμετέχοντες, είναι πιθανότερο να παραλείψει ή να ξεχάσει κάποια δόση φαρμακευτικής αγωγής όταν η συχνότητα δοσολογίας μέσα στην ημέρα είναι αυξημένη. Αυτό έρχεται σε συμφωνία με όσα αναφέρθηκαν στην **Ενότητα 2.2.1**, σχετικά με τα αίτια της μη φαρμακευτικής συμμόρφωσης και συγκεκριμένα με τα αίτια που απορρέουν από τη φύση της φαρμακευτικής αγωγής, δηλαδή ότι η μέση δοσολογική συμμόρφωση φθίνει όσο ο ημερήσιος αριθμός φαρμακευτικών δόσεων αυξάνεται.

Οι παρενέργειες ενός φαρμάκου μπορούν να με οδηγήσουν στο να παραλείψω δόσεις ή να σταματήσω πρόωρα τη θεραπεία.

144 απαντήσεις

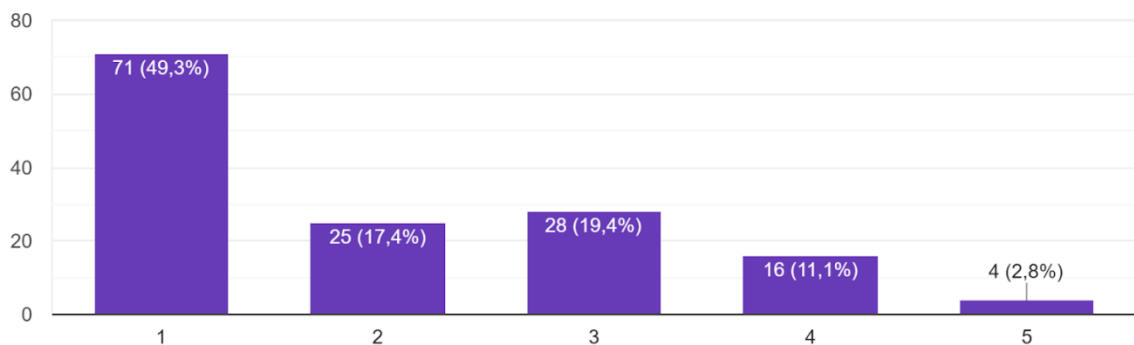


Γράφημα 10: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (7)

Περίπου 2 στους 3 συμμετέχοντες δηλώνουν πρόθεση στο να παραλείψουν φαρμακευτικές δόσεις ή να διακόψουν πρόωρα τη φαρμακευτική αγωγή, λόγω αντιμετώπισης ανεπιθύμητων παρενεργειών. Όπως αναδείχθηκε και στη βιβλιογραφική ανασκόπηση, γίνεται αντιληπτή η σημασία των παρενεργειών που απορρέουν από τη διατροφή, τη ταυτόχρονη λήψη διαφορετικών φαρμάκων ή αποκλειστικά και μόνο από την ίδια τη φαρμακευτική αγωγή.

Πόσο πιθανό είναι η γνώμη/εμπειρία ενός γνωστού/συγγενή/φίλου μου να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά τη γνώμη μου για κάποια φαρμακευτική αγωγή που πρέπει να ακολουθήσω;

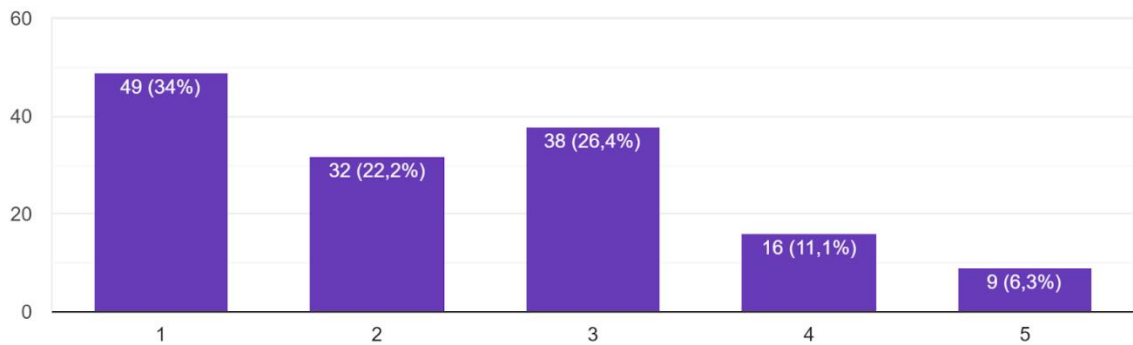
144 απαντήσεις



Γράφημα 11: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (8)

Το παραπάνω γράφημα απεικονίζει το πώς ο περίγυρος ενός ασθενή μπορεί να τον επηρεάσει είτε θετικά είτε αρνητικά, αναφορικά με τη λήψη μίας φαρμακευτικής αγωγής. Το ποσοστό 13,9% μπορεί να μοιάζει μικρό, ωστόσο αντιστοιχίζεται περίπου σε 1 στους 10 ασθενείς.

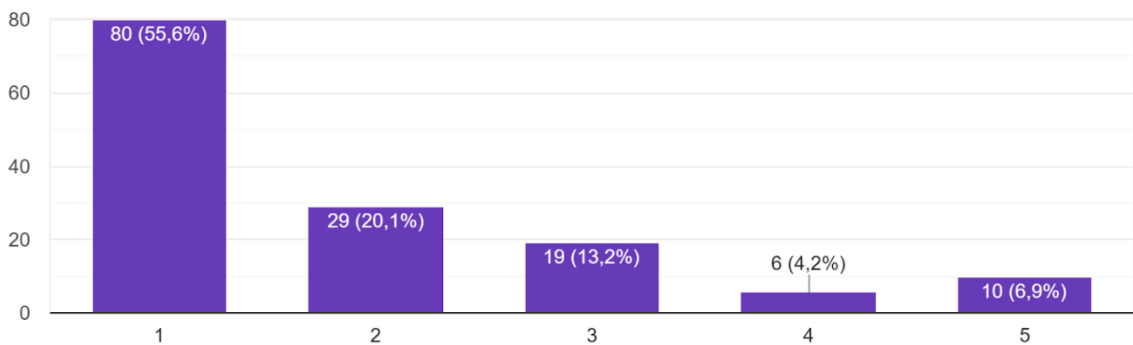
Πόσο πιθανό είναι κάτι που θα διαβάσω στο διαδίκτυο να επηρεάσει θετικά ή αρνητικά τη γνώμη μου για κάποια φαρμακευτική αγωγή που πρέπει να ακολουθήσω;
144 απαντήσεις



Γράφημα 12: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (9)

Στο παραπάνω γράφημα παρατηρείται ότι όπως ο περίγυρος των ασθενών, έτσι και η χρήση του διαδικτύου, δύναται να επηρεάσει είτε θετικά είτε αρνητικά την άποψη ενός ασθενή αναφορικά με μία φαρμακευτική αγωγή. Το ποσοστό των ασθενών αυτών κυμαίνεται στο 17,4%.

Συχνά ψάχνω εναλλακτικές θεραπείες για να υποκαταστήσω μία φαρμακευτική αγωγή που μου έχει συνταγογραφηθεί.
144 απαντήσεις

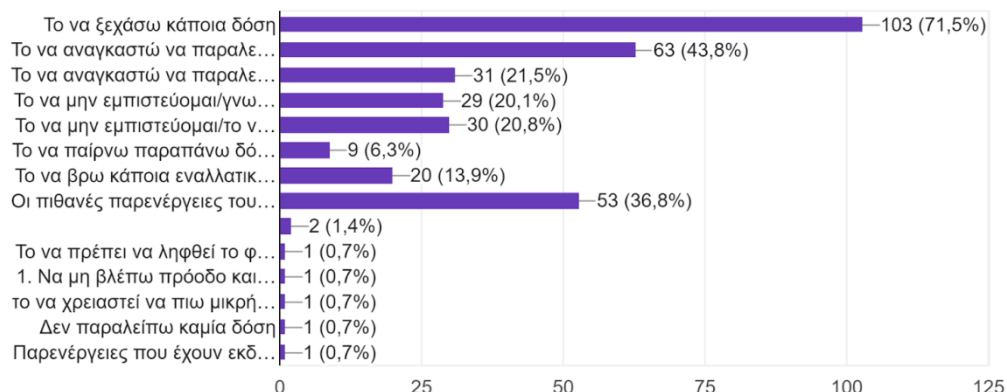


Γράφημα 13: Τρόποι αντιμετώπισης φαρμακευτικής αγωγής (10)

Τέλος, περίπου 1 στους 10 συμμετέχοντες, δήλωσε ότι είναι διατεθειμένος να προβεί σε εναλλακτική θεραπεία έναντι της ήδη υπάρχουσας, δίχως την ιατρική γνωμάτευση ιατρού. Αυτή η προσέγγιση, έγκειται στην αρνητική αντιμετώπιση του ασθενή έναντι της υπάρχουσας φαρμακευτικής αγωγής, ενισχυμένη από την προσωπική ή συγγενική του άποψη ή/και την εύρεση πληροφοριών σε ιστοσελίδες του διαδικτύου. Η λήψη διαφορετικών φαρμακευτικών σκευασμάτων από τα ενδεικνύόμενα, μπορεί να προκαλέσει ανεπιθύμητες ενέργειες ή ακόμη και να οδηγήσει σε σοβαρή επιβάρυνση της υγείας του χρήστη.

Επιλέξτε όλους τους λόγους που θα μπορούσαν να σας οδηγήσουν στην παράλειψη δόσεων ή στην πρόωγη διακοπή μίας φαρμακευτικής αγωγής:

144 απαντήσεις



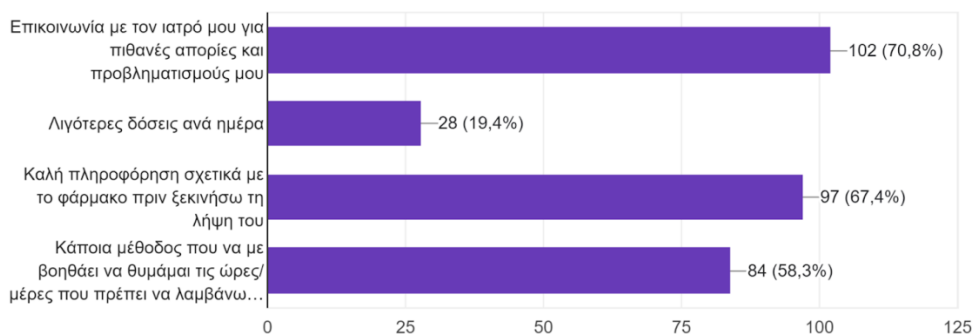
Γράφημα 14: Λόγοι που ενδέχεται να οδηγήσουν σε ελλιπή φαρμακευτική συμμόρφωση

Στο παραπάνω γράφημα δε διακρίνονται οι λόγοι οι οποίοι μπορούν να οδηγήσουν τους συμμετέχοντες σε ελλιπή φαρμακευτική συμμόρφωση. Αναλυτικά οι λόγοι αυτοί, με τη σειρά που αναγράφονται στην ερώτηση, είναι:

- Το να ξεχάσω κάποια δόση
- Το να αναγκαστώ να παραλείψω κάποια δόση λόγω των υποχρεώσεών μου
- Το να αναγκαστώ να παραλείψω κάποια δόση λόγω ταυτόχρονης λήψης διαφορετικού φαρμάκου
- Το να μην εμπιστεύομαι/γνωρίζω καλά τον ιατρό που μου συνταγογραφεί τη θεραπεία
- Το να μην εμπιστεύομαι/να φοβάμαι το φάρμακο
- Το να παίρνω παραπάνω δόσεις από τις απαιτούμενες
- Το να βρω κάποια εναλλακτική θεραπεία
- Οι πιθανές παρενέργειες του φαρμάκου
- Άλλο:

Επιλέξτε όσα από τα παρακάτω θεωρείτε ότι θα μπορούσαν να σας βοηθήσουν να ακολουθήσετε πιο πιστά μία φαρμακευτική αγωγή.

144 απαντήσεις



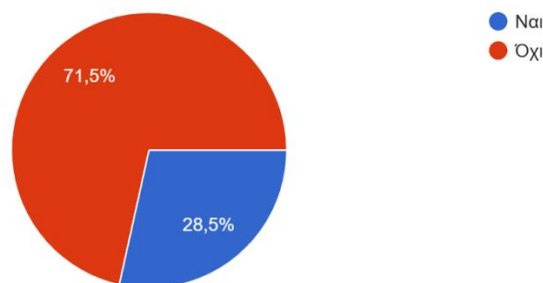
Γράφημα 15: Τρόποι που ενδέχεται να βελτιώσουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση

Στα δύο τελευταία γραφήματα απεικονίζονται οι κύριοι λόγοι που μπορούν να οδηγήσουν τους ερωτηθέντες σε ελλιπή φαρμακευτική συμμόρφωση και οι κύριοι τρόποι που θα επέλεγαν για να τη βελτιώσουν. Τα αποτελέσματα αυτά αξιολογούνται ταυτόχρονα με τη συγκριτική μελέτη συσκευών που ακολουθεί στην **Ενότητα 2.4** και χρησιμοποιούνται στο πλαίσιο σχεδίασης και υλοποίησης μίας πρωτότυπης έξυπνης συσκευής που στοχεύει στην ενίσχυση της φαρμακοθεραπείας.

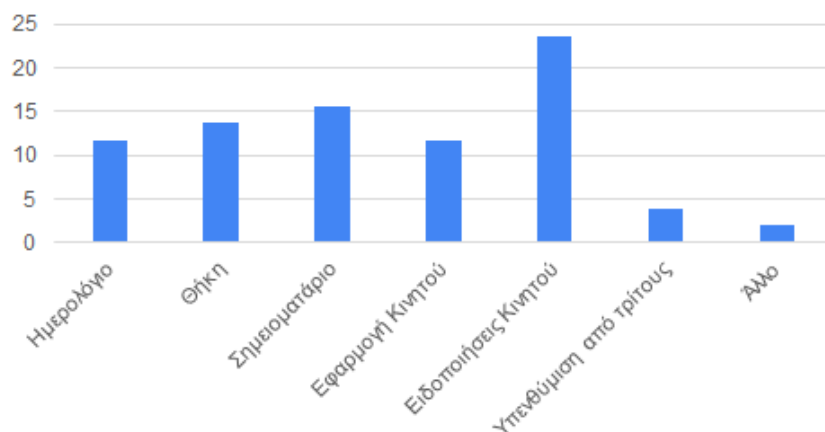
2.3.2.2 Αποτελέσματα δεύτερης ενότητας

Από τη δεύτερη ενότητα, παρατίθενται οι ερωτήσεις και τα αποτελέσματα που έχουν ως στόχο την ανάδειξη των πιο χρήσιμων χαρακτηριστικών που θα πρέπει να έχει μία έξυπνη θήκη χαπιών ώστε να βοηθάει τους χρήστες να χτίσουν καλύτερες συνήθειες όσον αφορά τη συμμόρφωσή τους με τις φαρμακευτικές θεραπείες. Επίσης εξετάζεται το ενδεχόμενο η έξυπνη θήκη χαπιών να υποστηρίζεται και να ελέγχεται από μία έξυπνη εφαρμογή κινητού. Η κλίμακα μέτρησης της γνώμης των συμμετεχόντων διαβαθμίζεται από το 1 (διαφωνώ απόλυτα) έως το 5 (συμφωνώ απόλυτα). Για την εξαγωγή συμπερασμάτων, οι επιλογές 1 και 2 της κλίμακας αντιμετωπίζονται ως «διαφωνώ», ενώ οι επιλογές 4 και 5 ως «συμφωνώ».

Χρησιμοποιείτε κάποια μέθοδο που να σας βοηθά να οργανώσετε τη δΟΣολογία και να θυμάστε πότε πρέπει να λάβετε ένα φάρμακο;
144 απαντήσεις



Γράφημα 16: Ποσοστό χρήσης διάφορων μεθόδων φαρμακευτικής συμμόρφωσης

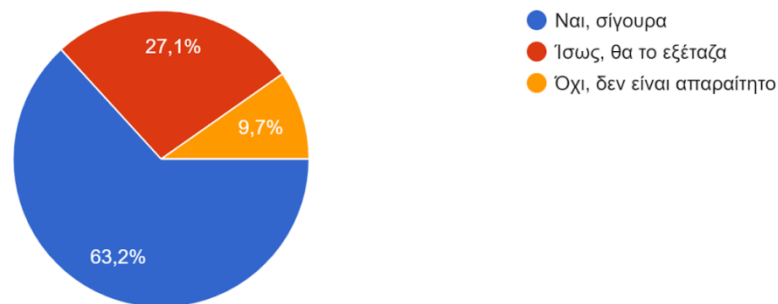


Γράφημα 17: Ποσοστιαία κατανομή μεθόδων που επιλέχθηκαν από τους συμμετέχοντες

Όπως είναι εμφανές, ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό 71,5% που αντιστοιχεί σε 103 συμμετέχοντες δε χρησιμοποιεί κάποια μέθοδο που να βοηθά στην οργάνωση, διαχείριση και έγκαιρη λήψη μίας φαρμακευτικής αγωγής, ενώ το υπόλοιπο 28,5% που αντιστοιχεί σε 41 συμμετέχοντες χρησιμοποιεί. Οι κυριότερες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται από αυτούς τους συμμετέχοντες είναι κατά βάση υπενθυμίσεις ή εφαρμογές κινητού τηλεφώνου με ποσοστό 35% του συνόλου, δηλαδή περίπου 14 συμμετέχοντες. Μόλις το 14%, που αντιστοιχεί σε περίπου 6 συμμετέχοντες, χρησιμοποιεί θήκες οργάνωσης χαπιών, ενώ μικρότερα ποσοστά συμμετεχόντων χρησιμοποιούν μεθόδους όπως ημερολόγια, σημειωματάρια ή υπενθυμίσεις τρίτων.

Θα βρίσκατε χρήσιμη μία έξυπνη θήκη χαπιών που θα σας υπενθύμιζε πότε πρέπει να πάρετε τα φάρμακά σας;

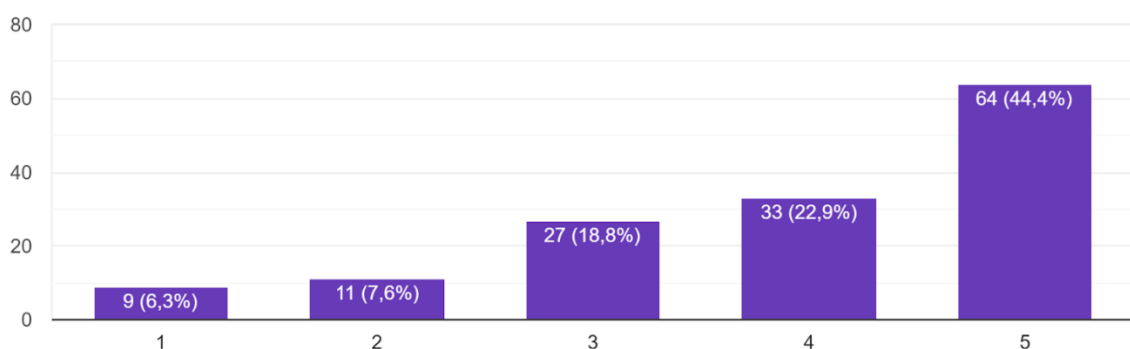
144 απαντήσεις



Γράφημα 18: Διαχωρισμός ανάλογα με την άποψη περί χρήσης έξυπνης θήκης χαπιών

Πώς θα περιγράφατε την καταλληλότητα μιας έξυπνης θήκης χαπιών για τις ανάγκες σας;

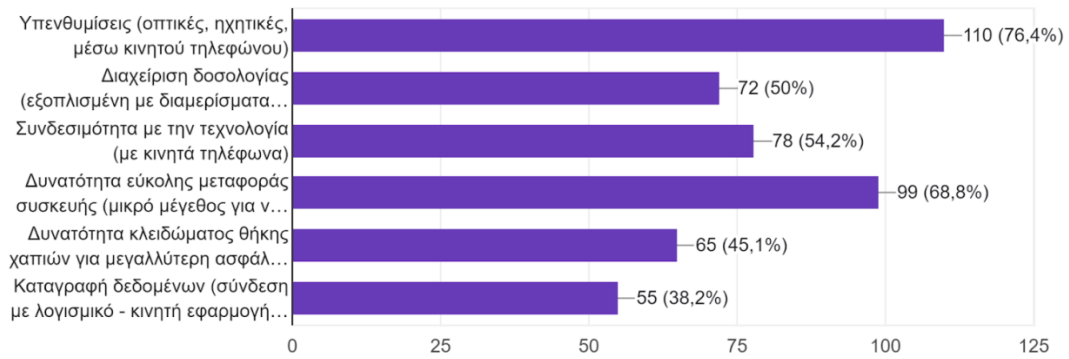
144 απαντήσεις



Γράφημα 19: Ποσοστιαία κατανομή συμμετεχόντων αναφορικά με την ύπαρξη μίας έξυπνης θήκης χαπιών

Ποια θα ήταν η προτίμησή σας σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες που θα μπορούσε να προσφέρει μία έξυπνη θήκη χαπιών; (Επιλέξτε όσα ισχύουν)

144 απαντήσεις



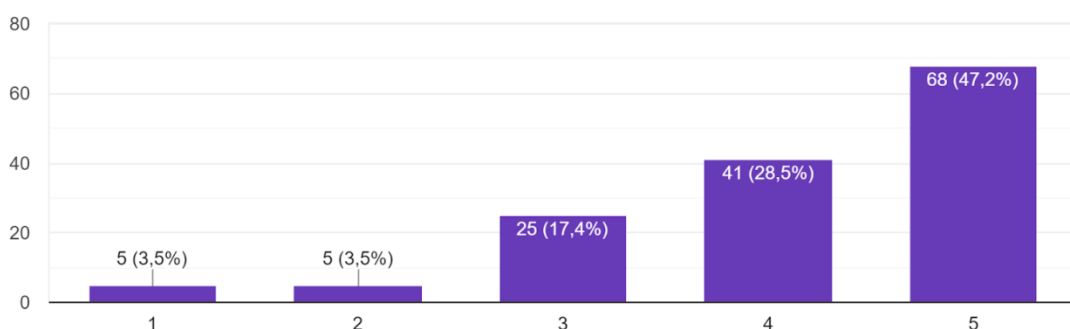
Γράφημα 20: Επιλογή χαρακτηριστικών και λειτουργιών έξυπνης θήκης χαπιών

Οι προηγούμενες τρεις ερωτήσεις απευθύνθηκαν στους συμμετέχοντες προκειμένου να διαπιστωθεί εάν και κατά πόσο θα χρησιμοποιούσαν μία έξυπνη συσκευή οργάνωσης φαρμάκων και υπενθύμισης έγκαιρης λήψης αυτών. Ταυτόχρονα, τους ζητήθηκε να επιλέξουν από μία λίστα, όλα εκείνα τα χαρακτηριστικά – λειτουργίες που κατά τη γνώμη τους εάν συμπεριλαμβάνονταν στην έξυπνη συσκευή, θα διευκόλυναν και θα προωθούσαν τη φαρμακευτική συμμόρφωση.

Αξίζει να σημειωθεί ότι περίπου 2 στους 3 συμμετέχοντες υποστηρίζουν και αξιολογούν θετικά το ενδεχόμενο ύπαρξης μίας έξυπνης συσκευής χαπιών που προάγει τη φαρμακοθεραπεία. Σε περίπτωση ύπαρξης μίας τέτοιας συσκευής, το σύνολο των συμμετεχόντων επιθυμεί κατά φθίνουσα σειρά ενδιαφέροντος, την ενσωμάτωση υπενθυμίσεων λήψης φαρμάκων, τη δυνατότητα εύκολης μεταφοράς της συσκευής, τη δυνατότητα διασύνδεσης με κινητό τηλέφωνο, την οργάνωση και διαχείριση των δόσεων, τη δυνατότητα κλειδώματος της συσκευής και τέλος την καταγραφή δεδομένων που αφορούν στη φύση της φαρμακευτικής αγωγής και της φαρμακευτικής συμμόρφωσης γενικώς.

Μία εφαρμογή στο κινητό μου, που θα μπορεί να προγραμματίζει τις ώρες που πρέπει να λαμβάνω κάθε δόση σύμφωνα με το πρόγραμμά μο... ακολουθώ πιο πιστά μία φαρμακευτική αγωγή.

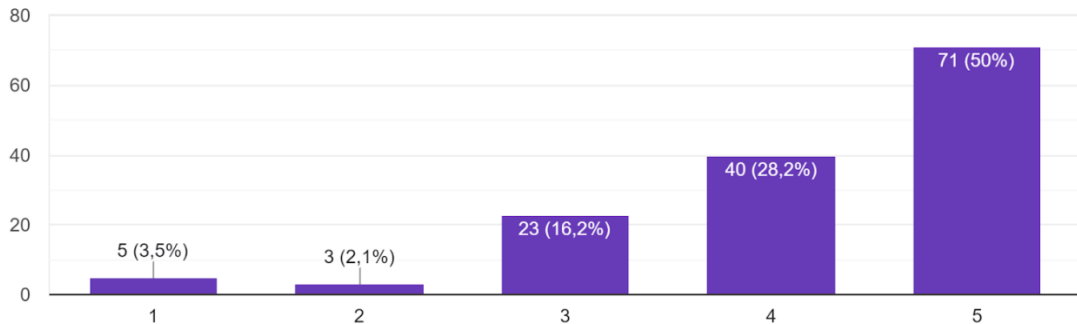
144 απαντήσεις



Γράφημα 21: Ποσοστιαία άποψη συμμετεχόντων περί καταλληλότητας ύπαρξης κινητής εφαρμογής

Πώς θα περιγράφατε την καταλληλότητα μιας έξυπνης εφαρμογής κινητού η οποία θα υποστηρίζει και θα ελέγχει τις λειτουργίες μιας έξυπνης θήκης χαπιού;

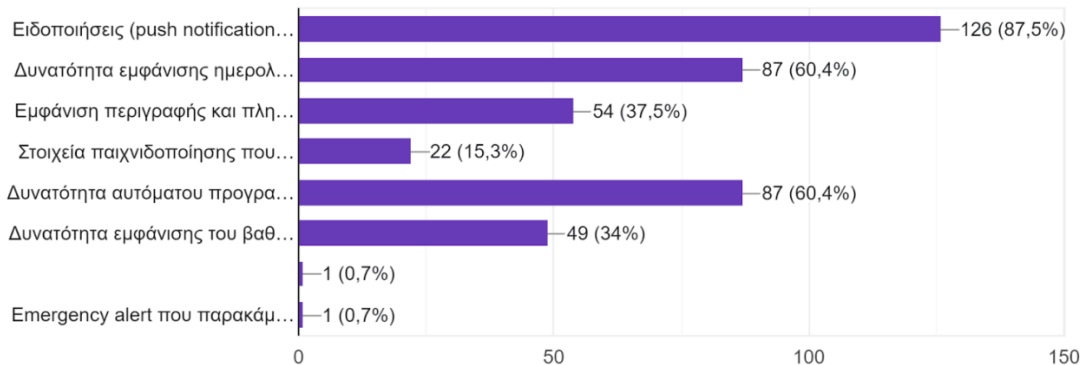
142 απαντήσεις



Γράφημα 22: Ποσοστιαία άποψη συμμετεχόντων περί καταλληλότητας διασύνδεσης και υποστήριξης μίας έξυπνης συσκευής χαπιών από μία κινητή εφαρμογή

Επιλέξτε όλα τα χαρακτηριστικά/λειτουργίες μίας εφαρμογής κινητού τηλεφώνου που θα μπορούσαν να σας βοηθήσουν να ακολουθήσετε πιο πιστά μία φαρμακευτική αγωγή:

144 απαντήσεις



Γράφημα 23: Επιλογή χαρακτηριστικών και λειτουργιών κινητής εφαρμογής

Οι τρεις τελευταίες ερωτήσεις απευθύνθηκαν σε όλους τους συμμετέχοντες, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν η ύπαρξη μιας κινητής εφαρμογής που θα ελέγχει και θα υποστηρίζει την έξυπνη συσκευή χαπιών μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο για τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Και σε αυτή την περίπτωση, περίπου 2 στους 3 συμμετέχοντες υποστηρίζουν ότι ο συνδυασμός έξυπνης συσκευής χαπιών και υποστηρικτικής κινητής εφαρμογής, μπορεί να φέρει θετικό αντίκτυπο στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Ως προέκταση των παραπάνω, ζητήθηκε από όλους τους συμμετέχοντες να επιλέξουν από μία λίστα χαρακτηριστικών, αυτά που τους ενδιαφέρουν περισσότερο να συναντήσουν σε μία κινητή εφαρμογή που υποστηρίζει τη φαρμακοθεραπεία. Για ακόμη μία φορά, οι εμφανίσεις διάφορων ειδών ειδοποιήσεων βρέθηκε στην πρώτη θέση των προτιμήσεων. Τη δεύτερη θέση μοιράστηκαν οι λειτουργίες ενσωματωμένου ημερολογίου και η δυνατότητα αυτόματου προγραμματισμού των δόσεων κάθε φαρμάκου. Σε μικρότερα ποσοστά ακολούθησαν η εμφάνιση περιγραφής των φαρμάκων, η εμφάνιση των ποσοστών συμμόρφωσης και τέλος η ύπαρξη στοιχείων παιχνιδοποίησης που παροτρύνουν τον χρήστη να βελτιώσει τη φαρμακευτική του συμμόρφωση.

Τα αποτελέσματα αυτά δε λαμβάνονται υπόψη στο σχεδιασμό και στην υλοποίηση της έξυπνης συσκευής χαπιών, ωστόσο χρησιμοποιούνται για να δείξουν την αναγκαιότητα ύπαρξης μίας κινητής εφαρμογής, η οποία όχι μόνο ελέγχει και εξατομικεύει την έξυπνη συσκευή χαπιών αλλά παράλληλα υποστηρίζει τη διαδικασία λήψης φαρμάκων και προάγει τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

2.3.3 Παρουσίαση λύσεων

Στις προηγούμενες υποενότητες αναλύθηκαν τα αίτια και οι επιδράσεις που προκύπτουν από τη μη φαρμακευτική συμμόρφωση, αναφέρθηκαν οι κυριότερες μέθοδοι μέτρησης αυτής και παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την έρευνα μέσω του ερωτηματολογίου. Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι ένα πολυδιάστατο πρόβλημα απαιτεί πολυδιάστατες λύσεις. Οι λύσεις που προτείνονται εστιάζουν κυρίως στην αντιμετώπιση των αιτιών και υποβάλλονται παρακάτω:

1. Άμεση επικοινωνία μεταξύ ιατρού και ασθενή – ενημέρωση για τη θεραπεία

Ο ιατρός πρέπει να βρίσκεται ανά πάσα στιγμή σε θέση να ενημερώνει, να κατευθύνει και να συμβουλεύει τον ασθενή για θέματα που αφορούν την φαρμακευτική αγωγή και τη θεραπεία ως σύνολο. Με τη σειρά του και ο ασθενής πρέπει να βρίσκεται σε θέση να δεχτεί τις παραπάνω πληροφορίες και να τις διαχειριστεί με ορθό τρόπο ώστε η θεραπεία να έχει το βέλτιστο αποτέλεσμα. Η επικοινωνία ιατρού και ασθενή πρέπει να είναι αμφίδρομη, να αποσκοπεί στην παροχή γνώσεων, στην παρατήρηση τυχόν αλλαγών στην συμπεριφορά του ασθενή που δημιουργούνται λόγω αμφιβολιών και επιφυλάξεων και στην αμοιβαία κατανόηση^[11].

2. Ελαχιστοποίηση παρενεργειών

Αυτό επιτυγχάνεται με τη συνδυαστική προσπάθεια των φαρμακοβιομηχανιών και των ιατρών. Οι φαρμακοβιομηχανίες οφείλουν να παράγουν φάρμακα με όσο το δυνατόν λιγότερες παρενέργειες τις οποίες και πρέπει να γνωστοποιούν όχι μόνο μέσω των οδηγιών χρήσης που περιλαμβάνονται στη συσκευασία αλλά και μέσω επίσημων φαρμακευτικών άρθρων. Οι γιατροί οφείλουν να ενημερώνονται για τις εξελίξεις και να προωθούν φαρμακευτικές αγωγές οι οποίες αποσκοπούν στη θεραπεία των ασθενών με τις λιγότερες δυνατές παρενέργειες. Η λήψη κατάλληλων φαρμάκων που καταπραΰνουν τις παρενέργειες θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τον σκοπό αυτό.

3. Ο ρόλος του ασθενή

Αντίστοιχα, οι ασθενείς οφείλουν να ακολουθούν έναν υγιή τρόπο ζωής με σωστή διατροφή, άσκηση, επαρκή ύπνο και αποφυγή βλαβερών συνηθειών. Αυτό συντελεί στην τήρηση της θεραπείας υπό καλύτερες συνθήκες και κατ'επέκταση στη βελτίωση της υγείας

τους συνολικά. Η ενημέρωση περί θεμάτων που αφορούν στη φαρμακευτική αγωγή θα πρέπει να επιδιώκεται από τον ίδιο τον ασθενή χωρίς όμως να καταφεύγει σε πηγές αμφιβόλου πληροφορίας (ανεπίσημα άρθρα, συγγενικά πρόσωπα, γνωστοί κλπ). Τέλος, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιεί διάφορες μεθόδους για καταγραφή, υπενθύμιση και βελτιστοποίηση της θεραπείας του (ημερολόγια, σημειωματάρια, θήκες χαπιών, ειδοποιήσεις σε κινητό, υπενθύμιση από τρίτους κλπ).

4. Περίγυρος και συγγενικό περιβάλλον

Είναι σημαντικό ιδιαίτερα σε ασθενείς που δεν μπορούν να διαχειριστούν από μόνοι τους την υγεία τους (ανήλικοι ή ηλικιωμένοι, πάσχοντες χρόνιων παθήσεων, ασθενείς με ψυχολογικές παθήσεις, ΑΜΕΑ κτλ) να υπάρχει τρίτο άτομο που να εξασφαλίζει τη συμμόρφωση τους και να συνεργάζεται με τους επιβλέποντες ιατρούς καθ' όλη τη διάρκεια της θεραπείας [21].

5. Σύστημα Υγείας – Κράτος

Η προάσπιση της υγείας μέσω ενημερωτικών εκδηλώσεων και επιμορφωτικών προγραμμάτων μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Το κράτος δύναται να συνεισφέρει στο σύστημα υγείας μέσω κονδυλίων για την έρευνα, εξέλιξη και ενίσχυση του ανθρώπινου δυναμικού με σκοπό την παρακολούθηση, προώθηση και βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης των ασθενών.

6. Ο ρόλος της τεχνολογίας

Η τεχνολογία μπορεί να παίζει σημαντικό ρόλο στη δημιουργία μίας έξυπνης θήκης χαπιών για την προώθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Με την ενσωμάτωση της τεχνολογίας σε αυτές τις θήκες, μπορούν να παρέχονται πολλές χρήσιμες λειτουργίες που θα ενθαρρύνουν τους ασθενείς να συμμορφώνονται με την φαρμακευτική τους αγωγή [22].

Οι τεχνολογικές εξελίξεις των τελευταίων ετών έχουν ανοίξει νέους ορίζοντες και παρέχουν ευκολότερη πρόσβαση σε καινοτόμες λύσεις [8]. Αξιοποιώντας τα εφόδια που προσφέρει η τεχνολογία πραγματοποιήθηκε η μελέτη και ο σχεδιασμός μιας έξυπνης θήκης χαπιών. Μέσω της ανάπτυξης μιας τέτοιας θήκης, μπορούν να ενσωματωθούν προηγμένες τεχνολογίες και λειτουργίες που θα ενισχύσουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση και θα βοηθήσουν στη βελτίωση της υγείας και της ευημερίας των ατόμων. Η μελέτη και ο σχεδιασμός αυτής της έξυπνης θήκης χαπιών, μου δίνει την ευκαιρία να συνδυάσω την επιστημονική γνώση και την τεχνολογική επάρκεια για τη δημιουργία μιας καινοτόμου λύσης που θα επιφέρει οφέλη στους ασθενείς και στην κοινωνία γενικότερα.

2.4 Ανασκόπηση και συγκριτική μελέτη συσκευών εμπορίου για την προώθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης

Κατά τη διάρκεια της αναζήτησης για θήκες χαπιών και έξυπνες συσκευές χαπιών που ενισχύουν ή ενδέχεται να βελτιώνουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση, αξιοποιήθηκαν οι ιστότοποι [amazon.com](https://www.amazon.com)^{[23],[24]} και [healthline.com](https://www.healthline.com)^[25]. Από την πρώτη πλατφόρμα αναζητήθηκαν δεδομένα από τη λίστα με τις δημοφιλέστερες θήκες χαπιών, ενώ από τον δεύτερο ανακτήθηκαν επιστημονικά άρθρα και πληροφορίες σχετικά με τις νέες τεχνολογίες που συμβάλλουν στην ενίσχυση της συμμόρφωσης της φαρμακευτική αγωγής. Στο [amazon.com](https://www.amazon.com), η αναζήτηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας λέξεις-κλειδιά όπως «έξυπνη θήκη χαπιών», «θήκη χαπιών», «οργάνωση φαρμάκων» και «φαρμακευτική συμμόρφωση». Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν επιλέχθηκαν διαφορετικές θήκες χαπιών που προωθούνται στην αγορά και εξέτασα τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες τους. Παράλληλα, στο [healthline.com](https://www.healthline.com), ερευνήθηκαν οι ενότητες που αφορούν τη φαρμακευτική συμμόρφωση σε σχέση με τις φαρμακευτικές συσκευές και τις θήκες χαπιών. Η ιστοσελίδα παρείχε εκτενείς περιγραφές για τα προϊόντα, καθώς και επαναστατικές τεχνολογίες που μπορούν να ενσωματωθούν σε θήκες χαπιών.

Αφού συλλέχθηκαν οι πληροφορίες για τις διάφορες συσκευές και θήκες χαπιών, αναλύθηκαν προσεκτικά τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες κάθε μίας από αυτές. Μέσω αυτής της ανάλυσης, κατέστη δυνατή η αναγνώριση των επιδόσεων και των πλεονεκτημάτων της κάθε συσκευής, καθώς και οι πιθανές εφαρμογές και τα οφέλη τους για τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

Με βάση την ανάλυση αυτή εξήχθησαν συμπεράσματα σχετικά με την αποτελεσματικότητα και την χρηστικότητα των θηκών χαπιών και των έξυπνων συσκευών χαπιών για την προώθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Ταυτόχρονα, αναδείχθηκε η σημασία και ο ρόλος που μπορεί να διαδραματίσει η τεχνολογία στην προώθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και στη βελτίωση της υγείας των ασθενών.

2.4.1 Αναζήτηση συσκευών εμπορίου

Παρακάτω παρουσιάζονται οι δημοφιλέστερες θήκες και συσκευές χαπιών, καθώς και τα χαρακτηριστικά τους, περιλαμβάνοντας περιγραφές, τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα και τις λειτουργίες τους. Αυτή η αναλυτική παρουσίαση έχει ως στόχο να παρέχει στους αναγνώστες μια ευρεία εικόνα για τις διάφορες επιλογές που υπάρχουν στην αγορά και να τους επιτρέψει να αξιολογήσουν τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της κάθε θήκης ή συσκευής. Κάθε θήκη ή συσκευή θα παρουσιαστεί με λεπτομερή περιγραφή των χαρακτηριστικών της, ενώ θα αναφερθούν και οι λειτουργίες που την καθιστούν ξεχωριστή.

1. Weekly Pill Organizer

Τιμή: 7€

Αριθμός διαμερισμάτων: 21

Διαστάσεις: 20.4 x 10 x 3.5 cm

Πλεονεκτήματα: οικονομικό, μεγάλο, προσφέρει μερική ευελιξία

Μειονεκτήματα: δύσκολο να ανοιχτεί

Κύριο χαρακτηριστικό: ο πιο οικονομικός οργανωτής χαπιών της κατηγορίας του



Εικόνα 2.1: Weekly Pill Organizer

Αυτή η θήκη χαπιών είναι κατασκευασμένη από ασφαλές για τον χρήστη πλαστικό και επιτρέπει την οργάνωση φαρμάκων για τη διάρκεια μίας εβδομάδας. Υπάρχουν επτά κουτιά χαπιών που μπορούν να αφαιρεθούν από το μεγάλο κουτί για εύκολη χρήση κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων. Καθένα από αυτά είναι χωρισμένο σε πρωινά, μεσημεριανά και βραδινά φάρμακα με ξεχωριστές θύρες. Αυτός ο οργανωτής δε διαθέτει τις πολυτέλειες κάποιων ακριβότερων επιλογών. Δεν υπάρχει κλείδωμα ασφαλείας, ξυπνητήρι ή αυτόματη διανομή^[26].

2. Smart XL Weekly Pill Organizer

Τιμή: 105€

Αριθμός διαμερισμάτων: 14

Διαστάσεις: 31.8 x 9.5 x 3.8 cm

Πλεονεκτήματα: χωράει μεγάλα χάπια και κάψουλες, υποστηρίζεται από εφαρμογή κινητού

Μειονεκτήματα: αδύναμοι μαγνήτες, ακριβό

Κύριο χαρακτηριστικό: ο καλύτερος οργανωτής χαπιών για μεγάλα χάπια και κάψουλες



Εικόνα 2.2: Smart XL Weekly Pill Organizer

Αυτός ο οργανωτής μπορεί να δεχτεί αρκετά χάπια και κάψουλες μεγάλου μεγέθους. Υπάρχει η δυνατότητα ταξινόμησης των φαρμάκων σε 7 ημέρες πρωί/απόγευμα ή 14 ημέρες - μία φορά την ημέρα. Επίσης, διατίθεται δωρεάν εφαρμογή κινητού στην οποία ο χρήστης μπορεί να ορίσει τις ώρες και ημερομηνίες που λαμβάνει τη φαρμακευτική του αγωγή και να δέχεται ειδοποιήσεις για την έγκαιρη λήψη αυτών.

Τα δοχεία, φτιαγμένα από ασφαλές για τον χρήστη πλαστικό, περιλαμβάνουν ελαστικά καπάκια που διαθέτουν εγκοπή, έτσι ώστε να μπορούν εύκολα να πληρωθούν χάπια (σε περίπτωση μυοσκελετικής δυσκαμψίας). Τα ελαστικά καπάκια είναι επίσης εύκολα στο άνοιγμα κατά τη λήψη των χαπιών. Τα δοχεία χωρίζονται εύκολα προσφέροντας ευελιξία κατά τη διάρκεια των μεταφορών.

Ωστόσο, δεν υπάρχουν κλειδαριές ασφαλείας ή λειτουργίες μη εξαρτημένες από εφαρμογή κινητού τηλεφώνου. Με την πάροδο του χρόνου και της συνεχούς χρήσης είναι πιθανό οι μαγνήτες που συνδέουν τα δοχεία μεταξύ τους, να χάσουν την αποδοτικότητά τους^[27].

3. Weekly Travel Pill Case

Τιμή: 81€

Αριθμός διαμερισμάτων: 28

Διαστάσεις: 13 x 5 x 11.4 cm

Πλεονεκτήματα: ελαφρύ, πολλαπλά διαμερίσματα, συμπεριλαμβάνει θήκη ταξιδιού

Μειονεκτήματα: μπορεί να είναι πολύ μικρό για μεγαλύτερα χάπια, ακριβό

Κύριο χαρακτηριστικό: ο καλύτερος οργανωτής χαπιών για ταξίδι



Εικόνα 2.3: Weekly Travel Pill Case

Η μεταφορά φαρμάκων κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων μπορεί να αποτελέσει πρόκληση. Αυτός ο οργανωτής χαπιών μικρού μεγέθους μπορεί να βοηθήσει να καταστεί η μεταφορά φαρμάκων κατά τη μετακίνηση λίγο πιο εύκολη, χωρώντας μία φαρμακευτική αγωγή 7 ημερών σε μία μικρή δερμάτινη θήκη.

Υπάρχουν μεμονωμένες θήκες για κάθε ημέρα της εβδομάδας και κάθε θήκη είναι χωρισμένη σε τέσσερα μικρότερα διαμερίσματα για το πρωί, το μεσημέρι, το απόγευμα και το βράδυ. Τα καπάκια κάθε θήκης σύρονται πάνω και κάτω για ευκολότερη λήψη και αναπλήρωση^[28].

4. Aluminum Alloy Keychain Pill Container

Τιμή: 8€

Αριθμός διαμερισμάτων: 1

Διαστάσεις: 2.2 x 2.2 x 8.5 cm

Πλεονεκτήματα: οικονομικό, στιβαρής κατασκευής, αδιάβροχο, ανοίγει και από τις δύο πλευρές, προσφέρει ευελιξία

Μειονεκτήματα: δεν μπορεί να διαχωρίσει φάρμακα, περιορισμένος αριθμός χαπιών

Κύριο χαρακτηριστικό: η καλύτερη θήκη χαπιών στην κατηγορία των θηκών-μπρελόκ



Εικόνα 2.4: Aluminum Alloy Keychain Pill Case

Πρόκειται για θήκη χαπιών η οποία μπορεί να συνοδευτεί με τα κλειδιά, σαν μπρελόκ. Αυτά τα μικρά δοχεία είναι κατασκευασμένα από αλουμίνιο και διαθέτουν ελαστική τσιμούχα για την αποτροπή εισροής νερού. Ανοίγουν στρίβοντας είτε το πάνω είτε το κάτω καπάκι. Διατίθεται σε συσκευασία δύο ή τριών τεμαχίων και είναι ιδανικό για τη μεταφορά φαρμάκων κατά τη διάρκεια των μετακινήσεων.

Προσφέρουν βολική χρήση και μεγάλη ευελιξία, ωστόσο δεν υπάρχει δυνατότητα πλήρωσης μεγάλου αριθμού χαπιών και δυνατότητας διαχωρισμού. Επιπλέον, τα καπάκια μπορεί να αποτελέσουν πρόκληση στο άνοιγμα για κάποιον με μυοσκελετικές παθήσεις^[29].

5. Dose Push Button Pill Planner

Τιμή: 19.99€

Αριθμός διαμερισμάτων: 14

Διαστάσεις: 22.23 x 11.43 x 2.54 cm

Πλεονεκτήματα: εύκολο στο άνοιγμα

Μειονεκτήματα: δεν είναι κατάλληλο για ταξίδια

Κύριο χαρακτηριστικό: οργανωτής χαπιών με το πιο εύκολο άνοιγμα στην κατηγορία του



Εικόνα 2.5: Dose Push Button Pill Planner

Αυτός ο εβδομαδιαίος οργανωτής χαπιών έχει κερδίσει το «Βραβείο Χρηστικότητας» του Ιδρύματος Αρθρίτιδας ως προϊόν που διευκολύνει την καθημερινότητα ανθρώπων με αρθρίτιδα.

Ξεχωρίζει για την ασφάλεια και την αποθήκευση αρκετών χαπιών, καθώς παρέχει δοχεία με μεγάλες διαστάσεις. Ο μηχανισμός με το πλήκτρο επιτρέπει στους χρήστες να ανοίγουν τα δοχεία χωρίς να χρειάζεται να καταβάλλουν ιδιαίτερη προσπάθεια.

Ενδεχομένως τα πλήκτρα-καπάκια να χάνουν τη λειτουργικότητά τους με την πάροδο του χρόνου ή την καθημερινή χρήση. Επίσης, ίσως να μην αποτελεί την καλύτερη δυνατή λύση για μεταφορά μέσα σε τσάντα ή αποσκευή λόγω της ύπαρξης των πλήκτρων^[30].

6. TimeCap Pill and Medicine Bottle

Τιμή: 40.41 €

Αριθμός διαμερισμάτων: 1

Διαστάσεις: 4.45 x 4.45 x 8.9 cm

Πλεονεκτήματα: μικρό, διαθέτει έξυπνες λειτουργίες, προσφέρει ευελιξία

Μειονεκτήματα: δεν μπορεί να διαχωρίσει φάρμακα, περιορισμένος αριθμός χαπιών

Κύριο χαρακτηριστικό: αποτελεί την καλύτερη λύση για μία και μόνο φαρμακευτική αγωγή



Εικόνα 2.6: TimeCap Pill and Medicine Bottle

Πρόκειται για ένα μπουκάλι χαπιών με ενσωματωμένο χρονοδιακόπτη στο καπάκι του. Ρυθμίζοντας τον χρονοδιακόπτη που βρίσκεται στο καπάκι, μπορεί κανείς να οργανώσει τις καθημερινές του υπενθυμίσεις για τη λήψη μίας φαρμακευτικής αγωγής. Το καπάκι είναι αποσπώμενο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε άλλα μπουκάλια που υποστηρίζουν το βίδωμά του. Η οθόνη του καπακιού δείχνει αυτόματα την ώρα και την ημερομηνία ανοίχθηκε τελευταία φορά, για να σας υπενθυμίσει πότε πήρατε τελευταία το φάρμακό σας. Διαθέτει λειτουργία ενημέρωσης σε περίπτωση χαμένης δόσης αναβοσβήνοντας την οθόνη.

Υπάρχει η δυνατότητα να προγραμματιστούν από μία έως εικοσιτέσσερις καθημερινές ειδοποιήσεις. Ωστόσο, οι ειδοποιήσεις μπορούν να ρυθμιστούν μόνο ανά ώρα. Επίσης, το μέγεθος και ο γεωμετρία της συσκευής είναι τέτοια που δεν επιτρέπουν αποθήκευση ικανοποιητικού αριθμού χαπιών καθώς και ταυτόχρονη αποθήκευση δύο ή περισσότερων φαρμακευτικών αγωγών^[31].

7. E-Pill Voice

Τιμή: 220.5€

Αριθμός διαμερισμάτων: 28

Διαστάσεις: 25.5 x 25.5 x 7.65 cm

Πλεονεκτήματα: μεγάλη χωρητικότητα, περιλαμβάνει κλείδωμα, καθημερινές υπενθυμίσεις και φωτεινή σηματοδότηση

Μειονεκτήματα: ακριβό, σχετικά μεγάλο, δεν είναι βολικό για μετακινήσεις

Κύριο χαρακτηριστικό: η καλύτερη θήκη χαπιών για όσους έχουν προβλήματα μνήμης



Εικόνα 2.7: E-Pill Voice

Αυτός ο διανεμητής χαπιών έχει κλείδωμα με κλειδί, προστατεύοντας τα φάρμακα από το να παραλαμβάνονται πριν από τον προκαθορισμένο χρόνο. Με έως και έξι ημερήσιες και επαναλαμβανόμενες ειδοποιήσεις, οι χρήστες ειδοποιούνται μέσω φιλικής φωνής και φωτιστικών σημάτων για τη λήψη των φαρμάκων τους.

Όταν τα χάπια είναι έτοιμα για λήψη, η συσκευή σηματοδοτεί πού πρέπει να πιάσει ο χρήστης για να λάβει την αγωγή του. Καθώς μπορεί να αποθηκεύσει και να οργανώσει έως και 28 ημέρες από φάρμακα, δεν απαιτεί συνεχή παρακολούθηση από τον χρήστη ή κάποιον πάροχο φροντίδας.

Ωστόσο, πρέπει να σημειωθεί πως η συγκεκριμένη συσκευή έχει υψηλό κόστος και απαιτεί μηνιαία συνδρομή αναλόγως την έκδοση και τις λειτουργίες της συσκευής^[31].

8. MedMinder

Τιμή: 75\$/Μήνα (ελάχιστη συνδρομή 3 χρόνων)

Αριθμός Διαμερισμάτων: 28

Διαστάσεις: Άγνωστο

Πλεονεκτήματα: ασφαλής διανομή χαπιών, περιλαμβάνει υπενθυμίσεις, περιλαμβάνει ένδειξη για χαμένες δόσεις, συνδεσιμότητα με έξυπνη εφαρμογή κινητού, προσφέρει ευελιξία

Μειονεκτήματα: ακριβό

Κύριο Χαρακτηριστικό: αποτελεί μία καλή λύση συνδυάζοντας έξυπνη συσκευή χαπιών και έξυπνης εφαρμογής κινητού



Εικόνα 2.8: MedMinder

Πρόκειται για μία έξυπνη θήκη χαπιών η οποία οργανώνει τέσσερις ημερήσιες δόσεις φαρμάκων για έναν πλήρη μήνα (28 ημέρες). Περιλαμβάνει υπενθυμίσεις και οπτικοακουστικές ειδοποιήσεις. Υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου των λειτουργιών της μέσω διασύνδεσης με την ομώνυμη έξυπνη εφαρμογή κινητού που διατίθεται για λογισμικά Android και iOS.

Το MedMinder διαθέτει ορισμένες λειτουργίες που το καθιστούν ιδανικό για ανεξάρτητους χρήστες και παρόχους φροντίδας που βοηθούν άλλους να οργανώνουν τις φαρμακευτικές τους αγωγές. Ενδεικτικά, οι πάροχοι φροντίδας μπορούν να λαμβάνουν ειδοποιήσεις μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου ή τηλεφωνικά σε περίπτωση που ο χρήστης χάσει κάποια φαρμακευτική δόση. Επίσης, διατίθενται εβδομαδιαίες αναφορές σχετικά με τη φαρμακευτική συμμόρφωση των χρηστών.

Τα μεμονωμένα διαμερίσματα των χαπιών μπορούν να παραμένουν κλειδωμένα μέχρι τη λήψη της αγωγής. Αυτό εξυπηρετεί στην αποτροπή λήψης λανθασμένης φαρμακευτικής αγωγής ή δόσης.

Η έξυπνη εφαρμογή MedMinder διαθέτει το δικό της κέντρο κλήσης έκτακτης ανάγκης. Σε περίπτωση άμεσης ιατρικής βοήθειας, μπορεί ο χρήστης να επικοινωνήσει με το αρμόδιο προσωπικό πατώντας ένα κουμπί σε ένα ειδικό κολιέ ή ρολόι.

Η χρέωση του MedMinder Pill Dispenser είναι μηνιαία και ανέρχεται σε 75 δολάρια με δέσμευση για 3 χρόνια. Το κόστος των φαρμάκων το επιβαρύνεται ο πελάτης.

Πρόκειται για έναν συνδυασμό έξυπνης συσκευής χαπιών και κινητής εφαρμογής, ο οποίος προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πακέτο προώθησης και βελτίωσης της φαρμακευτικής

συμμόρφωσης. Ωστόσο, το κόστος συνδρομής του προγράμματος είναι αρκετά υψηλό και απευθύνεται μόνο σε πολίτες των Η.Π.Α^[32].

9. Hero Automatic Medication Dispenser

Τιμή: 45\$/Μήνα (συνδρομή τουλάχιστον για 12 μήνες + 100€ εγγραφής χρήστη)

Αριθμός διαμερισμάτων: διαχειρίζεται έως 10 διαφορετικές φαρμακευτικές αγωγές

Διαστάσεις: 22.9 x 22.9 x 38.1 cm και βάρος 5kg

Πλεονεκτήματα: χειρίζεται πολύπλοκα προγράμματα φαρμακευτικής αγωγής, παρέχει κλείδωμα, πλήρως αυτοματοποιημένο πρόγραμμα με υποστήριξη έξυπνης κινητής εφαρμογής

Μειονεκτήματα: ακριβό, απαιτεί εγγραφή και συνδρομή, δεν προσφέρει ευελιξία καθώς δεν είναι εύκολη η μεταφορά του

Κύριο χαρακτηριστικό: έχει λάβει βραβείο ως ο καλύτερος αυτόματος διανομέας φαρμακευτικών αγωγών στην κατηγορία του



Εικόνα 2.9: Hero Automatic Medication Dispenser

Αυτός ο διανομέας χαπιών περιλαμβάνει υπενθυμίσεις και οπτικοακουστικές ειδοποιήσεις για τη λήψη των φαρμακευτικών αγωγών. Μαζί με τον διανομέα φαρμάκων περιλαμβάνεται έξυπνη εφαρμογή κινητού, σε περιβάλλον Android και iOS, η οποία υποστηρίζει και ελέγχει τις λειτουργίες της συσκευής. Υπάρχει επίσης η δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης στη συνέπεια της λήψης των φαρμάκων από αρμόδιο πάροχο υγείας.

Ο διανομέας μπορεί να αποθηκεύσει και να οργανώσει έως και 90 ημέρες φαρμακευτικών αγωγών. Υπάρχει επίσης η επιλογή για πρόσθετες υπηρεσίες συνδρομής, όπως αυτοματοποιημένες ανανεώσεις συνταγών.

Το παραπάνω προϊόν απευθύνεται κυρίως σε δομές υγείας οι οποίες οργανώνουν και παρέχουν φαρμακευτικές αγωγές για μεγάλο πλήθος ασθενών. Δεν ενδείκνυται για προσωπική χρήση καθώς ο όγκος της συσκευής και το κόστος συνδρομής είναι απαγορευτικά για κάποιον που επιθυμεί να βελτιώσει τη φαρμακευτική του συμμόρφωση χωρίς να θυσιάσει μεγάλα ποσά χρημάτων και ευελιξία^[33].

10. MedaCube

Τιμή: 1600\$

Αριθμός διαμερισμάτων: διαχειρίζεται έως 16 φαρμακευτικές αγωγές

Διαστάσεις: 24.77 x 24.77 x 26.67 cm

Πλεονεκτήματα: πλήρως αυτοματοποιημένο με υποστήριξη έξυπνης κινητής εφαρμογής

Μειονεκτήματα: μεγάλο, ακριβό, δεν προσφέρει ευελιξία

Κύριο χαρακτηριστικό: ολοκληρωμένο πρόγραμμα οργάνωσης φαρμακευτικών αγωγών και λειτουργίες για ορθή τήρηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης



Εικόνα 2.10: MedaCube

Το MedaCube είναι η απόλυτη συσκευή για την οργάνωση, διανομή και παρακολούθηση φαρμακευτικών αγωγών. Είναι εξοπλισμένη με οθόνη αφής για εύκολο προγραμματισμό, και ενδείκνυται για χρήστες με μυοσκελετικές παθήσεις. Προσφέρει

ακουστικές και οπτικές υπενθυμίσεις (μαζί με την επιλογή υπενθυμίσεων μέσω τηλεφώνου), ώστε να γίνεται αντιληπτή η ειδοποίηση για τη λήψη της φαρμακευτικής αγωγής.

Πέραν της συσκευής, διατίθεται έξυπνη εφαρμογή κινητού, σε περιβάλλον Android και iOS, η οποία υποστηρίζει και ελέγχει τις λειτουργίες της συσκευής.

Ταυτόχρονα, δίνεται η δυνατότητα σε παρόχους φροντίδας να καταγράψουν προσωπικές φωνητικές υποδείξεις για τη διευκόλυνση των χρηστών, παρέχοντας πληροφορίες και οδηγίες ανάλογα με τις ανάγκες του καθενός. Επίσης, οι πάροχοι φροντίδας μπορούν να λαμβάνουν ειδοποιήσεις για χαμένες δόσεις φαρμάκων ή όταν ο αριθμός των φαρμάκων που περιέχονται στη συσκευή φτάσει κάτω από συγκεκριμένο όριο. Ακόμη, δίνεται η δυνατότητα στους χρήστες να αναζητήσουν ανά πάσα στιγμή διαγράμματα και πληροφορίες αναφορικά με τη φαρμακευτική αγωγή που λαμβάνουν καθώς και την ενδεικνυόμενη δοσολογία.




Σε περίπτωση παραβίασης ή πτώσης της συσκευής, ο θάλαμος των φαρμάκων κλειδώνει, αποτρέποντας οποιαδήποτε αλλοίωση του περιεχομένου, ενώ ταυτόχρονα αποστέλλεται ειδοποίηση στον αρμόδιο πάροχο φροντίδας για να επιληφθεί της κατάστασης,

Η συγκεκριμένη συσκευή υποστηρίζει ένα πλήρως αυτοματοποιημένο πρόγραμμα αποθήκευσης και διανομής φαρμάκων προσφέροντας παράλληλα εξειδικευμένες και χρήσιμες λειτουργίες. Απευθύνεται τόσο σε μεμονωμένους χρήστες όσο και σε δομές υγείας. Ωστόσο, εάν και το κόστος της συσκευής είναι μεγάλο, προσφέρει υψηλή αξιοπιστία και προάγει την ορθή φαρμακευτική συμμόρφωση^[34].

2.4.2 Κύρια χαρακτηριστικά και λειτουργίες συσκευών και θηκών εμπορίου

Οι συσκευές χαπιών αποτελούν μια εξαιρετικά βοηθητική λύση για τη διαχείριση των φαρμάκων, αφού διευκολύνουν τους χρήστες στην οργάνωση των φαρμακευτικών τους αγωγών και στη λήψη αυτών με ασφάλεια και συνέπεια. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται συγκεντρωτικά οι βασικές λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά των δέκα συσκευών χαπιών του εμπορίου που αναλύθηκαν στην προηγούμενη υποενότητα. Αυτός ο πίνακας συντάχθηκε προκειμένου να αναδείξει τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα, καθώς και τα μειονεκτήματα κάθε συσκευής. Στόχος είναι να εστιάσουμε στα χαρακτηριστικά εκείνα που κάνουν μία συσκευή χαπιών προσιτή στους χρήστες και να αναγνωρίσουμε τους τομείς στους οποίους υστερούν.

	Τιμή	Διαμερίσματα	Μέγεθος	Εύκολο Άνοιγμα	Ειδοποιήσεις	Ευελιξία	Μέγεθος χαπιών	Ανθεκτικότητα	Κλειδωμα	Κινητή Εφαρμογή	Έξυπνη
	7€	21	Μεσαίο	Όχι	Όχι	Σχετική	Μεγάλα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	105€	14	Μεσαίο	Ναι	Όχι	Σχετική	Μεγάλα	Όχι	Όχι	Ναι	Όχι
	81€	28	Μεγάλο	Ναι	Όχι	Σχετική	Μεσαία	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
	8€	1	Μικρό	Όχι	Όχι	Ναι	Μικρά	Ναι	Όχι	Όχι	Όχι
	19.99€	14	Μεσαίο	Ναι	Όχι	Σχετική	Μεγάλα	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	40.41€	1	Μικρό	Όχι	Ναι	Ναι	Μικρά	Ναι	Όχι	Όχι	Ναι
	220.5€	28	Μεγάλο	Ναι	Ναι	Όχι	Μεγάλα	Ναι	Ναι	Όχι	Ναι

	75\$/Μήνα (3 χρόνια)	28	⋮	Ναι	Ναι	Σχετική	Μεσαία	Ναι	Όχι	Ναι	Ναι
	45\$/Μήνα (12 μήνες)	10	Πολύ Μεγάλο	Ναι	Ναι	Όχι	Μεγάλα	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι
	1600\$	16	Πολύ Μεγάλο	Ναι	Ναι	Όχι	Μεγάλα	Ναι	Ναι	Ναι	Ναι

Πίνακας 2: Κύρια χαρακτηριστικά και λειτουργίες συσκευών και θηκών εμπορίου

2.4.3 Συγκριτική μελέτη και λειτουργικότητα

Τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες των συσκευών και θηκών χαπιών που εξετάστηκαν παραπάνω παίζουν σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και στη διευκόλυνση της διαχείρισης των φαρμάκων. Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου και τον Πίνακα 2, βρίσκομαι σε θέση να εξάγω κάποια συμπεράσματα σχετικά με τα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες που πρέπει να ικανοποιεί μία συσκευή ή θήκη χαπιών, προκειμένου να εξυπηρετεί τους χρήστες και τους παρόχους υγείας και ταυτόχρονα να βελτιώνει τη φαρμακευτική συμμόρφωση και να προάγει τη σημασία της. Προς διευκόλυνση, παρακάτω αναλύονται και περιγράφονται τα χαρακτηριστικά και οι λειτουργίες που πρέπει να διαθέτει μία συσκευή ή θήκη χαπιών:

Κύρια Χαρακτηριστικά

1. Αριθμός διαμερισμάτων

Το πρώτο κρίσιμο χαρακτηριστικό είναι ο αριθμός των διαμερισμάτων που προσφέρει η κάθε συσκευή. Η πληθώρα των διαμερισμάτων επιτρέπει στον χρήστη να οργανώνει και να διαχωρίζει τα φάρμακά του ανά ημέρα, ώρα ή ανάλογα με τη δοσολογία. Ένας μεγάλος αριθμός διαμερισμάτων είναι ιδιαίτερα χρήσιμος για εκείνους που πρέπει να πάρουν πολλά φάρμακα καθημερινά, καθώς βοηθά στην αποφυγή σύγχυσης και λανθασμένης λήψης.

2. Μέγεθος

Το μέγεθος των συσκευών και θηκών χαπιών παίζει σημαντικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και στη διαχείριση της φαρμακευτικής αγωγής ενός ατόμου. Το μέγεθος της θήκης πρέπει να είναι κατάλληλο για την αποθήκευση και οργάνωση των χαπιών, λαμβάνοντας υπόψη το μέγεθος και τον αριθμό των χαπιών που καθημερινά πρέπει να λαμβάνει ο χρήστης. Μεγάλα χάπια ή κάψουλες απαιτούν μεγαλύτερες θήκες για να εξασφαλίσουν την εύκολη και ασφαλή αποθήκευσή τους. Αντίστοιχα, μικρά χάπια ή δισκία μπορούν να εξυπηρετηθούν και από μικρότερες θήκες.

3. Ευελιξία

Η ευελιξία και η ευκολία μεταφοράς αποτελούν κρίσιμους παράγοντες στον σχεδιασμό και τη λειτουργία των συσκευών θηκών χαπιών. Αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάζουν σημαντικά την ευκολία και την αποτελεσματικότητα της διαχείρισης της φαρμακευτικής αγωγής από τον χρήστη.

Η ευελιξία στις συσκευές και θήκες χαπιών αναφέρεται στη δυνατότητα προσαρμογής και οργάνωσης των διαμερισμάτων με βάση τις ατομικές ανάγκες του χρήστη. Ορισμένες συσκευές ή θήκες προσφέρουν αποσπώμενα και προσαρμόσιμα διαμερίσματα, που επιτρέπουν την ταξινόμηση των χαπιών ανάλογα με την ώρα ή την ημέρα που πρέπει να ληφθούν.

Η ευκολία μεταφοράς και μετακίνησης αναφέρεται στην δυνατότητα μεταφοράς συσκευών ή θηκών χαπιών κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων με ασφάλεια και άνεση. Καθώς πολλά άτομα ταξιδεύουν, οι μεταφερόμενες θήκες χαπιών εξυπηρετούν τις ανάγκες τους είτε βρίσκονται στο σπίτι, στο γραφείο ή σε εξωτερικούς χώρους. Επιπλέον, η ευκολία μεταφοράς ενισχύεται από τη συμπαγή και ελαφριά κατασκευή ορισμένων συσκευών που διευκολύνουν την αποθήκευση και μεταφορά των φαρμάκων με ασφάλεια και άνεση.

4. Εύκολο άνοιγμα

Η ευκολία ανοίγματος των συσκευών και θηκών χαπιών αποτελεί ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό που επηρεάζει άμεσα την λειτουργικότητα και την αποδοτικότητα της φαρμακευτικής αγωγής. Πολλοί άνθρωποι, ιδιαίτερα οι ηλικιωμένοι ή όσοι πάσχουν από προβλήματα κινητικότητας και μυοσκελετικές παθήσεις, μπορεί να αντιμετωπίζουν δυσκολίες στο να ανοίγουν τις συσκευές και να αφαιρούν τα χάπια τους.

Ένα εύκολο άνοιγμα εξασφαλίζει ότι οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση στα φάρμακά τους χωρίς περιττές προσπάθειες ή άγχος. Συσκευές που διαθέτουν μηχανισμούς εύκολου ανοίγματος, όπως μαγνητικά κλεισίματα, πλαστικά καπάκια που συρρικνώνονται ή κουμπώνουν εύκολα, ή διάφορους μηχανισμούς εξαγωγής, καθιστούν τη διαδικασία της λήψης των χαπιών πιο απλή και αβίαστη. Επιπλέον, η ευκολία ανοίγματος μειώνει τον

κίνδυνο λανθασμένης χρήσης ή ανασφάλειας στην αποθήκευση των φαρμάκων. Επιπλέον, για τους χρήστες που λαμβάνουν πολλά φάρμακα καθημερινά, η ευκολία ανοίγματος συσκευών με πολλαπλά διαμερίσματα είναι ζωτικής σημασίας.

5. Ανθεκτικότητα

Η ανθεκτικότητα είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την επιλογή μιας συσκευής ή θήκης χαπιών. Οι χρήστες επιθυμούν μια συσκευή που να είναι ανθεκτική και να αντέχει στην καθημερινή χρήση, χωρίς να υπόκειται σε φθορές ή δυσλειτουργίες.

Η ανθεκτική κατασκευή εξασφαλίζει ότι η συσκευή θα διατηρήσει τη λειτουργικότητά της και θα προστατεύει αποτελεσματικά τα φάρμακα που περιέχει. Οι ανθεκτικές θήκες χαπιών κατασκευάζονται συνήθως από ποιοτικά υλικά, όπως ανθεκτικό πλαστικό ή μεταλλικές κράματα. Με αυτόν τον τρόπο καθίσταται εφικτή η προστασία της θήκης ή συσκευής και των φαρμάκων από χτυπήματα, υγρασία ή άλλες επιβλαβείς συνθήκες.

Επιπλέον, η ανθεκτικότητα παίζει σημαντικό ρόλο για χρήστες που ταξιδεύουν συχνά ή πραγματοποιούν δραστηριότητες εκτός του σπιτιού. Μια ανθεκτική θήκη χαπιών μπορεί να αντέξει στις αντίξοες συνθήκες του ταξιδιού και να προστατεύει τα φάρμακα από ζημιές κατά τη διάρκεια μετακινήσεων.

Τέλος, η ανθεκτικότητα εξασφαλίζει μακροχρόνια αξιοπιστία και απόδοση της συσκευής, μειώνοντας την ανάγκη για συχνή αντικατάσταση. Αυτό είναι σημαντικό, ειδικά για τους χρήστες που χρησιμοποιούν τη συσκευή καθημερινά ή για μακροχρόνιες θεραπείες.

Κύριες λειτουργίες

1. Ειδοποιήσεις-Υπενθυμίσεις

Οι ειδοποιήσεις-υπενθυμίσεις είναι η σημαντικότερη λειτουργία που περιλαμβάνουν οι έξυπνες θήκες χαπιών και συσκευές διαχείρισης φαρμάκων. Αυτές οι λειτουργίες συμβάλλουν σημαντικά στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και στην ακρίβεια της λήψης των φαρμάκων.

Οι ειδοποιήσεις και υπενθυμίσεις λειτουργούν μέσω ενσωματωμένων ρολογιών (άμεσα) ή κινητών εφαρμογών (έμμεσα) που συνδέονται με τη συσκευή. Οι χρήστες μπορούν να προγραμματίσουν ειδοποιήσεις για να λαμβάνουν υπενθυμίσεις κάθε φορά που πρέπει να λάβουν τη φαρμακευτική τους αγωγή. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για ασθενείς που λαμβάνουν πολλές και διαφορετικές δόσεις φαρμάκων κατά τη διάρκεια της ημέρα.

Οι ειδοποιήσεις μπορούν να πραγματοποιούνται μέσω ηχητικών σημάτων, φωτισμού, ή ακόμα και μέσω μηνυμάτων στο κινητό τηλέφωνο. Αυτό εξασφαλίζει ότι οι χρήστες δεν

ξεχνούν να πάρουν τα φάρμακά τους και δεν χάνουν κάποια δόση. Μάλιστα, μερικές συσκευές επιτρέπουν στους παρόχους υγείας να λαμβάνουν και αυτοί ειδοποιήσεις σε περίπτωση που ο ασθενής δεν πάρει τη δόση του φαρμάκου την κατάλληλη στιγμή.

Η υπενθύμιση μέσω ειδοποιήσεων είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για άτομα που αντιμετωπίζουν προβλήματα μνήμης, λαμβάνουν πολλαπλές θεραπείες ή ακολουθούν πολύπλοκα προγράμματα λήψης φαρμάκων. Επιπλέον, η δυνατότητα προσαρμογής των υπενθυμίσεων προσφέρει ευελιξία, καθιστώντας την διαχείριση της φαρμακευτικής θεραπείας πιο προσαρμόσιμη στις ατομικές ανάγκες του κάθε χρήστη.

2. Κλείδωμα

Το κλείδωμα συσκευής ή κλείδωμα φαρμάκων είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό που παρέχουν ορισμένες έξυπνες θήκες χαπιών και συσκευές διαχείρισης φαρμάκων. Αυτό το χαρακτηριστικό βοηθά στη διατήρηση της ασφάλειας και την αποτροπή πρόσβασης στα φάρμακα από αναρμόδια άτομα.

Η λειτουργία του κλειδώματος συσκευής συνήθως είναι μέσω κλειδιού, κωδικού ή προγραμματίζεται από κάποια εφαρμογή κινητού. Αυτό σημαίνει ότι οι χρήστες πρέπει να έχουν στην κατοχή τους το αντίστοιχο κλειδί, ή να εισάγουν τον σωστό κωδικό πρόσβασης ή να διαχειρίζονται την εφαρμογή κινητού για να ξεκλειδώσουν τη συσκευή και να αποκτήσουν πρόσβαση στα φάρμακά τους. Αυτό εξασφαλίζει ότι μόνο οι εξουσιοδοτημένοι χρήστες έχουν πρόσβαση στα φάρμακα και μειώνει τον κίνδυνο κατάχρησης ή παραβίασης της φαρμακευτικής αγωγής. Στην περίπτωση των ασθενών που χρησιμοποιούν συσκευές χαπιών με κλείδωμα, σημαίνει ότι κάθε δόση φαρμάκου κλειδώνεται μέσα στη θήκη και είναι προσπελάσιμη μόνο κατά τη σωστή χρονική στιγμή. Αυτό εξασφαλίζει ότι οι χρήστες θα πάρουν τη σωστή δόση του φαρμάκου την κατάλληλη ώρα και μειώνει τον κίνδυνο λάθους ή λήψης υπερβολικής δόσης.

3. Υποστήριξη από εφαρμογή κινητού

Η υποστήριξη και ο χειρισμός μίας συσκευής χαπιών μέσω εφαρμογής κινητού δεν αποτελούν αναγκαίες λειτουργίες, ωστόσο η ύπαρξή τους μπορεί να διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία λήψης μίας φαρμακευτικής αγωγής αλλά και στην παρακολούθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Στόχος είναι, μέσω μιας ειδικής εφαρμογής στο κινητό τους τηλέφωνο, οι χρήστες να έχουν τη δυνατότητα να διαχειρίζονται εύκολα και αποτελεσματικά την φαρμακευτική τους αγωγή.

Οι εφαρμογές κινητού παρέχουν διάφορες λειτουργίες και δυνατότητες για τη διαχείριση των φαρμάκων. Οι χρήστες μπορούν να ρυθμίζουν τακτικά χρονοδιαγράμματα για τη λήψη των φαρμάκων τους και να λαμβάνουν υπενθυμίσεις και ειδοποιήσεις όταν

πλησιάζει η ώρα για την επόμενη δόση. Επιπλέον, οι εφαρμογές μπορούν να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τα φάρμακα, όπως οδηγίες λήψης, πιθανές αλληλεπιδράσεις ή παρενέργειες.

Η υποστήριξη μέσω εφαρμογής κινητού επίσης επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση και υποστήριξη από άλλα άτομα, όπως οικογενειακά πρόσωπα, φροντιστές ή άλλους παρόχους υγείας. Οι πληροφορίες για τη λήψη των φαρμάκων και τη συμμόρφωση μπορούν να μοιράζονται με άλλους, προσφέροντας έτσι επιπλέον ασφάλεια και υποστήριξη στους χρήστες.

Συνολικά, η υποστήριξη και ο χειρισμός μέσω εφαρμογής κινητού βελτιώνουν την ευκολία και την αποτελεσματικότητα στη διαχείριση της φαρμακευτικής αγωγής και κατ' επέκταση την ασφάλεια και την συμμόρφωση αναφορικά με τη θεραπευτική αγωγή.

4. Έξυπνη συσκευή

Οι έξυπνες συσκευές αναφέρονται σε συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο ή έχουν ενσωματωμένη τεχνολογία που τους επιτρέπει να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν δεδομένα με άλλες συσκευές ή τον χρήστη. Αυτές οι συσκευές διαθέτουν προηγμένες λειτουργίες και είναι συχνά εξοπλισμένες με αισθητήρες, επεξεργαστές και δυνατότητες σύνδεσης, επιτρέποντάς τους να συλλέγουν και να αναλύουν δεδομένα για να προσφέρουν έξυπνες και αυτοματοποιημένες λειτουργίες.

Η σημασία των έξυπνων συσκευών είναι πολύ μεγάλη καθώς αλλάζουν τον τρόπο που λειτουργούν και αλληλεπιδρούν οι άνθρωποι με την τεχνολογία και το περιβάλλον τους. Αυτές οι συσκευές μπορούν να βελτιώσουν την άνεση, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα της καθημερινής ζωής.

Στον τομέα της υγείας, οι έξυπνες συσκευές παρέχουν εξελιγμένες λειτουργίες διαχείρισης φαρμάκων, όπως υπενθυμίσεις και ειδοποιήσεις, κλείδωμα φαρμάκων, καθώς και παρακολούθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Αυτό μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματική διαχείριση και λήψη φαρμάκων, ιδιαίτερα για άτομα με χρόνιες ασθένειες ή πολλαπλές θεραπείες.

Συνολικά, οι έξυπνες συσκευές αντιπροσωπεύουν μια σημαντική εξέλιξη στην τεχνολογία και τον τρόπο ζωής μας. Με την ικανότητά τους να συνδέονται και να αλληλεπιδρούν, μας παρέχουν περισσότερη άνεση, ασφάλεια, και ευκολία στις καθημερινές μας δραστηριότητες και υγειονομική φροντίδα.

Συμπερασματικά, η τεχνολογία μπορεί να παίξει σημαντικό ρόλο στη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και στη βοήθεια των ασθενών με τις φαρμακευτικές τους αγωγές. Μέσω των έξυπνων θηκών χαπιών, η τεχνολογία μπορεί να προσφέρει υπενθυμίσεις

και ειδοποιήσεις στους ασθενείς για την κατάλληλη χρονική στιγμή λήψης της φαρμακευτικής τους αγωγής. Αυτό βοηθά στην πρόληψη παραλείψεων και εξασφαλίζει ότι οι ασθενείς παίρνουν τα φάρμακά τους στις σωστές ώρες. Η δυνατότητα κλειδώματος των θηκών χαπιών παρέχει ασφάλεια, ειδικά για ασθενείς που λαμβάνουν πολλά και διαφορετικά φάρμακα ή για περιβάλλοντα με παιδιά, όπου η αποφυγή λανθασμένης λήψης φαρμάκων είναι κρίσιμη. Επιπλέον, η δυνατότητα χειρισμού των θηκών μέσω κινητής εφαρμογής προσφέρει την άνεση και την ευκολία της απομακρυσμένης διαχείρισης, επιτρέποντας στους ασθενείς να ελέγχουν και να ρυθμίζουν τις υπενθυμίσεις και τις λειτουργίες των θηκών από το κινητό τους τηλέφωνο. Ταυτόχρονα, η ευελιξία και η ευκολία μεταφοράς των συσκευών αυτών είναι απαραίτητες για την καθημερινή ζωή των ασθενών. Τα μικρότερα μεγέθη των θηκών χαπιών και η δυνατότητα διαχωρισμού τους για ευκολία μεταφοράς επιτρέπουν στους ασθενείς να τις έχουν μαζί τους όπου και αν βρίσκονται.

Συνολικά, η τεχνολογία που ενσωματώνεται στις έξυπνες θήκες χαπιών προσφέρει πολλαπλά οφέλη, ενισχύοντας την συμμόρφωση στη φαρμακευτική αγωγή αυξάνοντας την ασφάλεια, και παρέχοντας την άνεση του εύκολου χειρισμού και της διαχείρισης μέσω κινητής εφαρμογής. Αυτή η σύγχρονη προσέγγιση στη φαρμακευτική φροντίδα βοηθά τους ασθενείς να διαχειρίζονται την υγεία τους με μεγαλύτερη αυτονομία και αξιοπιστία.

3. Σχεδίαση και ανάπτυξη θήκης χαπιών

Η σχεδίαση και ανάπτυξη μιας έξυπνης θήκης χαπιών αποτελεί ένα σημαντικό εγχείρημα που απαιτεί διεπιστημονική προσέγγιση και τεχνολογική κατανόηση. Ο στόχος είναι να δημιουργηθεί μια συσκευή που θα βελτιώσει τη φαρμακευτική συμμόρφωση, δηλαδή την τήρηση της φαρμακευτικής θεραπείας από τον ασθενή, και να παρέχει υποστήριξη στον ασθενή για την καλύτερη διαχείριση της φαρμακοθεραπείας του.

Η έξυπνη θήκη χαπιών θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη με έμφαση στην ευκολία χρήσης και την ανθεκτικότητα. Τα βασικά χαρακτηριστικά που θα πρέπει να διαθέτει η θήκη χαπιών περιλαμβάνουν:

1. Επαρκή αριθμό διαμερισμάτων

Η έξυπνη θήκη χαπιών πρέπει να διαθέτει επαρκή αριθμό διαμερισμάτων για να μπορεί να φιλοξενεί τα διάφορα φάρμακα που πρέπει να λαμβάνει ο ασθενής. Έτσι, ο ασθενής θα μπορεί να οργανώνει και να διαχειρίζεται τη φαρμακοθεραπεία του με απλότητα και ευκολία.

2. Βολικό μέγεθος

Η θήκη χαπιών πρέπει να έχει κατάλληλο μέγεθος, ώστε να είναι εύκολη και βολική η μεταφορά της. Ένας λειτουργικός και πρακτικός σχεδιασμός, που ταυτόχρονα δεν είναι υπερβολικά μεγάλος, εξυπηρετεί την ευκολία χρήσης και μεταφοράς.

3. Ευελιξία

Μια καλά σχεδιασμένη έξυπνη θήκη χαπιών πρέπει να είναι ευέλικτη και προσαρμόσιμη στις ανάγκες του ασθενούς. Αυτό σημαίνει ότι οι διαμερισμοί θα πρέπει να είναι αφαιρούμενοι ή προσαρμόσιμοι, έτσι ώστε ο ασθενής να μπορεί να τους ρυθμίζει ανάλογα με το πρόγραμμα της φαρμακοθεραπείας του.

4. Εύκολο άνοιγμα

Ένα από τα σημαντικότερα χαρακτηριστικά είναι η ευκολία ανοίγματος της θήκης. Ο ασθενής πρέπει να μπορεί να ανοίγει και να κλείνει τη θήκη με άνεση, ώστε να έχει γρήγορη και εύκολη πρόσβαση στα φάρμακά του. Επίσης, το χαρακτηριστικό αυτό μπορεί να συνδυάζεται με μηχανισμούς κλειδώματος για ασφάλεια, παρέχοντας προστασία από την πρόσβαση μη εξουσιοδοτημένων ατόμων στη φαρμακευτική αγωγή του ασθενή.

Η σχεδίαση και ανάπτυξη μιας έξυπνης θήκης χαπιών είναι μια αναπτυξιακή πρόκληση που συνδυάζει την τεχνολογία, την ιατρική γνώση και τις ανάγκες του ασθενούς

για καλύτερη φαρμακευτική συμμόρφωση. Με τη σωστή σχεδίαση και υλοποίηση, μπορεί να καταστεί ένα αξιόπιστο εργαλείο για να βοηθήσει τους ασθενείς να έχουν καλύτερο έλεγχο της φαρμακευτικής τους αγωγής και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής τους.

3.1 Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία σχεδίασης και κατασκευής μιας έξυπνης θήκης χαπιών χρησιμοποιώντας υλικά πρωτοτυποποίησης προϋποθέτει μια διεπιστημονική προσέγγιση που συνδυάζει σχεδιασμό, μηχανική, και εφαρμοσμένη τεχνολογία. Ενδιάμεσα από κάθε στάδιο της μεθοδολογίας πραγματοποιήθηκαν έλεγχοι και επεμβάσεις, προκειμένου μέσω συνεχούς ανατροφοδότησης να οριστικοποιηθούν τα χαρακτηριστικά και οι διαστάσεις της θήκης χαπιών. Τα βήματα της μεθοδολογίας που ακολουθήθηκε είναι τα παρακάτω:

1. Συλλογή απαιτήσεων και σχεδιασμός

Η διαδικασία ξεκινά με την συλλογή απαιτήσεων, όπου καθορίζονται οι λειτουργικές και τεχνικές ανάγκες της θήκης. Πραγματοποιείται ανάλυση των διαμερισμάτων που απαιτούνται, του μεγέθους, και της ευκολίας χρήσης. Έπειτα, πραγματοποιείται σχεδιασμός της θήκης σε χαρτί, περιλαμβάνοντας τα χαρακτηριστικά που αναλύθηκαν στην αρχή του κεφαλαίου.

2. Πρωτοτυποποίηση με χαρτόνι

Για τον σχεδιασμό και τον έλεγχο του πρώτου πρωτότυπου, χρησιμοποιούνται απλά υλικά όπως χαρτόνι και οδοντογλυφίδες. Αυτά τα υλικά είναι εύκολα στην επεξεργασία επιτρέποντας τη δοκιμή διάφορων σχεδίων και διαμορφώσεων, πριν το τελικό στάδιο κατασκευής.

3. Χρήση υλικών πρωτοτυποποίησης

Ενδεχομένως, να χρησιμοποιηθούν υλικά, όπως ειδικοί τύποι κόλλας, ανθεκτικά πλαστικά ή μεταλλικοί άξονες, για τη βελτιστοποίηση της λειτουργικότητας και της αντοχής της θήκης στην καθημερινή χρήση. Στην παραπάνω μεθοδολογία, η πρωτοτυποποίηση με χρήση υλικών όπως το χαρτόνι, οι οδοντογλυφίδες, και η κόλλα, επιτρέπει την γρήγορη και οικονομική δημιουργία πρωτοτύπων για να δοκιμαστούν και να βελτιωθούν τα χαρακτηριστικά και ο σχεδιασμός της θήκης, προτού προβούμε στην τελική της κατασκευή με τα οριστικά υλικά.

4. Συναρμολόγηση και βελτιώσεις

Κατά τη διαδικασία της συναρμολόγησης, ελέγχεται η πρακτικότητα της θήκης, η ευκολία ανοίγματος και κλεισίματος των καπακιών, καθώς και η αποτελεσματικότητα

διαχείρισης των φαρμάκων. Στη συνέχεια, η θήκη υποβάλλεται σε βελτιώσεις, αναθεωρώντας τον σχεδιασμό και προσαρμόζοντας τα χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν προβλήματα.

5. Τελική κατασκευή γάρτινου πρωτοτύπου

Μετά την ολοκλήρωση των προτύπων και των βελτιώσεων, ακολουθεί η τελική κατασκευή της χάρτινης θήκης χαπιών. Δοκιμάζονται όλα τα υλικά έως ότου καταστεί βέβαιο ότι όλα τα μέρη είναι εύκολα προσπελάσιμα και λειτουργικά, ενώ μετρώνται οι διαστάσεις των διάφορων τμημάτων που την απαρτίζουν.

6. Σχεδίαση σε λογισμικό

Εφόσον αποσαφηνιστούν όλες οι λεπτομέρειες και οι διαστάσεις της επιθυμητής τελικής μορφής, πραγματοποιείται η σχεδίαση σε κατάλληλο λογισμικό. Στην παρούσα περίπτωση, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό *Autodesk Fusion 360*.

Το *Fusion 360* είναι μια ολοκληρωμένη λύση λογισμικού που αναπτύχθηκε από την *Autodesk* και χρησιμοποιείται κυρίως για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη τεχνικών σχεδίων, μοντελοποίηση 3D, και προσομοίωση μηχανικών συστημάτων. Κάποια χαρακτηριστικά του *Autodesk Fusion 360* περιλαμβάνουν:

- Σχεδιασμός 3D: Δυνατότητα δημιουργίας 3D μοντέλων και σχεδίων, είτε από το μηδέν είτε με απευθείας εισαγωγή αρχείων από άλλα λογισμικά.
- Συστοιχίες και συγκολλήσεις: Επιτρέπει τη δημιουργία συναρμολογήσεων πολλαπλών μοντέλων και τον καθορισμό των συγκολλήσεων ανάμεσά τους.
- Ανάλυση και προσομοίωση: Παρέχει εργαλεία για την ανάλυση και προσομοίωση της συμπεριφοράς των μοντέλων σε διάφορες συνθήκες, όπως στατική και δυναμική ανάλυση, κινηματικές αναλύσεις κ.α.
- Εκτύπωση 3D: Υποστηρίζει την εκτύπωση 3D με αρκετές επιλογές για διάφορα είδη εκτυπωτών.
- Συνεργασία και αποθήκευση στο cloud: Το *Autodesk Fusion 360* επιτρέπει την εύκολη συνεργασία με άλλους χρήστες και την αποθήκευση των σχεδίων στο cloud για εύκολη πρόσβαση και κοινή χρήση.

7. Εκτύπωση θήκης χαπιών

Το τελικό στάδιο του σχεδιασμού και ανάπτυξης της θήκης χαπιών περιλαμβάνει τη χρήση του αρχείου σχεδίασης που δημιουργήθηκε στο λογισμικό *Autodesk Fusion 360* και την εκτύπωση του μοντέλου μέσω ενός 3D εκτυπωτή.

Αρχικά, μετά την ολοκλήρωση του σχεδιασμού και της προσομοίωσης στο *Autodesk Fusion 360*, το αρχείο σχεδίασης πρέπει να εξαχθεί σε μορφή που είναι συμβατή με τον 3D

εκτυπωτή. Η μορφή αυτή συνήθως είναι το STL ή OBJ. Αυτό το αρχείο στέλνεται στον 3D εκτυπωτή που πραγματοποιεί την εκτύπωση.

Στη συνέχεια, ο 3D εκτυπωτής χρησιμοποιεί τις πληροφορίες από το αρχείο STL ή OBJ για να κατασκευάσει το 3D μοντέλο στο φυσικό του σχήμα. Ο εκτυπωτής χρησιμοποιεί το υλικό πρωτοτυποποίησης, όπως πλαστικό ή μεταλλικό νήμα, και στρώση πάνω από στρώση κατασκευάζει το τελικό μοντέλο.

Κατόπιν της εκτύπωσης, το τελικό μοντέλο ελέγχεται για πιθανά σφάλματα ή ατέλειες. Αναλύεται και αξιολογείται για να εξασφαλιστεί η ποιότητα και η λειτουργικότητα του σχεδιασμένου μοντέλου.

Το τελικό αποτέλεσμα είναι μια θήκη χαπιών που έχει κατασκευαστεί με βάση τον σχεδιασμό από το *Autodesk Fusion 360* και είναι έτοιμη να δεχθεί το ηλεκτρονικό κύκλωμα που θα του προσδώσει τις επιθυμητές λειτουργίες, ώστε από απλή θήκη χαπιών να μετατραπεί σε «έξυπνη» θήκη χαπιών. Η μελέτη και ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος αναλύεται στο 4^ο Κεφάλαιο.

3.2 Κατασκευή χάρτινου πρωτοτύπου

Η κατασκευή ενός χάρτινου πρωτοτύπου αποτελεί ένα σημαντικό στάδιο στη διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης της θήκης χαπιών. Το χάρτινο πρωτότυπο λειτουργεί ως φυσική αναπαράσταση του σχεδιασμένου μοντέλου και επιτρέπει τη δοκιμή και βελτίωση έως την κατασκευή του τελικού προϊόντος.

Η κατασκευή του χάρτινου πρωτοτύπου γίνεται με τη χρήση χαρτονιού και άλλων απλών υλικών, όπως κόλλα, ψαλίδι, και ενδεχομένως ξυλάκια οδοντογλυφίδων για απεικόνιση συγκεκριμένων λεπτομερειών. Η διαδικασία περιλαμβάνει τα εξής βήματα:

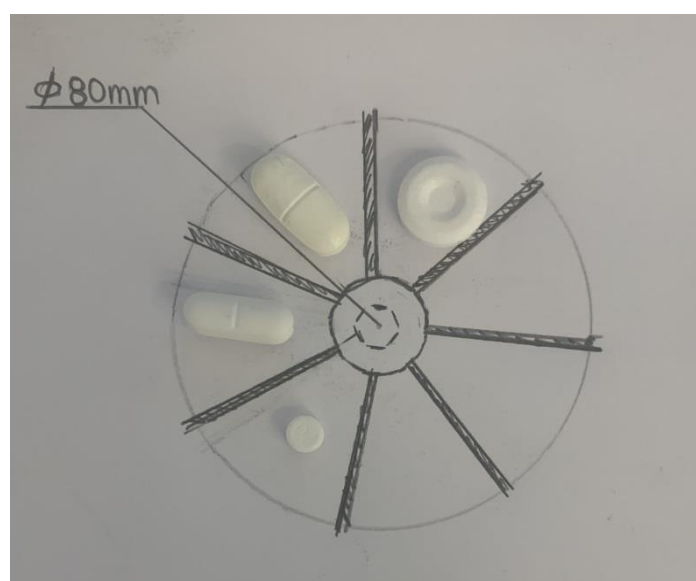
1. Προετοιμασία σχεδίου: Ο σχεδιασμός της θήκης χαπιών μεταφέρεται στο χαρτί, ώστε να αποσαφηνιστούν οι πιθανές διαστάσεις, τα διαμερίσματα και ο διαχωρισμός των τμημάτων που απαρτίζουν τη θήκη. Συγκεκριμένα, λήφθηκαν υπόψη οι κάτωθι παράγοντες που επηρεάζουν τον σχεδιασμό και τη λειτουργικότητα της έξυπνης θήκης χαπιών:

1.1 Διαστάσεις των χαπιών: Η θήκη χαπιών πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να χωράνε άνετα τα χάπια που πρόκειται να φυλάσσονται σε αυτήν. Αυτό σημαίνει πως πρέπει να ληφθούν υπόψη οι διαφορετικοί τύποι και μεγέθη χαπιών που μπορεί να φυλάσσονται στη θήκη^[35].

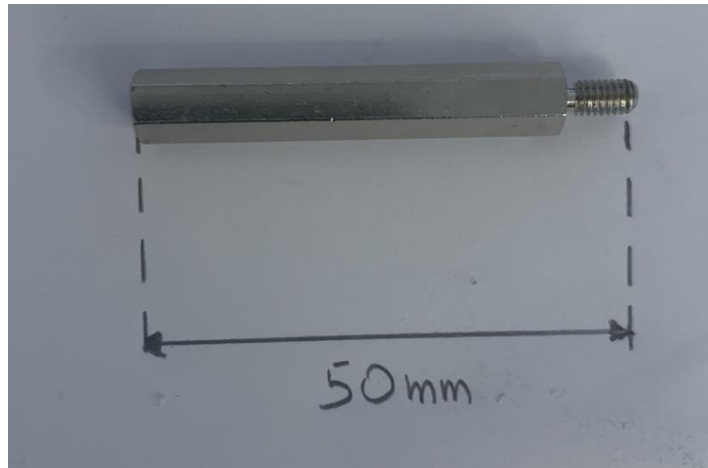
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΧΑΠΙΩΝ		
<p>ΚΑΤΟΨΗ</p>	<p>ΠΡΟΣΟΨΗ</p>	<p>Μήκος: 25mm Πλάτος: 10mm Ύψος: 7mm</p>
<p>ΚΑΤΟΨΗ</p>	<p>ΠΡΟΣΟΨΗ</p>	<p>Μήκος: 20mm Πλάτος: 8mm Ύψος: 6mm</p>
<p>ΚΑΤΟΨΗ</p>	<p>ΠΡΟΣΟΨΗ</p>	<p>Μήκος: 16mm Πλάτος: 16mm Ύψος: 5mm</p>
<p>ΚΑΤΟΨΗ</p>	<p>ΠΡΟΣΟΨΗ</p>	<p>Μήκος: 7mm Πλάτος: 7mm Ύψος: 3mm</p>

Πίνακας 3: Ενδεικτικά μεγέθη χαπιών

1.2 Διαστάσεις της συσκευής: Η θήκη χαπιών πρέπει να είναι συμβατή με το μέγεθος της υποστηρικτικής τεχνολογίας για τη διαχείριση των χαπιών. Οι διαστάσεις της θήκης πρέπει να επιτρέπουν την εύκολη ενσωμάτωση του ηλεκτρονικού κυκλώματος και παράλληλα να επιτρέπουν ευκολία και ευελιξία στις μετακινήσεις. Για το σχεδιασμό λήφθηκαν υπόψη: οι ενδεικτικές διαστάσεις των χαπιών, ο πιθανός αριθμός διαμερισμάτων, ο μεταλλικός άξονας και η δυνατότητα εύκολης μεταφοράς της συσκευής (διαστάσεις χειρός-παλάμης).



Εικόνα 11: Κάτοψη θήκης χαπιών



Εικόνα 12: Μεταλλικός άξονας

1.3 Λειτουργικότητα: Πρέπει να ληφθεί υπόψη η άνεση και η ευκολία πρόσβασης του χρήστη στα χάπια και στη διαχείριση της τελικής συσκευής. Ο σχεδιασμός πρέπει να εξασφαλίζει πρακτικότητα και απλότητα στη χρήση, ενθαρρύνοντας έτσι την καλύτερη συμμόρφωση του ασθενούς στη φαρμακευτική του αγωγή.

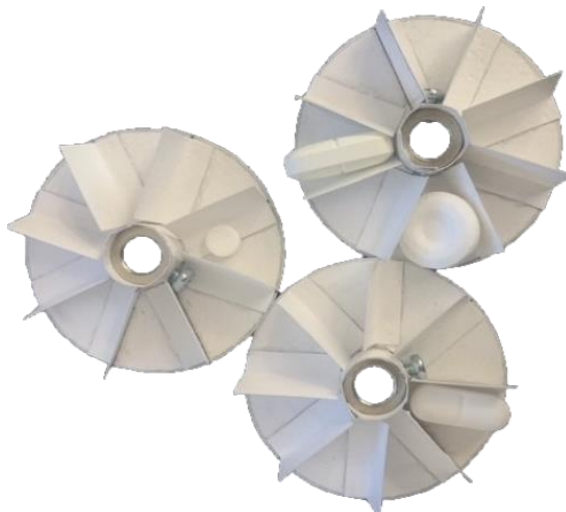
1.4 Υλικά πρωτοτυποποίησης: Κατά τον σχεδιασμό στο χαρτί, λαμβάνονται υπόψη τα υλικά πρωτοτυποποίησης που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή της θήκης. Στην περίπτωσή μας, συγκαταλέγονται το χαρτόνι, οι οδοντογλυφίδες, η κόλλα, ο μεταλλικός άξονας και άλλα υλικά που μπορούν να εξασφαλίσουν την απαραίτητη λειτουργικότητα και αντοχή της θήκης.



Εικόνα 13: Υλικά πρωτοτυποποίησης

2. Χρήση τμημάτων σχεδίου: Μετά τον σχεδιασμό των τμημάτων σε χαρτί, ακολουθεί η απομόνωσή και διαμόρφωσή τους σύμφωνα με τις σχεδιαστικές προδιαγραφές. Έπειτα, πραγματοποιείται η συναρμολόγηση του πρωτοτύπου κόβοντας και κολλώντας τα τμήματα μεταξύ τους. Αυτό το βήμα επιτρέπει τη δημιουργία των πρώτων τμημάτων του φυσικού

πρωτοτύπου της θήκης χαπιών και αποτελεί αφετηρία περαιτέρω βελτιώσεων και μελλοντικού σχεδιασμού και ανάπτυξης.



Εικόνα 14: Τμήματα διαχωρισμού φαρμακευτικών αγωγών



Εικόνα 15: Μηχανισμός περιστροφής τμημάτων φαρμακευτικών αγωγών



Εικόνα 16: Εξωτερικό κάλυμμα θήκης χαπιών



Εικόνα 17: Καπάκι θήκης χαπιών

3. Αρχική συναρμολόγηση: Τα τμήματα που προκύπτουν από το 2^ο Βήμα, συναρμολογούνται ώστε να δημιουργηθεί η πρώτη φυσική αναπαράσταση της θήκης χαπιών.



Εικόνα 18: Συναρμολόγηση τμημάτων (1)



Εικόνα 19: Συναρμολόγηση τμημάτων (2)

4. Δοκιμές και βελτιώσεις: Σε αυτό το στάδιο, το χάρτινο πρωτότυπο εξετάζεται και αξιολογείται για τυχόν προβλήματα στον σχεδιασμό. Οι αναγκαίες διορθώσεις και βελτιώσεις καταγράφονται για την επόμενη φάση του σχεδιασμού. Κατά τη διάρκεια του βήματος αυτού, είχα την ευκαιρία να εξετάσω πώς τα τμήματα αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και να εκτιμήσω την λειτουργικότητα της θήκης. Αναγνώρισα πιθανά προβλήματα στο σχεδιασμό και προχώρησα σε απαραίτητες τροποποιήσεις προκειμένου να βελτιώσω την αισθητική και την λειτουργικότητα του πρωτοτύπου, διαμορφώνοντας παράλληλα μία καλύτερη αντίληψη για το επιθυμητό τελικό προϊόν.

5. Επανασχεδίαση (προαιρετικό): Σε περίπτωση που εντοπιστούν προβλήματα στο χάρτινο πρωτότυπο, ο σχεδιασμός ενδέχεται να υποστεί αλλαγές και να επανασχεδιαστεί στο χαρτί είτε τμηματικά είτε συνολικά.

Ο σκοπός της κατασκευής του χάρτινου πρωτοτύπου είναι να προσδώσει μια φυσική αίσθηση του μοντέλου ώστε να καταστεί εφικτή μία πρώτη αξιολόγηση στην εργονομία, στην λειτουργικότητα και στην εφαρμογή του προϊόντος. Αν μετά από αυτήν τη διαδικασία όλα είναι ικανοποιητικά, τότε το πρωτότυπο μπορεί να προχωρήσει στην περαιτέρω ανάπτυξη και κατασκευή, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού σε λογισμικό σχεδίασης και της εκτύπωσης με 3D εκτυπωτή ή της παραγωγής του τελικού προϊόντος από κατάλληλα υλικά.

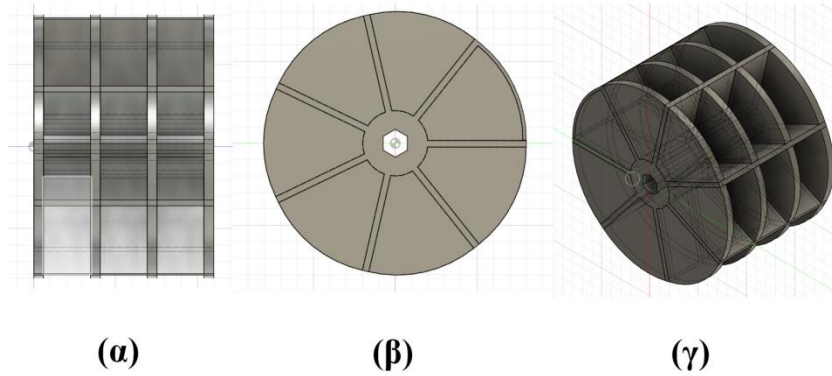
3.3 Εκτύπωση με χρήση 3D Printer

Η εκτύπωση με 3D Printer είναι μια διαδικασία κατά την οποία ένα ψηφιακό μοντέλο μετατρέπεται σε φυσικό αντικείμενο, μέσω στρώσεων που εκτυπώνονται σταδιακά. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει την κατασκευή πολύπλοκων αντικειμένων με σχετική ακρίβεια και χαμηλό κόστος. Για την εκτύπωση της θήκης χαπιών με 3D Printer, ακολουθήθηκαν παρακάτω βήματα:

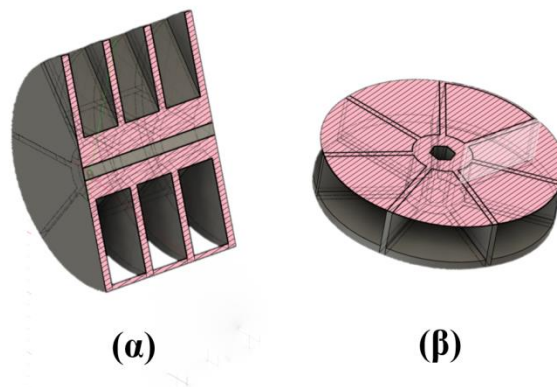
1. Σχεδιασμός του μοντέλου: Αρχικά, τα διάφορα τμήματα του μοντέλου της θήκης σχεδιάστηκαν σε ένα λογισμικό σχεδίασης 3D, όπως το *Autodesk Fusion 360* που αναφέρθηκε στην υποενότητα «**3.1 Μεθοδολογία**». Το σχέδιο αποτελείται από τα ακόλουθα τμήματα:

1.1 Οργανωτής χαπιών (Pill Organizer): Αποτελεί το τμήμα της θήκης στο οποίο αποθηκεύονται και οργανώνονται τα χάπια. Στη συγκεκριμένη περίπτωση πρόκειται για μία κυλινδρική τοπολογία χωρισμένη σε τρία μέρη, ώστε να εξυπηρετεί τρεις φαρμακευτικές αγωγές. Κάθε μέρος με τη σειρά του, είναι εξοπλισμένο με έξι υποδοχές χαπιών και μία κλειστή υποδοχή η οποία αποτελεί το σημείο αφετηρίας της περιστροφής της κυλινδρικής διάταξης. Για την επίτευξη της περιστροφής, κεντρικά και κατά μήκος του κυλίνδρου, έχει

σχεδιαστεί μία υποδοχή εξαγωνικού άξονα, ο οποίος με τη σειρά του συνδέεται στον βηματικό κινητήρα.



Εικόνα 20: (α) Πρόσοψη, (β) Πλάγια όψη, (γ) Διαγώνια όψη

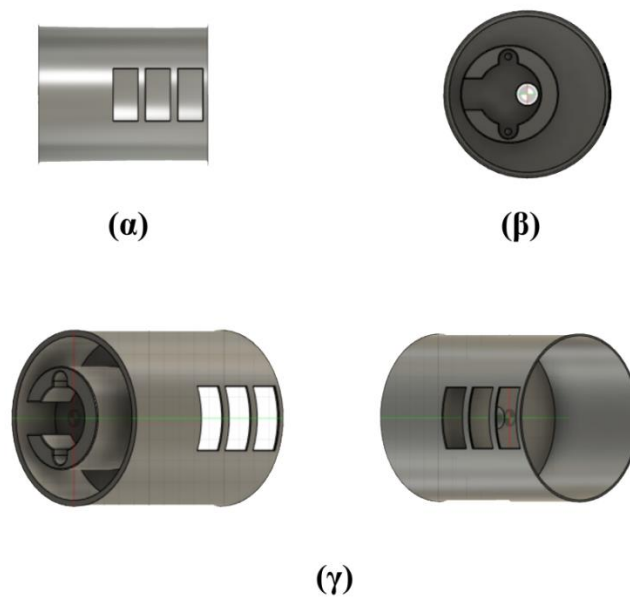


Εικόνα 21: (α) Όψη τομής σχεδίου, (β) Τμήμα φαρμακευτικής αγωγής

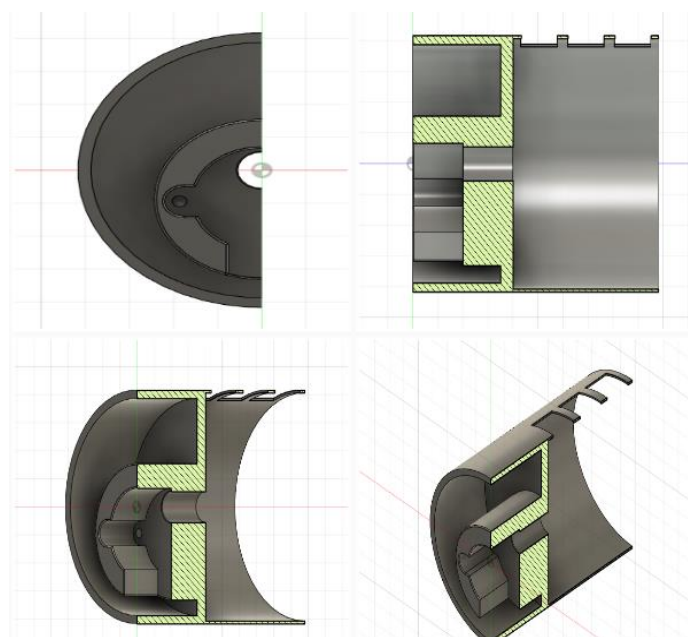


Εικόνα 22: Πρόσοψη εκτυπωμένου οργανωτή χαπιών

1.2 Εσωτερική κυλινδρική θήκη (Inner Cylinder Case): Πρόκειται για το τμήμα της θήκης το οποίο απομονώνει και ταυτόχρονα πλαισιώνει τον διαχωριστή χαπιών. Αυτό εξυπηρετεί στο να είναι εφικτή η περιστροφή του διαχωριστή χαπιών και στις τρεις θύρες να εμφανίζεται η εκάστοτε φαρμακευτική αγωγή. Στόχος είναι η προστασία των φαρμάκων και η εξασφάλιση διάθεσής τους μόνο μέσω των ειδικά σχεδιασμένων θυρών. Επιπλέον, έχει σχεδιαστεί κατάλληλη υποδοχή, ώστε να εφαρμόζει μηχανισμό του βηματικού κινητήρα που θα περιστρέφει τον διαχωριστή χαπιών.



Εικόνα 23: α) Πρόσοψη, β) Πλάγια όψη, γ) Διαγώνιες όψεις

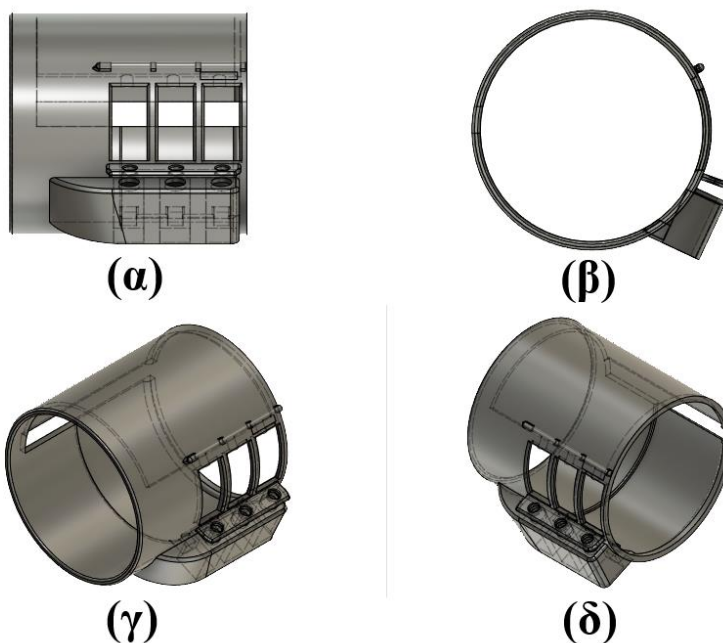


Εικόνα 24: Όψεις τομής σχεδίου

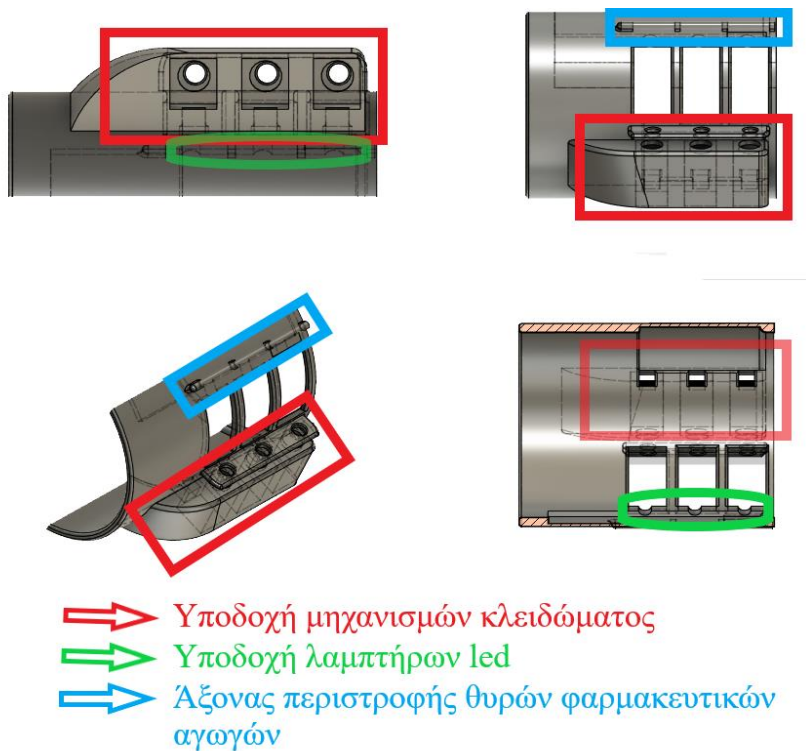


Εικόνα 25: Όψη εκτυπωμένης εσωτερικής κυλινδρικής θήκης

1.3 Εξωτερική κυλινδρική θήκη (Outer Cylinder Case): Η εξωτερική κυλινδρική θήκη αποτελεί το εξωτερικό περίβλημα της θήκης χαπιών. Σχεδιάστηκε έτσι ώστε να ενσωματώνει τα προηγούμενα δύο τμήματα και ταυτόχρονα να επιτρέπει την προσαρμογή της υποστηρικτικής κυκλωματικής διάταξης. Συγκεκριμένα, περιλαμβάνει στο εσωτερικό του διαζώματα μέσω των οποίων οδηγούνται τα καλώδια του κυκλώματος και υποδοχές για φωτισμούς led. Στο εξωτερικό του, περιλαμβάνει έναν άξονα περιστροφής όπου εφαρμόζονται οι θύρες πρόσβασης σε κάθε φαρμακευτική αγωγή, καθώς επίσης και υποδοχή για τρεις μηχανισμούς κλειδώματος, προσφέροντας προστασία και ασφάλεια στο περιεχόμενο.



Εικόνα 26: (α) Πρόσωση, (β) Πλάγια όψη, (γ)(δ) Διαγώνιες όψεις

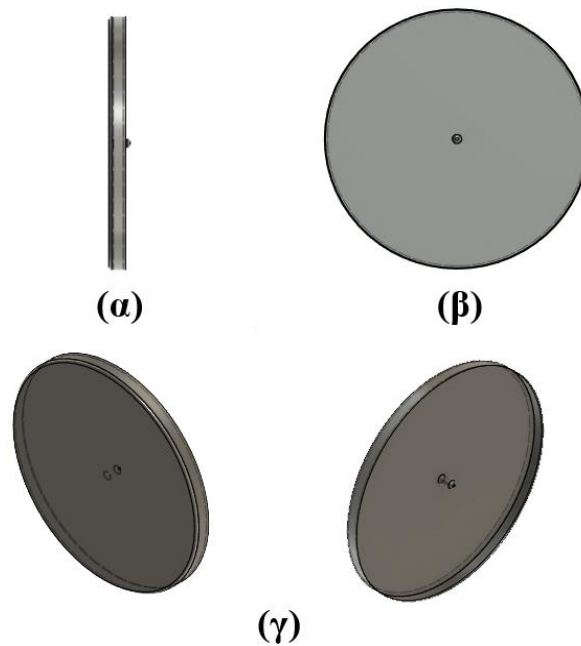


Εικόνα 27: Τομή σχεδίου και επισήμανση χαρακτηριστικών



Εικόνα 28: Πρόσωση εκτυπωμένης εξωτερικής κυλινδρικής θήκης

1.4 Καπάκι θήκης χαπιών (Lid): Το καπάκι είναι σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να κουμπώνει μεταξύ της εσωτερικής και εξωτερικής κυλινδρικής θήκης ενώ παράλληλα υποστηρίζει και ευθυγραμμίζει τον άξονα περιστροφής του βηματικού κινητήρα.

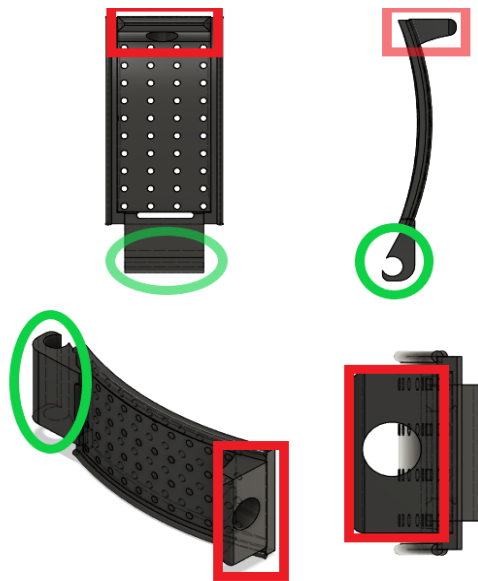


Εικόνα 29: (α) Πρόσοψη, (β) Πλάγια όψη, (γ) Διαγώνιες όψεις



Εικόνα 30: Όψη εκτυπωμένου καπακιού

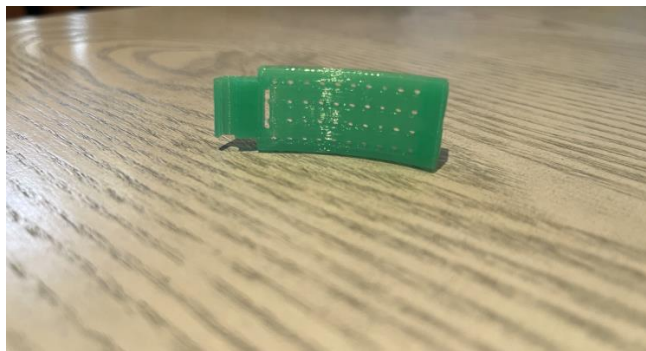
1.5 Θύρα φαρμακευτικής αγωγής (Gate): Μέσω της θύρας αυτής μπορεί ο χρήστης να λάβει ή να αναπληρώσει τη φαρμακευτική του αγωγή. Το σχέδιό της είναι διάτρητο ώστε να είναι ορατή η φωτοδίοδος και στα άκρα της βρίσκονται το κούμπωμα του άξονα περιστροφής και η υποδοχή του κλειδώματος της συσκευής.



⇒ Υποδοχή κλειδώματος

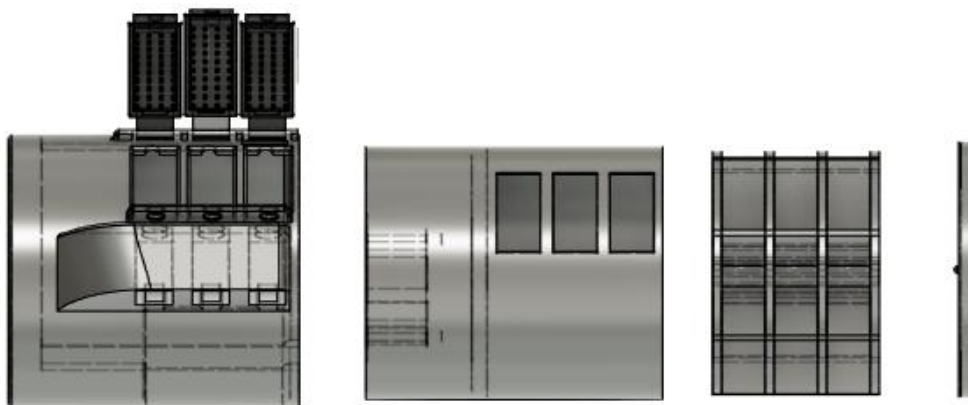
⇒ Κούμπωμα άξονα περιστροφής

Εικόνα 31: Θύρα φαρμακευτικής αγωγής

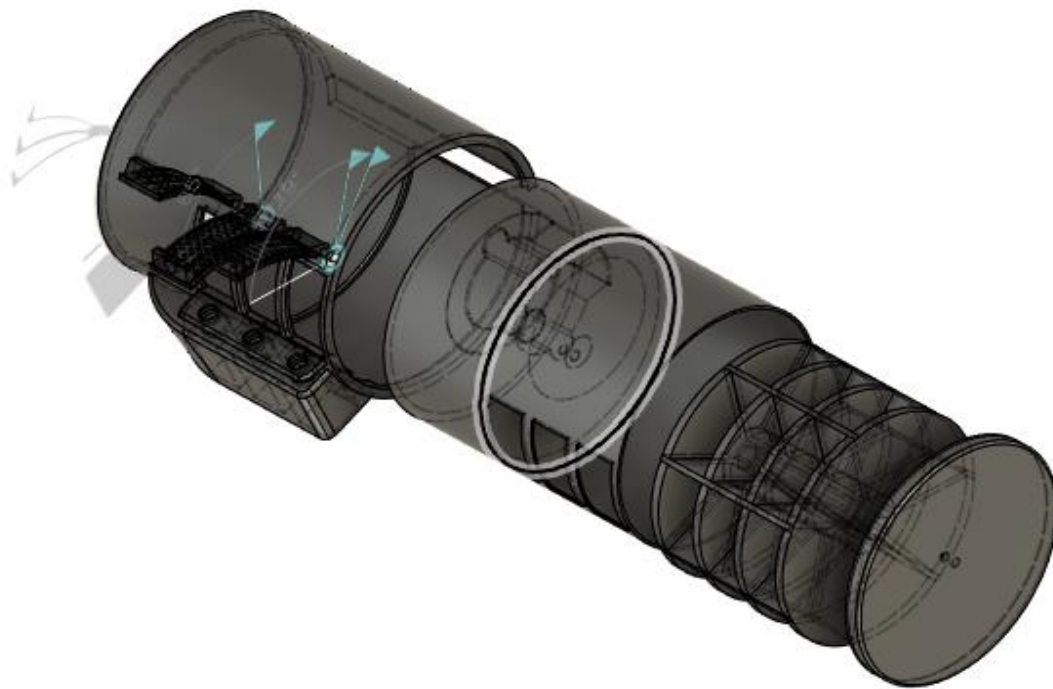


Εικόνα 32: Όψη εκτυπωμένης θύρας φαρμακευτικής αγωγής

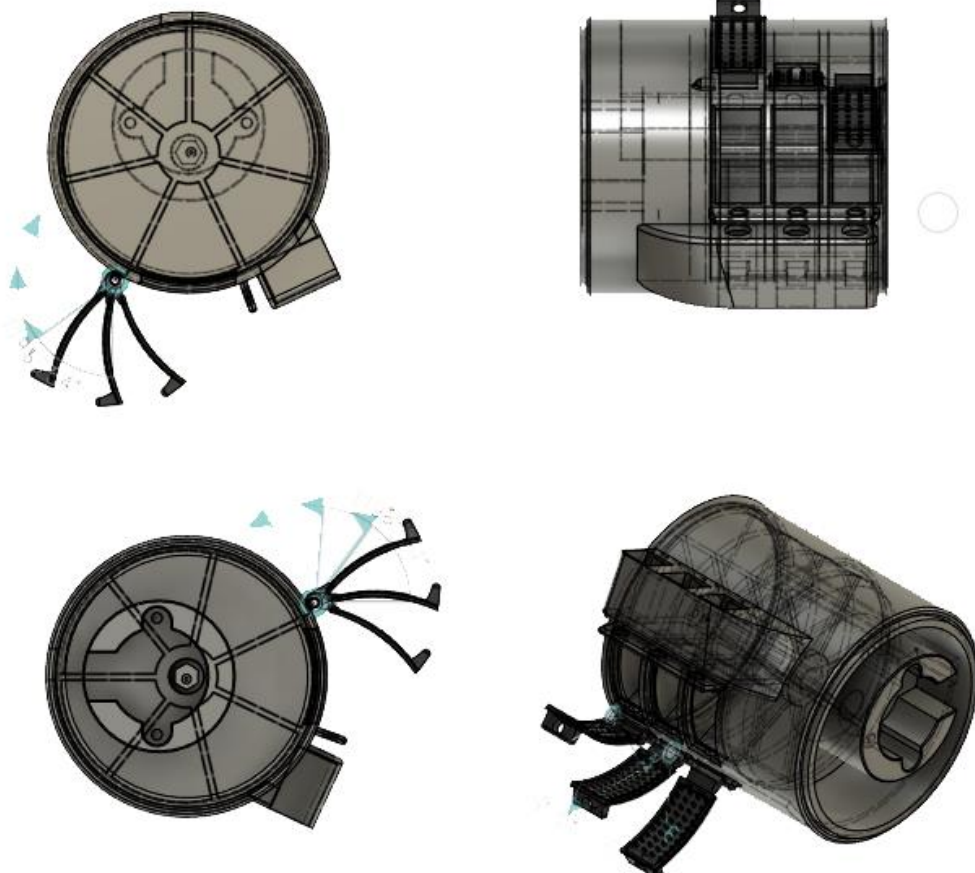
1.6 Θήκη χαπιών (Pill Case): Παρατίθεται ολόκληρο το σχέδιο χωρισμένο σε τμήματα και συναρμολογημένο σε διαφορετικές όψεις.



Εικόνα 33: Πρόσοψη τμημάτων σχεδίου



Εικόνα 34: Διαγώνια όψη τμημάτων σχεδίου



Εικόνα 35: Διάφορες όψεις του συναρμολογημένου σχεδίου



Εικόνα 36: Όψη συναρμολογημένης εκτυπωμένης κατασκευής (1)



Εικόνα 37: Όψη συναρμολογημένης εκτυπωμένης κατασκευής (2)

2. Εξαγωγή του μοντέλου: Μετά τον σχεδιασμό, τα τμήματα εξήχθησαν σε μορφή OBJ, η οποία αποτελεί μία κοινή μορφή αρχείων για 3D Printing.

3. Προετοιμασία του αρχείου: Έπειτα, τα αρχεία OBJ εισήχθησαν σε ένα λογισμικό εκτύπωσης 3D προκειμένου να προετοιμαστούν για εκτύπωση. Ο slicer που δημιούργησε το Gcode για τον εκτυπωτή είναι ο PrusaSlicer 2.6.0.

4. Ρύθμιση των παραμέτρων εκτύπωσης: Στη συνέχεια, στο λογισμικό εκτύπωσης ορίστηκαν οι παράμετροι της εκτύπωσης, όπως ο τύπος του υλικού, η θερμοκρασία, η ταχύτητα και η πυκνότητα των στρωμάτων.

5. Εκτύπωση: Τέλος, εφόσον τα αρχεία προετοιμάστηκαν για εκτύπωση, τοποθετήθηκε το υλικό εκτύπωσης στον εκτυπωτή 3D, και πραγματοποιήθηκε η εκτύπωση σε μορφή στρωμάτων. Τα καρούλια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν PLA από την εταιρία GST3D. Ο εκτυπωτής που χρησιμοποιήθηκε για την 3D εκτύπωση είναι ο Ender 5 Pro αναβαθμισμένος σε Mercury One.1.

6. Τελικό αποτέλεσμα: Μετά την ολοκλήρωση της εκτύπωσης, αφαιρέθηκαν τα εκτυπωμένα αντικείμενα από τον εκτυπωτή και κατόπιν αναμονής ψύξης και πήξης, αφαιρέθηκαν τυχόν περισσευούμενα πλαστικά κομμάτια που προέκυψαν από την εκτύπωση. Τελικό στάδιο της διαδικασίας αποτέλεσε η συναρμολόγηση των τμημάτων και η επιθεώρηση – αξιολόγηση του τελικού αποτελέσματος.

4. Σχεδίαση και ανάπτυξη ηλεκτρονικού κυκλώματος

Η σχεδίαση και ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος αποτελεί το τελευταίο στάδιο της ανάπτυξης και κατασκευής της θήκης χαπιών. Είναι το στάδιο το οποίο με την υλοποίησή του, θα προσδώσει στη συσκευή τον προσδιορισμό της «έξυπνης συσκευής». Αυτή η διαδικασία συνίσταται από την επιλογή και τον συνδυασμό των κατάλληλων εργαλείων και εξαρτημάτων, τη σύνθεσή τους σε ένα κυκλωματικό σχέδιο, και την ανάπτυξη του πραγματικού πρωτότυπου.

Συνολικά, η σχεδίαση και ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος αποτελεί μια σταδιακή και ουσιαστική προσέγγιση που αναδεικνύει τη σημασία της επιμέλειας και της ακρίβειας. Κάθε υποενότητα της διαδικασίας, από την επιλογή εργαλείων και εξαρτημάτων, την διαδικασία σχεδίασης, μέχρι την πραγματική ανάπτυξη και εφαρμογή, έχει τον ρόλο της στη δημιουργία ενός λειτουργικού και αξιόπιστου προϊόντος. Η ακρίβεια στη συναρμολόγηση και ο έλεγχος των εξαρτημάτων είναι ζωτικής σημασίας για την επίτευξη της επιθυμητής λειτουργίας και της μακροχρόνιας αξιοπιστίας. Επιπλέον, η σχεδίαση και ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος αναδεικνύει την συνεκτικότητα των σταδίων αυτών και την απαραίτητη συνεργασία μεταξύ διαφορετικών τεχνολογικών και σχεδιαστικών πτυχών. Το τελικό αποτέλεσμα είναι ένα προϊόν που ανταποκρίνεται σε απαιτήσεις και προδιαγραφές, ενσωματώνοντας την καινοτομία και την λειτουργικότητα.

4.1 Εργαλεία και εξαρτήματα

Για τη σχεδίαση και ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος χρησιμοποιήθηκαν διάφορα εργαλεία και εξαρτήματα τα οποία παρατίθενται παρακάτω:

Εργαλεία

1. Λογισμικό Autodesk EAGLE

Για τον σχεδιασμό του ηλεκτρονικού κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό *Autodesk EAGLE*. Το *Autodesk EAGLE* είναι ένα ευέλικτο και ισχυρό λογισμικό σχεδίασης PCB που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία κυκλωμάτων, από τη σχεδίαση της συνδετικής δομής μέχρι την δημιουργία του φυσικού PCB.

Το λογισμικό *Autodesk EAGLE* παρέχει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον για τη σχεδίαση, τη δημιουργία συνδέσεων, τον προσδιορισμό των εξαρτημάτων και τη δημιουργία των PCB. Επιτρέπει την ακριβή αναπαράσταση του κυκλώματος, την τοποθέτηση των

εξαρτημάτων σε πλακέτα, τη δρομολόγηση των καλωδίων, καθώς και τη δημιουργία κατάλληλου τύπου αρχείων για την κατασκευή του φυσικού PCB.

2. Λογισμικό TINKERCAD

Το *TINKERCAD* είναι μια διαδικτυακή πλατφόρμα προσομοίωσης και σχεδιασμού ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και εξαρτημάτων 3D. Βασίζεται στη χρήση ενός περιβάλλοντος στο οποίο μπορεί κανείς να σχεδιάσει, να προγραμματίσει και να προσομοιώσει διάφορα ηλεκτρονικά κυκλώματα, χρησιμοποιώντας εξαρτήματα όπως αισθητήρες, φωτοδιόδους, μικροελεγκτές και πολλά άλλα.

Η πλατφόρμα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη, καθώς παρέχει έναν απλό και αποτελεσματικό τρόπο ανάπτυξης και προσομοίωσης κυκλωματικών διατάξεων πριν την πραγματική τους κατασκευή. Αυτό βοηθάει στην εξοικείωση με τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη ηλεκτρονικών συστημάτων χωρίς την ανάγκη πραγματικού υλικού.

3. Arduino IDE

Το *Arduino IDE* είναι ένα δωρεάν λογισμικό ανάπτυξης που χρησιμοποιείται για τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών Arduino. Παρέχει ένα περιβάλλον όπου οι χρήστες μπορούν να γράψουν, να επεξεργαστούν και να μεταφορτώσουν τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών Arduino στις συσκευές τους.

Με το *Arduino IDE*, οι χρήστες μπορούν να γράψουν τον κώδικα τους σε γλώσσα προγραμματισμού C/C++ και να τον μεταφορτώσουν στο μικροελεγκτή μέσω του καλωδίου USB. Το περιβάλλον παρέχει εργαλεία για τη σύνταξη και τον έλεγχο του κώδικα, καθώς και για τη διαχείριση των βιβλιοθηκών και των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούνται στις εκάστοτε εργασίες.

Το *Arduino IDE* αποτελεί το κύριο εργαλείο ανάπτυξης για την πλατφόρμα Arduino. Είναι εύκολο στη χρήση ανοικτού κώδικα και υποστηρίζει διάφορα μοντέλα μικροελεγκτών Arduino, όπως του Arduino Uno, Nano, Mega και πολλών άλλων.

4. Εργαλεία Χειρός

Για τη συνδεσμολογία της κυκλωματικής διάταξης χρησιμοποιήθηκαν διάφορα εργαλεία χειρός. Τα εργαλεία που επιλέχθηκαν είναι τα κάτωθι:

3.1 Κοπίδια: Χρησιμοποιούνται για την κοπή καλωδίων, αγωγών και άλλων υλικών.

3.2 Πένσες: Οι λεπτές πένσες χρησιμοποιούνται για τη συγκράτηση και την ακριβή εργασία με μικρά εξαρτήματα, όπως αντιστάσεις και καλώδια.

3.3 Κατσαβίδια: Τα κατσαβίδια χρησιμοποιούνται για την τοποθέτηση και την αφαίρεση βιδών που βρίσκονται σε διάφορα εξαρτήματα όπως στον βηματικό κινητήρα, στην τροφοδοσία αλλά και στη σύνδεση των καλωδίων με το Arduino Screw Terminal Adapter.

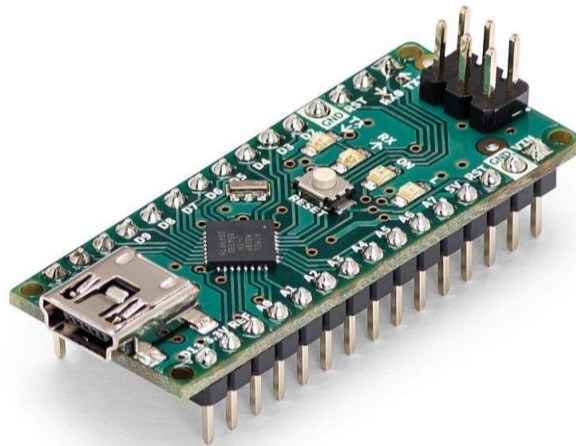
3.4 Κόφτες καλωδίων: Χρησιμοποιούνται στην ακριβή κοπή και απογύμνωση των καλωδίων προκειμένου να επιτυγχάνονται ευκολότερα οι συνδέσεις.

3.5 Πολύμετρο: Χρησιμοποιείται για τη μέτρηση ηλεκτρικών παραμέτρων, όπως τάση, ρεύμα και αντίσταση.

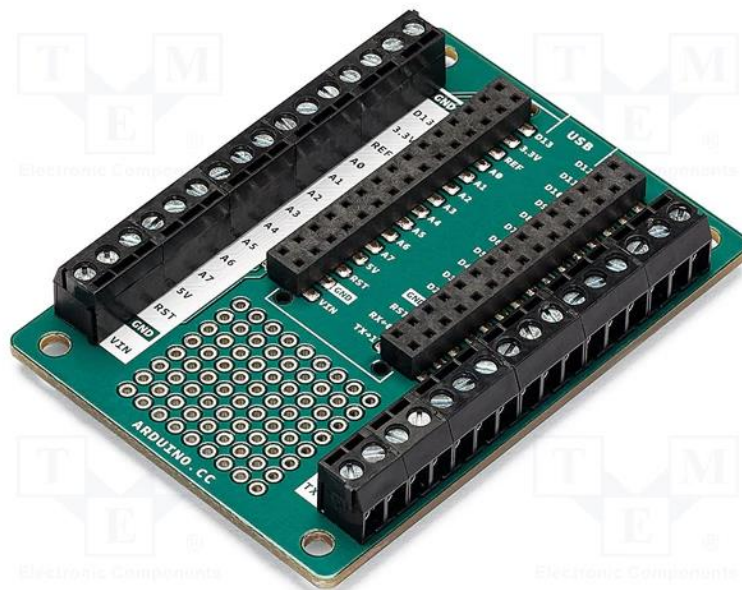
Εξαρτήματα

1. Arduino Nano και Screw Terminal Adapter

Η χρήση του Arduino Nano σε συνδυασμό με το Screw Terminal Adapter επέτρεψε την εύκολη και ασφαλή σύνδεση των καλωδίων και την ανάπτυξη του κυκλώματος με αξιόπιστο τρόπο. Ο μικροελεγκτής ATmega 328P του Arduino Nano παρέχει την απαραίτητη επεξεργαστική ισχύ και λειτουργικότητα για τον έλεγχο του συστήματος^[36], ενώ το Screw Terminal Adapter εξασφάλισε τη σωστή και σταθερή σύνδεση των καλωδίων χωρίς την ανάγκη συγκόλλησης ή επιπλέον εξαρτημάτων^[37].



Εικόνα 38: Arduino Nano



Εικόνα 39: Arduino Nano Screw Terminal Adapter

2. Καλώδια

Κατά τη διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης του ηλεκτρικού κυκλώματος χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι τύποι καλωδίων για τη σύνδεση των εξαρτημάτων και του Arduino Nano. Κάθε τύπος καλωδίου έχει τις δικές του ιδιότητες και χρήσεις. Οι τύποι καλωδίων που χρησιμοποιήθηκαν είναι:

2.1 Συνδετήρες Διπολικών Καλωδίων: Πρόκειται για κοντά καλώδια με επίπεδους συνδέσμους στις άκρες τους, που χρησιμοποιούνται για την προσωρινή σύνδεση μεταξύ των Arduino Screw Terminal Adapter, Breadboard και των εξαρτημάτων.

2.2 Απλά καλώδια βραχυκύκλωσης: Μονόκλινα καλώδια βραχυκύκλωσης μικρών διαστάσεων χρησιμοποιήθηκαν για τη σύνδεση των εξαρτημάτων πάνω στο πρωτότυπο Breadboard για να αποφευχθεί η σύγχυση που μπορεί να προκαλέσει ο συνωστισμός των Συνδετήρων Διπολικών Καλωδίων.

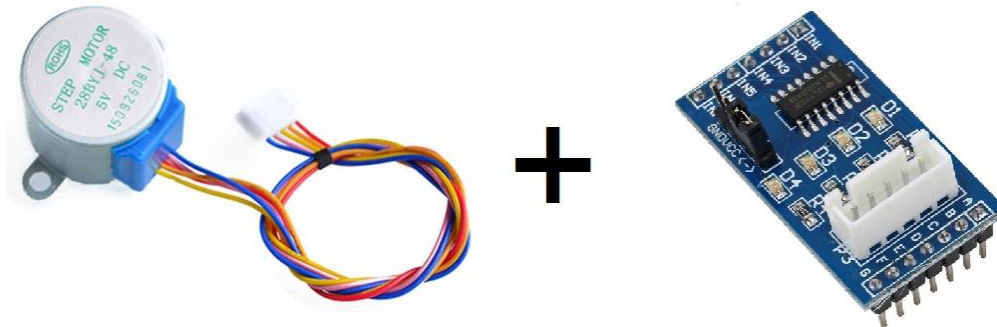
2.3 Καλώδιο USB – Mini B: Πρόκειται για έναν τύπο καλωδίου που επιτρέπει τη σύνδεση του Arduino Nano με μία θύρα του υπολογιστή. Αυτή η σύνδεση επιτρέπει τη μεταφορά δεδομένων από και προς τις συσκευές ενώ ταυτόχρονα παρέχει την απαραίτητη τροφοδοσία των 5 Volt στο Arduino Nano.

3. Βηματικός κινητήρας και Οδηγός βηματικού κινητήρα

Για την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος, χρησιμοποιήθηκε ένας **28BYJ-48 – 5V Stepper Motor** σε συνδυασμό με έναν **ULN2003 RDR02805D Stepper Motor Driver**. Ο

βηματικός κινητήρας είναι ένας τύπος κινητήρα που κινείται με βάση τα βήματα που δίνονται σε αυτόν. Αυτό το εξάρτημα επιτρέπει την ακριβή περιστροφή και στάση σε διακριτές θέσεις.

Ο *ULN2003 RDR02805D Stepper Motor Driver* είναι ένας οδηγός που ελέγχει την τροφοδοσία και το ρεύμα που χρειάζεται ο βηματικός κινητήρας για να κινηθεί. Αυτός ο οδηγός επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο του κινητήρα με πολύ μικρά βήματα, καθιστώντας τον ιδανικό για εφαρμογές που απαιτούν υψηλή ακρίβεια κίνησης^{[38], [39]}.



Εικόνα 40: Ο βηματικός κινητήρας και ο οδηγός του

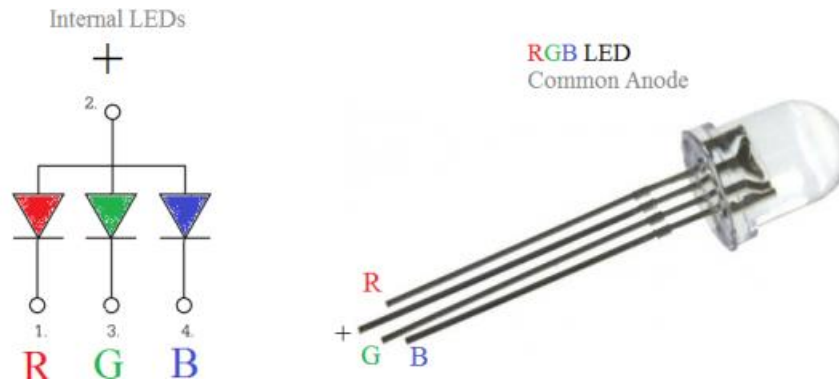
5. Αντιστάσεις

Οι αντιστάσεις επιτρέπουν τη διαχείριση της τάσης του ηλεκτρικού κυκλώματος. Αναλαμβάνουν διάφορα καθήκοντα, όπως την προστασία των εξαρτημάτων από ροή υψηλού ηλεκτρικού ρεύματος, την προσαρμογή της τάσης σε συγκεκριμένα επίπεδα και την διαμόρφωση της συμπεριφοράς του κυκλώματος συνολικά.

6. Φωτοдиодος κοινής ανόδου (κόκκινο-πράσινο-μπλε)

Οι φωτοдиодοι κοινής ανόδου είναι είδος φωτοдиодων που χρησιμοποιούνται για την προβολή πολλαπλών χρωμάτων φωτός. Ο όρος «κοινή άνοδος» αναφέρεται στον τρόπο σύνδεσής τους στο κύκλωμα. Το ανοδικό τμήμα των τριών χρωμάτων είναι κοινό. Αυτό σημαίνει ότι οι ανοδικές πλευρές των τριών χρωμάτων συνδέονται από κοινού με τη θετική τάση τροφοδοσίας του κυκλώματος. Οι καθοδικές πλευρές των τριών χρωμάτων είναι αυτές που ελέγχονται ξεχωριστά για να παράγουν τα επιθυμητά χρώματα.

Κάθε φωτοдиодος κοινής ανόδου που υποστηρίζει τα κόκκινο-πράσινο-μπλε αποτελείται ουσιαστικά από τρεις διαφορετικούς φωτεινούς ημιαγωγούς (καθόδους), έναν για το κόκκινο, έναν για το πράσινο και έναν για το μπλε χρώμα. Τα τρία αυτά χρώματα μπορούν να συνδυαστούν για να παράγουν το επιθυμητό χρώμα φωτός^[40].



Εικόνα 41: Φωτοдиодος κοινής ανόδου

7. Δίοδοι αναστροφής ρεύματος

Οι δίοδοι αναστροφής ρεύματος, είναι ένα είδος διόδων που χρησιμοποιούνται συνήθως σε ηλεκτρικά κυκλώματα που περιλαμβάνουν εξαρτήματα όπως μοτέρ, πηνία και ενισχυτές. Η κύρια λειτουργία τους είναι να προστατεύουν τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα από την ανάστροφη αντιηλεκτρομαγνητική δύναμη που δημιουργείται όταν αυτά απενεργοποιούνται.

Όταν ένα ηλεκτρονικό εξάρτημα όπως ένα μοτέρ ή ένα πηνίο απενεργοποιείται, η ενέργεια που είχε αποθηκευτεί στο μαγνητικό πεδίο του εξαρτήματος απελευθερώνεται. Αυτό δημιουργεί ένα αυξημένο ρεύμα που προσπαθεί να διατηρήσει τη ροή της ενέργειας. Αυτή η αυξημένη τάση μπορεί να προκαλέσει βλάβες σε άλλα εξαρτήματα του κυκλώματος. Οι δίοδοι αναστροφής ρεύματος συνδέονται παράλληλα με το εξάρτημα. Κατά την παύση της λειτουργίας του εξαρτήματος, η διάδος «ανοίγει» και επιτρέπει τη ροή του ρεύματος διαμέσου του εξαρτήματος αντί τη δημιουργία αυξημένης τάσης. Αυτή η μέθοδος προστατεύει τα υπόλοιπα εξαρτήματα του κυκλώματος από απότομη αύξηση τάσεων και αποφυγή βλαβών^[41].



Εικόνα 42: Δίοδοι αναστροφής ρεύματος

8. Ασφάλειες

Οι ασφάλειες αποτελούν σημαντικό στοιχείο στα ηλεκτρονικά κυκλώματα, προσφέροντας προστασία από πιθανούς κινδύνους και βλάβες που μπορεί να προκληθούν από υπερφόρτωση, βραχυκυκλώματα ή άλλες ανωμαλίες στο ρεύμα του κυκλώματος. Οι ασφάλειες λειτουργούν ως "φυσίγγια προστασίας" και ανιχνεύουν υψηλότερες από τις αναμενόμενες τιμές ρεύματος σε ένα κύκλωμα. Όταν το ρεύμα υπερβαίνει αυτήν την ανώτατη τιμή, η ασφάλεια αντιδρά και ανοίγει το κύκλωμα, διακόπτοντας τη ροή του ρεύματος^[42].

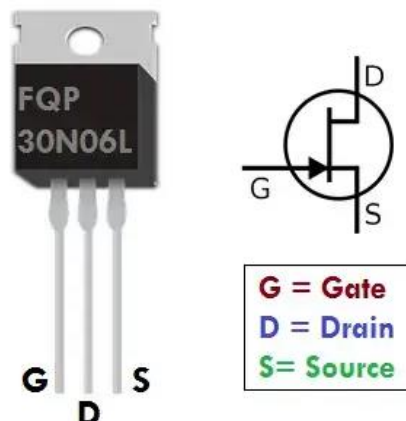


Εικόνα 43: Γυάλινη ασφάλεια ορίου ρεύματος 3A

9. Logic MOSFETs

Τα Logic MOSFETs είναι είδη τρανζίστορ που χρησιμοποιούνται στην ηλεκτρονική για τον έλεγχο της ροής ρεύματος με βάση την εφαρμοζόμενη τάση. Τα Logic MOSFETs είναι δημοφιλείς για την χρήση τους σε κυκλώματα όπου πρέπει να ελέγχεται η ροή ρεύματος φορτίων που απαιτούν υψηλή ισχύ, όπως μοτέρ, λυχνίες LED, ανεμιστήρες κ.ά. Επίσης, η χαμηλή τάση λογική που χρησιμοποιούν τους καθιστά κατάλληλους για συστήματα όπως τα Arduino, όπου η τάση λειτουργίας είναι συνήθως 3.3V ή 5V.

Τα Logic MOSFETs παρέχουν έναν ελεγκτή πύλης που μπορεί να ελέγξει τη ροή ρεύματος με βάση το λογικό επίπεδο τάσης (HIGH/LOW). Η φιλοσοφία αυτή προσφέρει τη δυνατότητα χρήσης των συγκεκριμένων MOSFETs ως διακόπτες^[43].



Εικόνα 44: MOSFET FQP 30N06L

10. Solenoids

Τα solenoids χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές για τη δημιουργία μηχανικής κίνησης. Συνήθως αποτελούνται από μια μεταλλική μπεκάτσα (πυρήνας) που μπορεί να κινηθεί εντός ενός συνεχούς μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται από μια ηλεκτρομαγνητική πηγή. Στο κύκλωμα χρησιμοποιούνται ως μηχανισμοί κλειδώματος των θυρών της συσκευής^[35].



Εικόνα 45: Solenoid με τάση λειτουργίας 12V

11. Τροφοδοσία / Εξωτερική πηγή τάσης

Στη σχεδίαση και ανάπτυξη ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, η εξωτερική πηγή τάσης είναι σημαντική για τη διασφάλιση της σωστής λειτουργίας των εξαρτημάτων. Η επιλογή της σωστής τάσης και της αντίστοιχης πηγής είναι κρίσιμη για την αποφυγή βλαβών στα εξαρτήματα και για τη διασφάλιση της ασφάλειας του κυκλώματος και των χρηστών.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση το Arduino Nano μπορεί να παρέχει τάση έως 5V και συγκεκριμένες μονάδες ρεύματος. Για το λόγο αυτό και για την υποστήριξη των επιθυμητών λειτουργιών της συσκευής, χρησιμοποιείται εξωτερική τροφοδοσία της τάξεως 9V έως 12V.

Τα εργαλεία και τα εξαρτήματα που επιλέχθηκαν για τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος είναι καθοριστικά για τη λειτουργία και την αξιοπιστία του. Τα λογισμικά σχεδίασης, προγραμματισμού και προσομοίωσης *Autodesk EAGLE* και *Arduino IDE*, σε συνδυασμό με την ορθή χρήση των εξαρτημάτων του κυκλώματος, συμβάλλουν στην ομαλή ανάπτυξη και λειτουργία του κυκλώματος. Ταυτόχρονα, εξαρτήματα όπως οι ασφάλειες, οι αντιστάσεις και οι δίοδοι αναστροφής ρεύματος, αναδεικνύουν την σημασία της ασφάλειας και της προστασίας των εξαρτημάτων και του χρήστη και εγγυώνται την ορθή και ασφαλή λειτουργία της συσκευής. Έπειτα από ενδελεχείς ηλεκτρικές μετρήσεις, ακολουθούμενες από ισορροπημένες επιλογές εξαρτημάτων και σωστή συνδεσμολογία και χρήση, το κύκλωμα αποκτά υψηλή απόδοση, αξιοπιστία και ασφάλεια.

4.2 Στάδια κατασκευής του ηλεκτρονικού κυκλώματος

Η διαδικασία σχεδιασμού και κατασκευής ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος αποτελεί μια σταδιακή προσέγγιση που εξασφαλίζει την ομαλή εξέλιξη και λειτουργία του κυκλώματος. Μέσα από διαδοχικά βήματα και τον καθορισμό των απαιτήσεων μέχρι την τελική παραγωγή, κάθε φάση εστιάζει σε συγκεκριμένες αποφάσεις και διαδικασίες που οδηγούν στη δημιουργία ενός αξιόπιστου και αποτελεσματικού κυκλώματος. Ο κατάλληλος σχεδιασμός, η επιλογή των εξαρτημάτων, ο έλεγχος και οι δοκιμές αξιοπιστίας αναδεικνύουν τη σημασία κάθε βήματος στην επίτευξη ενός ποιοτικού και λειτουργικού αποτελέσματος. Τα βήματα που ακολουθήθηκαν στην ανάπτυξη του ηλεκτρονικού κυκλώματος είναι τα παρακάτω:

1. Καθορισμός απαιτήσεων

Το πρώτο στάδιο της σχεδίασης και κατασκευής του ηλεκτρονικού κυκλώματος είναι ο καθορισμός των απαιτήσεων. Αυτό το βήμα απαιτεί μια σαφή κατανόηση των απαιτούμενων λειτουργιών, της αποδοτικότητας και της αξιοπιστίας του κυκλώματος που πρόκειται να αναπτυχθεί. Καθορίζοντας τα χαρακτηριστικά, τις εισόδους, τις εξόδους, τους περιορισμούς και τα κριτήρια απόδοσης, οι απαιτήσεις δημιουργούν το θεμέλιο για το επόμενο σχεδιαστικό βήμα. Αυτό το στάδιο αποτελεί την αφετηρία του σχεδιασμού, καθώς διασφαλίζει ότι το τελικό κύκλωμα θα είναι συμβατό με τις ανάγκες και τις προσδοκίες του χρήστη, εξασφαλίζοντας την επιτυχή προσέγγιση των επακόλουθων σταδίων προς την ολοκλήρωση του έργου.

Οι απαιτήσεις τις παρούσας εφαρμογής προκύπτουν έπειτα από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση περί φαρμακευτικής συμμόρφωσης, την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που εξήχθησαν από το ερωτηματολόγιο, καθώς και την συγκριτική μελέτη των διάφορων συσκευών του εμπορίου που επιτελούν λειτουργίες υποστήριξης της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Οι λειτουργικές απαιτήσεις της συσκευής περιλαμβάνουν:

- δυνατότητα περιστροφής κύριου σώματος της συσκευής για ευκολότερη διανομή των χαπιών
- οπτικές ενδείξεις που υποδηλώνουν την κατάσταση της συσκευής ή τη λειτουργία που επιτελεί
- δυνατότητα κλειδώματος θυρών για προστασία των χαπιών και αδυναμία εξαγωγής και λήψης τους πλην της καθορισμένης ώρας

2. Επιλογή Εξαρτημάτων

Σε αυτό το στάδιο επιλέγονται τα κατάλληλα εξαρτήματα για το κύκλωμα. Λαμβάνονται υπόψη οι λειτουργικές απαιτήσεις που έχουν τεθεί, επιλέγονται τα απαραίτητα

εξαρτήματα και αναλύονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά και οι προδιαγραφές τους. Η επιλογή των εξαρτημάτων είναι ένα κρίσιμο βήμα στη διαδικασία σχεδίασης και ανάπτυξης ενός ηλεκτρονικού κυκλώματος και παίζει σημαντικό ρόλο στην τελική λειτουργία, αξιοπιστία και απόδοση του κυκλώματος. Κατά την επιλογή εξαρτημάτων, εξετάζονται τα παρακάτω σημεία:

2.1 Απαιτήσεις Κυκλώματος: Κάθε κύκλωμα έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις. Στην περίπτωση του κυκλώματος μας, η επιλογή του Arduino Nano ως κεντρική μονάδα επεξεργασίας και ελέγχου, καθόρισε σε μεγάλο βαθμό την τάση λειτουργίας και το διατιθέμενο ρεύμα. Η επιλογή των υπόλοιπων εξαρτημάτων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις προδιαγραφές που έθεσε το Arduino Nano σε συνδυασμό με τις λειτουργικές απαιτήσεις της συσκευής.

2.2 Διαθεσιμότητα και Κόστος: Η εύρεση των απαιτούμενων εξαρτημάτων πρέπει να είναι εύκολη και οικονομικά προσιτή. Το κόστος των εξαρτημάτων μπορεί να επηρεάσει σημαντικά το συνολικό κόστος του κυκλώματος και αυτομάτως η κατασκευή του να καταστεί ασύμφορη.

2.3 Συμβατότητα: Τα εξαρτήματα πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους και να συνδυάζονται σωστά για την επίτευξη της επιθυμητής λειτουργίας. Για το λόγο αυτό, είναι υψίστης σημασίας η επιλογή εξαρτημάτων η οποία ανταποκρίνεται στις λειτουργικές απαιτήσεις που έχουν οριστεί με ταυτόχρονη δυνατότητα συνύπαρξης και υποστήριξης από την κυκλωματική διάταξη. Επιπλέον, ο τύπος των εξαρτημάτων αυτών θα πρέπει να εμπίπτει στην συγκεκριμένη κατηγορία εφαρμογής. Ο περιορισμένος αριθμός και η υποστηρικτική τεχνολογία των θυρών του Arduino Nano, οδηγούν στην αναζήτηση εξαρτημάτων διαφόρων τύπων όπως ψηφιακά, αναλογικά, ισχύος κ.ο.κ. Για τη βέλτιστη κατανομή των εξαρτημάτων τόσο σε συνδεσιμότητα όσο και σε τοπολογία, πραγματοποιήθηκε ενδελεχής έλεγχος. Κατόπιν του ελέγχου αυτού, ορισμένες επιλογές απορρίφθηκαν ενώ άλλες αποδείχθηκαν αναγκαίες.

2.4 Αξιοπιστία: Η ποιότητα και η αξιοπιστία των εξαρτημάτων είναι κρίσιμες για την μακροζωία και τη σταθερή λειτουργία του κυκλώματος. Για την κατασκευή του κυκλώματος επιλέχθηκαν εξαρτήματα τα οποία έχουν υποβληθεί στους απαραίτητους ελέγχους και πληρούν τις προδιαγραφές του εκάστοτε κατασκευαστή. Αυτό επιβεβαιώνεται και από τα συνοδευόμενα με τα εξαρτήματα, φυλλάδια δεδομένων του κατασκευαστή.

2.5 Δυνατότητες επέκτασης: Σε περίπτωση που το κύκλωμα χρειάζεται επέκταση ή αναβάθμιση στο μέλλον, η επιλογή εξαρτημάτων πρέπει να επιτρέπει τη δυνατότητα αυτή. Καθώς οι προκαθορισμένες απαιτήσεις του κυκλώματος δύναται να επανεξεταστούν, να

ενισχυθούν οι ακόμη και να αλλάξουν ολοκληρωτικά, κρίνεται σκόπιμο τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του κυκλώματος, να μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να υποστηρίξουν μελλοντικές διατάξεις.

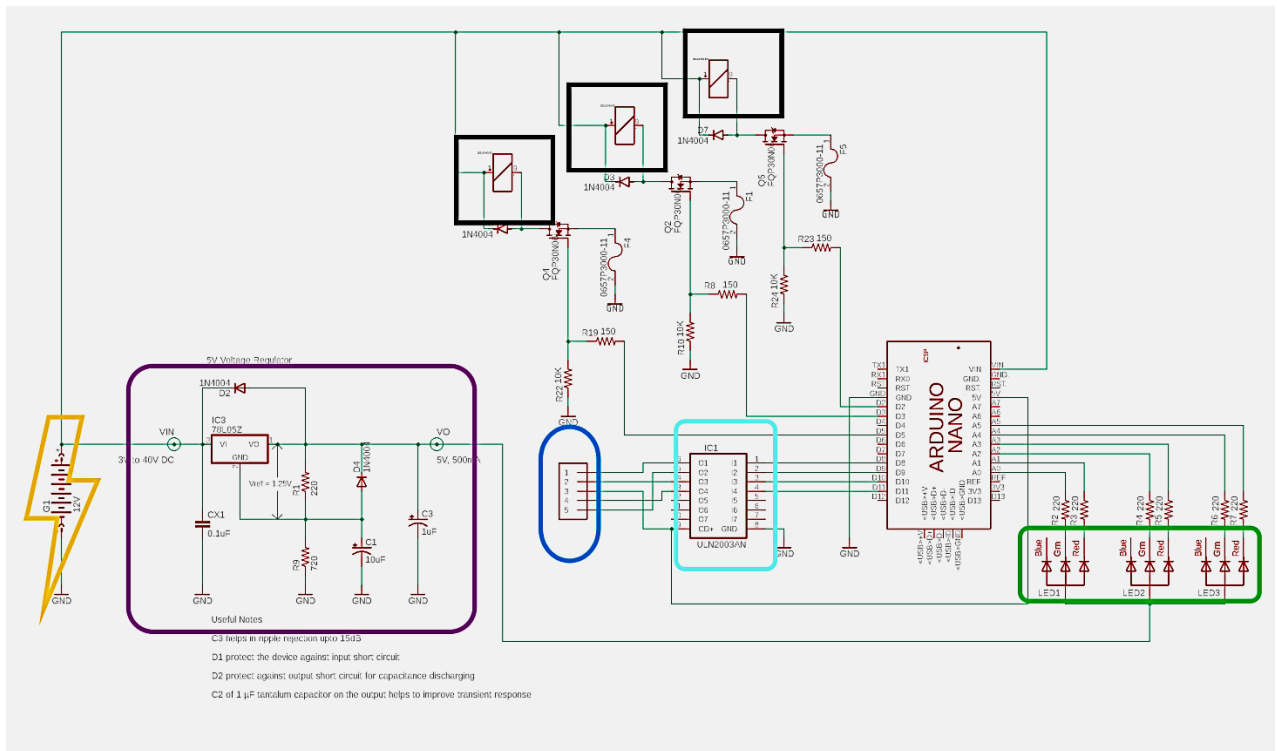
2.6 Κατανάλωση Ενέργειας: Η κατανάλωση ενέργειας των εξαρτημάτων είναι σημαντική για τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας και τη συνολική απόδοση του κυκλώματος. Στην περίπτωση μας, λαμβάνοντας υπόψη την προσπάθεια να αναπτυχθεί μία συσκευή μικρής κλίμακας αλλά με πληθώρα λειτουργιών, είναι απαραίτητη η χρήση αποδοτικών πηγών ενέργειας και χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης εξαρτήματα.

Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στη συγκεκριμένη κυκλωματική διάταξη είναι τα κάτωθι:

- Μικροελεγκτής: Arduino Nano και Screw Terminal Adapter
- Βηματικός κινητήρας και οδηγός: *28BYJ-48 – 5V Stepper Motor* και *ULN2003 RDR02805D Stepper Motor Driver*
- Φωτεινές ενδείξεις: Common Anode RGB LEDs
- Δίοδοι αναστροφής ρεύματος: Diode 1N4004
- Λογικοί διακόπτες: MOSFET FQP30NL06
- Ασφάλειες: 0657P Series, 5x15mm Glass Tube Quick Acting Fuse
- Λειτουργία κλειδώματος συσκευής: Small Push-Pull Solenoid - 12VDC
- Αντιστάσεις: 150Ω, 220Ω, 10KΩ
- Εξωτερική πηγή τάσης: Μπαταρία 12V

3. Σχεδιασμός Ηλεκτρονικού Κυκλώματος

Αυτό είναι το πρώτο στάδιο όπου ορίζεται το σχήμα και η δομή του κυκλώματος. Χρησιμοποιώντας το λογισμικό σχεδίασης κυκλωμάτων *Autodesk EAGLE*, δημιουργούνται τα σχηματικά διαγράμματα των συνδέσεων των εξαρτημάτων. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει την επιλογή και τοποθέτηση των εξαρτημάτων, τη σύνδεσή τους με κατάλληλους αγωγούς, την κατάλληλη διάταξη και τοποθέτησή τους για την ανάπτυξη του κυκλώματος σε PCB και τη δημιουργία των απαραίτητων στρωμάτων για τις συνδέσεις. Με την ολοκλήρωση της σχεδίασης στο *Autodesk EAGLE*, δημιουργείται η βάση για την κατασκευή και τη δοκιμή του φυσικού κυκλώματος.



Εικόνα 46: Σχηματικό μοντέλο κυκλώματος

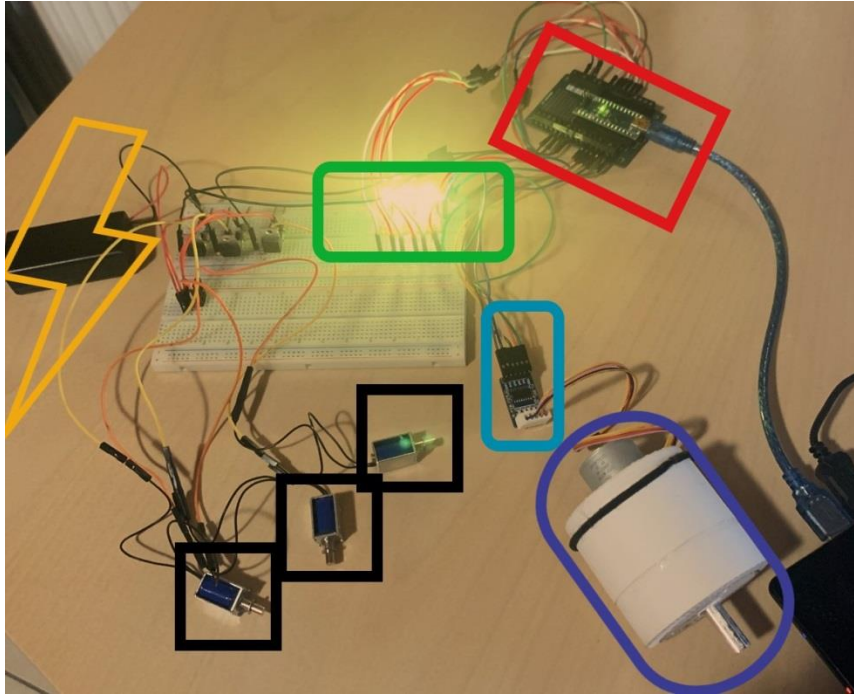
Στο παραπάνω σχηματικό τα κυριότερα μέρη του κυκλώματος βρίσκονται σε χρωματιστά πλαίσια. Συγκεκριμένα:

- Κίτρινο: Εξωτερική πηγή τάσης
- Μοβ: Σταθεροποιητής τάσης που παρέχει 5V στην άνοδο των φωτοдиодων
- Πράσινο: Φωτοдиодοι πράσινο-κόκκινο-μπλε
- Μπλε: Βηματικός κινητήρας
- Γαλάζιο: Οδηγός βηματικού κινητήρα
- Μαύρο: Κλείδωμα συσκευής με push – pull solenoids
- Ο μικροελεγκτής αναγράφεται με την ονομασία Arduino Nano

4. Κατασκευή του πρωτότυπου κυκλώματος

Στο στάδιο αυτό, στηριζόμενοι στον σχεδιασμό που προηγήθηκε και στην επιλογή των εξαρτημάτων, αναπτύσσεται η πρώτη φυσική μορφή του κυκλώματος. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι συστατικές παράμετροι όπως τα χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων, ο τρόπος συνδεσμολογίας και η διάταξη του κυκλώματος σε breadboard, λαμβάνουν σάρκα και οστά. Με την ολοκλήρωση της κατασκευής, το πρωτότυπο κύκλωμα υποβάλλεται σε δοκιμές και αξιολόγηση για την επαλήθευση της λειτουργικότητάς του.

Με βάση τη σηματοδότηση των κύριων μερών του κυκλώματος, που προηγήθηκε στο προηγούμενο βήμα, παρατίθεται η πρωτότυπη κυκλωματική διάταξη:



Εικόνα 47: Πρωτότυπη κυκλωματική διάταξη

5. Προγραμματισμός – Σύνταξη κώδικα

Το στάδιο του προγραμματισμού της ηλεκτρονικής συσκευής μέσω του περιβάλλοντος *Arduino IDE* είναι ουσιαστικό για την επίτευξη της λειτουργικότητας και επιθυμητής συμπεριφοράς της συσκευής. Κατά τη διαδικασία του προγραμματισμού ορίζονται οι απαραίτητες μεταβλητές, οι δομές δεδομένων και οι συναρτήσεις που απαιτούνται για τις λειτουργίες της συσκευής. Έπειτα, αναπτύσσεται ο κώδικας που καθορίζει τις ενέργειες που πρέπει να εκτελεστούν ανάλογα με τις συνθήκες που παρουσιάζονται. Ο κώδικας απαρτίζεται από τις παρακάτω διεργασίες που επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες στο κύκλωμα της συσκευής.

Ακολουθεί ο κώδικας με τον οποίο πραγματοποιείται ο χειρισμός των φωτοдиодων τόσο για το άναμμα και το σβήσιμο, όσο και για την επιλογή του επιθυμητού χρώματος. Αξίζει να σημειωθεί ότι εφόσον οι φωτοдиодοι έχουν κοινή άνοδο, ο κώδικας εμφανίζει αντίστροφη λογική. Δηλαδή, για το άναμμα ενός χρώματος με χρήση αναλογικού πιν, πρέπει να χρησιμοποιηθεί η τιμή «0» και αντίστροφα, για το σβήσιμο χρησιμοποιείται η τιμή «255».

RGB LED Function

```
const int redLEDs[] = {A0, A2, A4};
const int greenLEDs[] = {A1, A3, A5};
const int numLEDs = 3;

void setup() {
  for (int i = 0; i < numLEDs; i++) {
    pinMode(redLEDs[i], OUTPUT);
```

```

    pinMode(greenLEDs[i], OUTPUT);
  }
}

void loop() {
  // Κόκκινο
  for (int i = 0; i < numLEDs; i++) {
    analogWrite(redLEDs[i], 0);
    analogWrite(greenLEDs[i], 255);
  }
  delay(5000); // Καθυστέρηση 5 δευτερολέπτων

  // Πορτοκαλί
  for (int i = 0; i < numLEDs; i++) {
    analogWrite(redLEDs[i], 0);
    analogWrite(greenLEDs[i], 0); //
  }
  delay(5000); // Καθυστέρηση 5 δευτερολέπτων

  // Πράσινο
  for (int i = 0; i < numLEDs; i++) {
    analogWrite(redLEDs[i], 255);
    analogWrite(greenLEDs[i], 0);
  }
  delay(5000); // Καθυστέρηση 5 δευτερολέπτων
}

```

Ακολουθεί ο κώδικας της διεργασίας που ελέγχει τη λειτουργία του βηματικού κινητήρα. Αρχικά, εισάγεται η απαραίτητη βιβλιοθήκη για την αρχικοποίηση και προγραμματισμό του βηματικού κινητήρα. Στον κώδικα ορίζονται τα βήματα του κινητήρα για μία πλήρη περιστροφή, τα pin με τα οποία επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή και η ταχύτητα περιστροφής του. Ο βηματικός κινητήρας εκτελεί δεξιόστροφη κίνηση για 50 βήματα, τα οποία αντιστοιχούν στην πρώτη αλλαγή των υποδοχών φαρμάκων των τμημάτων των φαρμακευτικών αγωγών.

Stepper Motor Function

```

#include <Stepper.h>

const int stepsPerRevolution = 200; // Ορίζεται ο αριθμός των βημάτων του
βηματικού κινητήρα
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8, 9, 10, 11); // Ορίζονται τα pin
διασύνδεσης του βηματικού κινητήρα με τον μικροελεγκτή

void setup() {
  myStepper.setSpeed(64); // Ορίζεται η ταχύτητα του βηματικού κινητήρα
}

void loop() {
  // Περιστροφή δεξιόστροφα για 50 βήματα
  myStepper.step(320);
}

```

```

delay(10000); // Παύση για 10 δευτερόλεπτα

// Επιστροφή στην αρχική θέση δεξιόστροφα
myStepper.step(1800);

while (true) {
    // Παύση και τερματισμός
}
}

```

Ακολουθεί ο κώδικας της διεργασίας που ελέγχει τη λειτουργία των κλειδαριών solenoid. Στην παρακάτω υλοποίηση πραγματοποιείται ο προγραμματισμός της λειτουργίας ενός μόνο solenoid, ωστόσο η ίδια διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί για τη διαχείριση και των υπόλοιπων solenoid. Είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψη ο κύκλος λειτουργίας του εξαρτήματος. Ο κύκλος λειτουργίας του εξαρτήματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\text{Duty cycle} = \frac{\text{time on}}{\text{time on} + \text{time off}} \times 100$$

Στην περίπτωση του solenoid που χρησιμοποιείται, ο κύκλος λειτουργίας του εξαρτήματος είναι 25%. Αυτό, σύμφωνα με τον προηγούμενο τύπο μεταφράζεται ως:

$$25\% = 5 / (5 + 15) \times 100$$

Δηλαδή, για κάθε 5 δευτερόλεπτα λειτουργίας, ακολουθούν 15 δευτερόλεπτα παύσης. Αυτό εξασφαλίζει την ορθή λειτουργία του solenoid, χωρίς να το επιβαρύνει και να θέτει το κύκλωμά σε αστοχία ή κίνδυνο.

Solenoid Function

```

const int solenoid_1_Pin = 2; // Αντιστοίχιση του pin του solenoid με το
pin 2

void setup() {
    pinMode(solenoid_1_Pin, OUTPUT); // Ορισμός του pin ως έξοδος
}

void loop() {
    activateSolenoid_1();
    delay(5000); // Περίμενε 5 δευτερόλεπτα
    deactivateSolenoid_1();
    delay(15000);
}

void activateSolenoid_1() {
    digitalWrite(solenoid_1_Pin, HIGH); // Ενεργοποίηση του solenoid
}

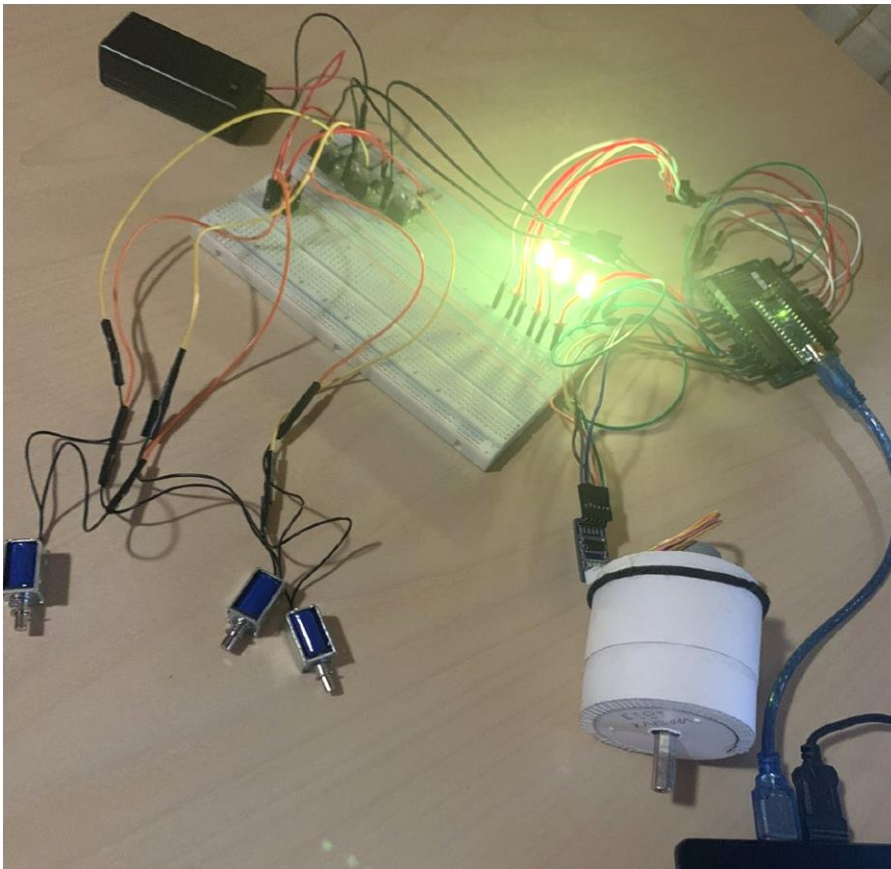
```

```
void deactivateSolenoid_1() {  
    digitalWrite(solenoid_1_Pin, LOW); // Απενεργοποίηση του solenoid  
}
```

6. Δοκιμές και βελτιώσεις

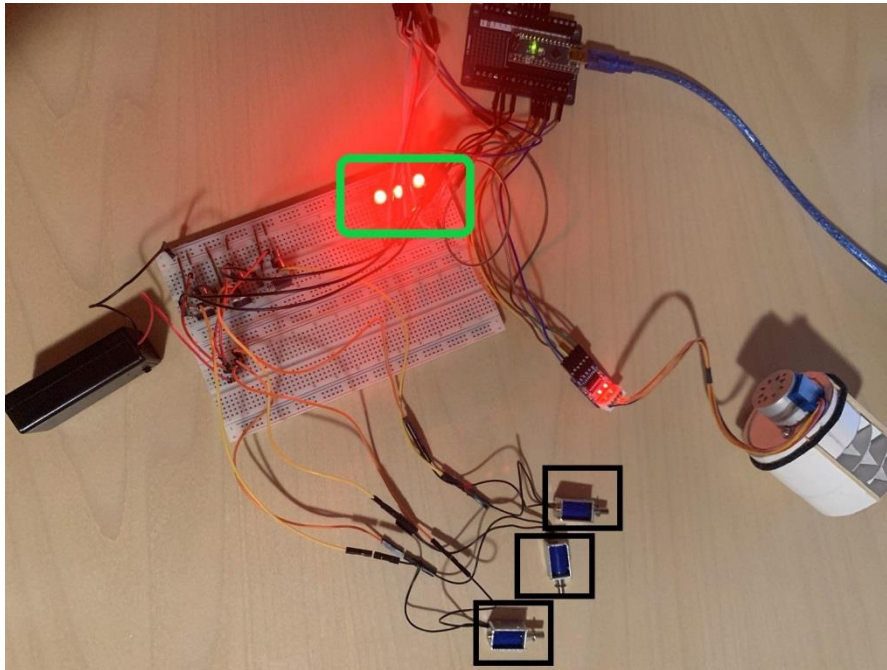
Μετά τη συναρμολόγηση και τη συγγραφή του κώδικα, η κυκλωματική διάταξη υποβάλλεται σε δοκιμές προκειμένου να βεβαιωθεί ότι πραγματοποιεί τις επιθυμητές λειτουργίες. Δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην εκτέλεση κάθε λειτουργίας ξεχωριστά αλλά και ταυτόχρονα, καθώς η λειτουργία της συσκευής πρέπει να είναι ομαλή και αδιάλειπτη. Σε περίπτωση εμφάνισης σφαλμάτων που αφορούν είτε το κύκλωμα, είτε τον κώδικα, ακολουθεί εντοπισμός και αποσφαλμάτωση.

Αρχικά η συσκευή ενεργοποιείται και παραμένει σε κατάσταση αναμονής. Για το σκοπό αυτό οι τρεις φωτοдиодοι, που υποδηλώνουν την κατάσταση του κυκλώματος, ανάβουν σε χρώμα κίτρινο. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται «Κατάσταση αναμονής».



Εικόνα 48: Η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση αναμονής

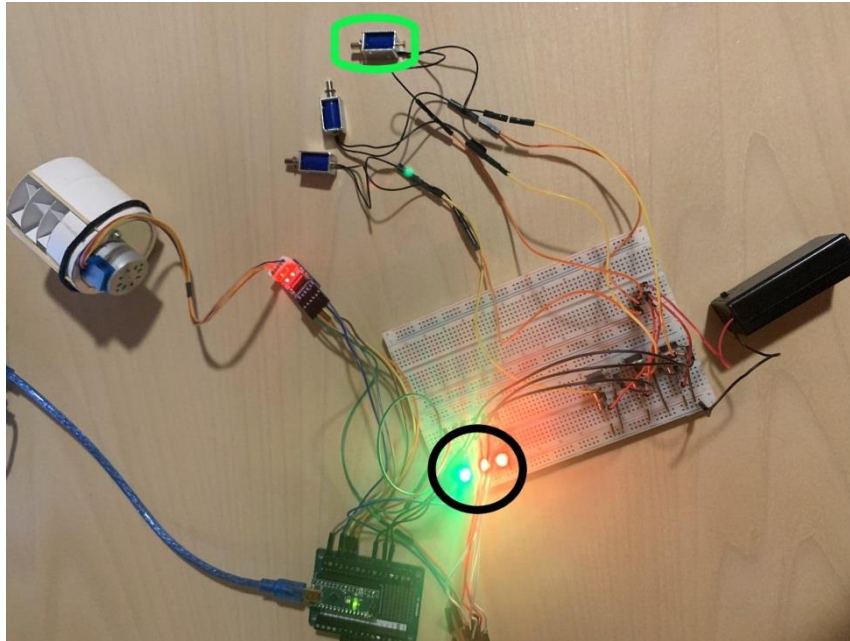
Στη συνέχεια, εφόσον δοθεί εντολή για τη λήψη φαρμάκου από την πρώτη φαρμακευτική αγωγή, ο βηματικός κινητήρας περιστρέφεται για να φέρει το χάπι έμπροσθεν της θύρας λήψης φαρμάκων. Όσο πραγματοποιείται περιστροφή του βηματικού κινητήρα, οι κλειδαριές των θυρών λήψης φαρμάκου παραμένουν σε κατάσταση «push», δηλαδή κλειδωματος, ενώ ταυτόχρονα οι φωτοдиодοι ανάβουν με χρώμα κόκκινο, υποδηλώνοντας ότι δε δύναται να πραγματοποιηθεί οποιαδήποτε λήψη φαρμάκου οποιασδήποτε φαρμακευτικής αγωγής. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται « Εύρεση απαιτούμενου φαρμάκου».



Εικόνα 49: Η συσκευή πραγματοποιεί εύρεση του απαιτούμενου φαρμάκου

Εφόσον η συσκευή πραγματοποιήσει με επιτυχία την εύρεση του απαιτούμενου φαρμάκου, μεταβαίνει στο στάδιο της διανομής. Στο στάδιο αυτό ο βηματικός κινητήρας έχει σταματήσει να περιστρέφεται τοποθετώντας με αυτόν τον τρόπο το τμήμα του διανομέα φαρμάκων σε συστοιχία με την αντίστοιχη θύρα λήψης φαρμάκων. Η παύση του κινητήρα μπορεί να καθοριστεί μέσω του κώδικα προγραμματισμού της συσκευής. Ανάλογα με την περίπτωση, ένα χρονικό διάστημα της τάξης των 10 έως 20 δευτερολέπτων είναι αρκετό ώστε ο χρήστης να προλάβει να ανοίξει τη θύρα λήψης φαρμάκων, να λάβει το χάπι και τέλος να κλείσει τη θύρα λήψης φαρμάκων. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αυτής, το solenoid που εξυπηρετεί το ρόλο της κλειδαριάς, μεταβαίνει σε κατάσταση «pull», δηλαδή ξεκλειδώνει, ενώ ταυτόχρονα η αντίστοιχη φωτοдиодος της φαρμακευτικής αγωγής ανάβει πράσινη υποδηλώνοντας στο χρήστη ότι μπορεί να ξεκινήσει τη διαδικασία λήψης του φαρμάκου του. Τονίζεται ότι σε κάθε διαδικασία λήψης φαρμάκου, ενεργοποιείται μόνο ένα τμήμα φαρμακευτικής αγωγής και ξεκλειδώνει η αντίστοιχη κλειδαριά. Αυτό συμβαίνει ώστε ο

χρήστης να μην έχει πρόσβαση στις άλλες φαρμακευτικές αγωγές που λαμβάνονται σε άλλες χρονικές περιόδους της ημέρας. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται η αποφυγή λήψης εσφαλμένης φαρμακευτικής αγωγής ή η δυνατότητα ελέγχου των φαρμακευτικών αγωγών του ασθενή από τρίτο άτομο ή πάροχο υγείας. Η κατάσταση αυτή ονομάζεται «Κατάσταση λήψης φαρμάκου».



Εικόνα 50: Η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση λήψης φαρμάκου

Τέλος, εφόσον πραγματοποιηθεί η διαδικασία λήψης φαρμάκου, οποιαδήποτε θύρα λήψης φαρμάκου είχε ενεργοποιηθεί κλειδώνει. Η αντίστοιχη φωτοдиодος ανάβει σε χρώμα κόκκινο και ξεκινάει η περιστροφή του βηματικού κινητήρα έως ότου φτάσει στη θέση αφετηρίας (αρχική θέση). Με το που φτάσει στη θέση αυτή, ο βηματικός κινητήρας απενεργοποιείται και οι φωτοдиодοι ανάβουν σε χρώμα κίτρινο. Η συσκευή επιστρέφει σε κατάσταση αναμονής. Μετά την πάροδο ορισμένου χρονικού διαστήματος, το οποίο μπορεί να καθοριστεί μέσω του κώδικα προγραμματισμού της συσκευής, η συσκευή μπορεί από κατάσταση αναμονής να τερματίσει. Αυτή κατάσταση ονομάζεται «Κατάσταση τερματισμού συσκευής».

7. Σχεδίαση και κατασκευή του οριστικού κυκλώματος

Αφού επιβεβαιωθεί ότι το κύκλωμα εκτελεί τις επιθυμητές λειτουργίες, το κύκλωμα μπορεί να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί μόνιμα σε πλακέτα PCB. Για τη σχεδίαση σε PCB χρησιμοποιείται το υπάρχον σχηματικό που αναπτύχθηκε μέσω του λογισμικού *Autodesk EAGLE* στο 3^ο στάδιο.

5. Επίλογος

5.1 Σύνοψη και συμπεράσματα

Η συσκευή που αναπτύχθηκε αποτελεί ένα σημαντικό βήμα προς τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης και την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζουν πολλοί ασθενείς σε όλο τον κόσμο. Ο ρόλος της τεχνολογίας σε αυτό το πλαίσιο είναι ουσιώδης. Η χρήση αισθητήρων, μικροελεγκτών και ασύρματης επικοινωνίας επιτρέπει τη δημιουργία μιας έξυπνης συσκευής που μπορεί να ενσωματώσει πολλαπλές λειτουργίες με στόχο τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης.

Ο συνδυασμός της παρούσας συσκευής με μία εξειδικευμένη εφαρμογή κινητής και ηλεκτρονικής υγείας μπορεί να προσδώσει διαφορετικό χαρακτήρα στη φαρμακοθεραπεία. Μεταξύ άλλων ο συνδυασμός αυτός μπορεί να επιτρέπει τη συστηματική παρακολούθηση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης των ασθενών και να παρέχει έναν μηχανισμό ειδοποίησης για τη λήψη των φαρμάκων τους. Αυτό είναι κρίσιμο για την εξασφάλιση ότι οι ασθενείς ακολουθούν το θεραπευτικό τους πρόγραμμα με ακρίβεια.

Επιπλέον, η συσκευή μπορεί κατόπιν επεκτάσεων, να υποστηρίξει τη συλλογή δεδομένων σχετικά με τη φαρμακευτική συμμόρφωση των ασθενών. Η χρήση τεχνολογίας νέφους επιτρέπει τη συλλογή και ανάλυση των δεδομένων σε μεγάλη κλίμακα, προσφέροντας εξατομικευμένες λύσεις για την παρακολούθηση και την προαγωγή της φαρμακευτικής συμμόρφωσης. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να αξιολογούνται από τους αρμόδιους φροντιστές υγείας και να χρησιμοποιούνται για περαιτέρω βελτιώσεις στο θεραπευτικό πρόγραμμα του ασθενούς.

Η συσκευή αυτή προσφέρει μια πρακτική και αποτελεσματική λύση για την βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης, η οποία μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στην υγεία και την ποιότητα ζωής των ασθενών, καθώς και στην μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης. Συγκεκριμένα:

- Η συνεχής παρακολούθηση και η ειδοποίηση για τη λήψη των φαρμάκων βελτιώνουν τη φαρμακευτική συμμόρφωση των ασθενών, βοηθώντας στην αποτελεσματική διαχείριση των παθήσεών τους. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε λιγότερες νοσηλείες και μειωμένο κόστος για την υγειονομική περίθαλψη.
- Η συσκευή επιτρέπει την προσωπική παρακολούθηση και φροντίδα των ασθενών, λαμβάνοντας υπόψη τις ανάγκες κάθε ατόμου. Αυτή η εξατομίκευση βελτιώνει την ποιότητα της θεραπείας.

- Η συσκευή συμβάλλει στην πρόληψη ανεπιθύμητων φαρμακευτικών ενεργειών και επιπλοκών που μπορεί να προκύψουν από συνδυασμό φαρμάκων ή λάθος των ασθενών. Αυτό συνεπάγεται μείωση του κόστους της υγειονομικής περίθαλψης και των νοσηλείων.
- Οι ασθενείς δεν χρειάζεται να ξοδεύουν μεγάλο μέρος του χρόνου τους για τη λήψη φαρμάκων και την παρακολούθηση των θεραπειών τους. Αυτός ο χρόνος μπορεί να αξιοποιηθεί για άλλες δραστηριότητες και εργασίες.
- Η συλλογή δεδομένων σχετικά με τη φαρμακευτική συμμόρφωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για έρευνες στον τομέα της υγείας και της ιατρικής, βελτιώνοντας με αυτόν τον τρόπο τη φαρμακοθεραπεία.

Συνολικά, η συσκευή αυτή ανοίγει νέους δρόμους για τη βελτίωση της φαρμακευτικής συμμόρφωσης, την αντιμετώπιση των υγειονομικών προκλήσεων και την εξοικονόμηση χρόνου και κόστους. Είναι ένα σημαντικό βήμα προς τη βελτίωση της υγείας και της ποιότητας ζωής των ασθενών και τη μείωση του φορτίου στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης.

5.2 Μελλοντικές επεκτάσεις

Καθώς η συσκευή δε δύναται να λειτουργήσει αυτόνομα και να προσφέρει ένα ολοκληρωμένο πακέτο υποστήριξης της φαρμακοθεραπείας, κρίνεται αναγκαία η ανάπτυξη μίας ηλεκτρονικής κινητής εφαρμογής η οποία θα οργανώνει και ελέγχει τη φαρμακευτική αγωγή του ασθενούς μέσω της έξυπνης συσκευής χαπιών. Έτσι, ο χρήστης ή ο φροντιστής θα μπορούσε να διατηρεί το προσωπικό του ημερολόγιο, να γνωρίζει την πορεία της φαρμακοθεραπείας και να εξάγει συμπεράσματα σχετικά με τη φαρμακευτική συμμόρφωση.

Ωστόσο, η συσκευή που αναπτύχθηκε μπορεί να λειτουργήσει ως βάση για περαιτέρω βελτιώσεις και επεκτάσεις. Για το λόγο αυτό προτείνονται μερικές πιθανές μελλοντικές διατάξεις.

1. Διασύνδεση έξυπνης συσκευής χαπιών με κινητή εφαρμογή υγείας. Αυτή η διασύνδεση μπορεί να επιτευχθεί με προσαρμογή κατάλληλου Bluetooth Module, που θα επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ της έξυπνης συσκευής και του κινητού.
2. Χρήση διάφορων οπτικοακουστικών μέσων για την εξατομίκευση της εμπειρίας του εκάστοτε χρήστη. Αν και μικρή, η έξυπνη συσκευή χαπιών μπορεί να υποστηρίξει την προσαρμογή μίας LCD οθόνης ή ενός ηχείου. Η LCD οθόνη μπορεί να χρησιμεύσει στην αναπαραγωγή ενδείξεων ή οδηγιών για τη διευκόλυνση της εμπειρίας του χρήστη. Αντίστοιχα, το ηχείο σε συνδυασμό με μία κάρτα μνήμης μπορεί να αναπαράγει

διαφορετικούς ήχους ανάλογα με την επιθυμία του χρήστη ή την κατάσταση της συσκευής.

3. Προσαρμογή αισθητήρων υπερήχων για την αναγνώριση απομάκρυνσης του χαπιού από το τμήμα της φαρμακευτικής αγωγής κατά τη διαδικασία λήψης των φαρμάκων. Οι αισθητήρες υπερήχων χρησιμοποιούν τον ήχο υψηλής συχνότητας για να ανιχνεύσουν την παρουσία αντικειμένων. Κατατοπίζουν τον χρόνο που απαιτείται για την αντανάκλαση των υπερήχων από αντικείμενα και μπορούν να ανιχνεύσουν αν ένα αντικείμενο είναι παρόν στον χώρο. Έτσι θα μπορεί να ελεγχθεί κατά τη διαδικασία λήψης φαρμάκων, εάν το χάπι έχει απομακρυνθεί από τον χρήστη. Αυτό μπορεί να μας προσφέρει την πληροφορία εάν ο χρήστης έχει ή δεν έχει στην κατοχή του την απαιτούμενη φαρμακευτική αγωγή.
4. Τέλος, η φορητότητα και το μέγεθος της συσκευής την καθιστούν επιρρεπή σε απώλεια ή κλοπή. Η τοποθέτηση ενός GPS Module μπορεί να δώσει λύση στο παραπάνω πρόβλημα. Έτσι ο χρήστης ή φροντιστής θα βρίσκεται ανά πάσα στιγμή σε θέση να εντοπίσει το στίγμα της συσκευής.

Βιβλιογραφία

- [1] A. J. Adams και S. F. Stolpe, 'Defining and Measuring Primary Medication Nonadherence: Development of a Quality Measure.', *J. Manag. care Spec. Pharm.*, τ. 22, τχ. 5, σσ 516–523, Μαΐου 2016, doi: 10.18553/jmcp.2016.22.5.516.
- [2] V. Kaleva, 'Adherence to medication', *Pediatriya*, τ. 55, τχ. 2, σσ 68–69, 2015, doi: 10.1056/nejmra050100.
- [3] S. Lee, L. Jiang, D. Dowdy, Y. A. Hong, και M. G. Ory, 'Peer Reviewed: Attitudes, Beliefs, and Cost-Related Medication Nonadherence Among Adults Aged 65 or Older With Chronic Diseases', *Prev. Chronic Dis.*, τ. 15, 2018.
- [4] L. Midão, A. Giardini, E. Menditto, P. Kardas, και E. Costa, 'Adherence to Medication in Older Adults as a Way to Improve Health Outcomes and Reduce Healthcare System Spending', στο *Gerontology*, G. D'Onofrio, A. Greco, και D. Sancarlo, Επιμ. Rijeka: IntechOpen, 2017.
- [5] H. K. Jin, Y. H. Kim, και S. J. Rhie, 'Factors affecting medication adherence in elderly people', *Patient Prefer. Adherence*, τ. 10, σσ 2117–2125, 2016, doi: 10.2147/PPA.S118121.
- [6] K. Moomba και B. Van Wyk, 'Social and economic barriers to adherence among patients at Livingstone General Hospital in Zambia.', *African J. Prim. Heal. care Fam. Med.*, τ. 11, τχ. 1, σσ e1–e6, Απριλίου 2019, doi: 10.4102/phcfm.v11i1.1740.
- [7] G. R. Issn, 'Φάρμακα , Επιστήμη και Πολιτική : Ένας δύσκολος συμβιβασμός'.
- [8] D. Karagiannis, K. Mitsis, και K. S. Nikita, 'Development of a Low-Power IoMT Portable Pillbox for Medication Adherence Improvement and Remote Treatment Adjustment', *Sensors*, τ. 22, τχ. 15, 2022, doi: 10.3390/s22155818.
- [9] A. F. Yap, T. Thirumoorthy, και Y. H. Kwan, 'Systematic review of the barriers affecting medication adherence in older adults.', *Geriatr. Gerontol. Int.*, τ. 16, τχ. 10, σσ 1093–1101, Οκτωβρίου 2016, doi: 10.1111/ggi.12616.
- [10] W. H. Organization, 'Adherence to long-term therapies : evidence for action'. World Health Organization, σ 196 p., 2003.
- [11] S. R. Hahn, 'Patient-centered communication to assess and enhance patient adherence to glaucoma medication.', *Ophthalmology*, τ. 116, τχ. 11 Suppl. 2009, doi: 10.1016/j.ophtha.2009.06.023.
- [12] 'A systematic review of the associations between dose regimens and medication compliance - PubMed'. Ημερομηνία πρόσβασης: Μαρτίου 22, 2021. [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11558866/>.
- [13] M. T. Brown, J. Bussell, S. Dutta, K. Davis, S. Strong, και S. Mathew, 'Medication Adherence: Truth and Consequences', *Am. J. Med. Sci.*, τ. 351, τχ. 4, σσ 387–399, Απριλίου 2016, doi: 10.1016/j.amjms.2016.01.010.
- [14] S. D. Saini, P. Schoenfeld, K. Kaulback, και M. C. Dubinsky, 'Effect of medication dosing frequency on adherence in chronic diseases.', *The American journal of managed care*, τ. 15, τχ. 6. 2009.
- [15] C. I. Coleman, M. S. Roberts, D. M. Sobieraj, S. Lee, T. Alam, και R. Kaur, 'Effect of dosing

- frequency on chronic cardiovascular disease medication adherence’, *Curr. Med. Res. Opin.*, τ. 28, τχ. 5, σσ 669–680, Μαΐου 2012, doi: 10.1185/03007995.2012.677419.
- [16] The Task Force for Compliance, ‘Noncompliance with Medications: An Economic Tragedy with Important Implications for Health Care Reform’, τχ. April 1994, 1994.
- [17] A. J. Scheen, ‘[Medication compliance].’, *Rev. Med. Liege*, τ. 54, τχ. 11, σσ 854–858, Νοεμβρίου 1999.
- [18] R. L. Cutler, F. Fernandez-Llimos, M. Frommer, C. Benrimoj, και V. Garcia-Cardenas, ‘Economic impact of medication non-adherence by disease groups: A systematic review’, *BMJ Open*, τ. 8, τχ. 1, 2018, doi: 10.1136/bmjopen-2017-016982.
- [19] S. Al-Arkee κ.ά., ‘Mobile Apps to Improve Medication Adherence in Cardiovascular Disease: Systematic Review and Meta-analysis.’, *J. Med. Internet Res.*, τ. 23, τχ. 5, σ e24190, Μαΐου 2021, doi: 10.2196/24190.
- [20] E. Fragkiadakis, K. V Dalakleidi, και K. S. Nikita, ‘Design and Development of a Sitting Posture Recognition System.’, *Annu. Int. Conf. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. IEEE Eng. Med. Biol. Soc. Annu. Int. Conf.*, τ. 2019, σσ 3364–3367, Ιουλίου 2019, doi: 10.1109/EMBC.2019.8856635.
- [21] D. Karagiannis, I. Maglogiannis, K. S. Nikita, και P. Tsanakas, ‘Hardware/Software Co-Design of a Low-Power IoT Fall Detection Device’, στο *Internet of Things. Technology and Applications*, 2022, σσ 146–159.
- [22] E. S. Adamidi, K. Mitsis, και K. S. Nikita, ‘Artificial intelligence in clinical care amidst COVID-19 pandemic: A systematic review’, *Comput. Struct. Biotechnol. J.*, τ. 19, σσ 2833–2850, 2021, doi: 10.1016/j.csbj.2021.05.010.
- [23] ‘amazon bestsellers drugstore’. https://www.amazon.de/-/en/gp/bestsellers/drugstore/27347580031/ref=pd_zg_hrsr_drugstore (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 07, 2023).
- [24] ‘ReviewMeta Pill Cases’. <https://reviewmeta.com/category/amazon/3764251> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 07, 2023).
- [25] J. T. Brian Krans, ‘healthline’, 2023. <https://www.healthline.com/health/best-medication-reminders> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 06, 2023).
- [26] ‘RedHawk Medical Products’. <https://redhawkmedicalproducts.com/> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 11, 2023).
- [27] ‘Sagely’. <https://www.livesagely.com/ourstory/> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 08, 2023).
- [28] ‘GOSUPPS.COM BIGGEST Supps Selection on EARTH!’ <https://www.gosupps.com/health-supps-brands/lizimandu.html> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 08, 2023).
- [29] ‘tradeKorea’. <https://shhuajiao.tradekorea.com/company.do> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 09, 2023).
- [30] ‘ezydose’. <https://ezydose.com/> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 10, 2023).
- [31] ‘e-pill Medication Reminders’. <https://www.epill.com/dispenser.html> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 11, 2023).
- [32] ‘MedMinderTM’. <https://webapp.medminder.com/orders/order-now?pid=6> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 12, 2023).

- [33] 'HERO'. <https://herohealth.com/our-product/?correlationId=c6e8595e-4c09-46d3-a71a-3b3824d53324> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 12, 2023).
- [34] 'MedaCube TM by PharmAdva'. <https://www.medacube.com/products/medacube> (ημερομηνία πρόσβασης Ιουλίου 08, 2023).
- [35] P. Id, 'Small Push-Pull Solenoid - 12VDC', [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.adafruit.com/product/412> 10-12-18.
- [36] S. Alike, 'Arduino Nano V2.3 User Manual', *Arduino*, σσ 1–5, 2008, [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>.
- [37] P. R. Manual, 'Arduino ® Nano Screw Terminal Adapter Target areas : Arduino ® Nano Screw Terminal Adapter Features', σσ 1–10, 2023.
- [38] S. V. Ratio, S. Angle, I. I. Frequency, I. O. Frequency, I. Torque, και S. Torque, 'Mouser Electronics'.
- [39] E. Caldas, '4 Phase ULN2003 Stepper Motor Driver PCB', σσ 4–6, 2020, [Έκδοση σε ψηφιακή μορφή]. Διαθέσιμο στο: <https://www.electronicoscaldas.com/datasheet/ULN2003A-PCB.pdf>.
- [40] 'RGB LED.pdf' . .
- [41] V. G. Semiconductor, 'Vishay General Semiconductor General Purpose Plastic Rectifier 1N4001 thru 1N4007 Vishay General Semiconductor', τχ. 1, σσ 1–5, 2002.
- [42] Q. Acting και F. Series, 'Type 0657P Type 0657P', σσ 2–5.
- [43] V. Siliconix, 'Vishay Siliconix PRODUCT SUMMARY SYMBOL TEST CONDITIONS', σσ 1–8, 2021.