ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ»

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ, ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ 3Δ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΣΕ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Φοιτήτρια: Ειρήνη Κατεχάκη, ΜΔΕ54
Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Παπουτσάκης, Επίκουρος Καθηγητής

©
2026

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ»

ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ, ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΔΡΑΣΤΙΚΗ ΟΠΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ 3Δ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟΥ ΣΕ ΠΛΑΤΦΟΡΜΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟΥ ΕΜΠΟΡΙΟΥ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Επιβλέπων: Κωνσταντίνος Παπουτσάκης, Επίκουρος Καθηγητής,
Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας,
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Κωνσταντίνος Παναγιωτάκης, Καθηγητής
Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας,
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

Γεώργιος Βασιλειάδης Επίκουρος Καθηγητής
Τμήμα Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας,
Ελληνικό Μεσογειακό Πανεπιστήμιο

HELLENIC MEDITERRANEAN UNIVERSITY
SCHOOL OF MANAGEMENT AND ECONOMICS SCIENCE
DEPARTMENT OF MANAGMENENT SCIENCE AND TECHNOLOGY

MSc in
MANAGEMENT AND DIGITAL TRANSFORMATION

DEVELOPMENT OF A SYSTEM FOR THE DESIGN, CONFIGURATION AND INTERACTIVE VISUALIZATION OF 3D CONTENT IN E-COMMERCE PLATFORMS

MASTER THESIS

Student : Eirini Katechaki, MDE54
Supervisor : Konstantinos Papoutsakis, Assistant Professor

©
2026

Υπεύθυνη Δήλωση *: Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στη διπλωματική εργασία. Επίσης έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Επίσης βεβαιώνω ότι αυτή η διπλωματική εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά ειδικά για τις απαιτήσεις του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών Διοίκηση και Ψηφιακός Μετασχηματισμός του Τμήματος Διοικητικής Επιστήμης και Τεχνολογίας του ΕΛΜΕΠΑ.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο την υλοποίηση ενός 3D configurator για την οπτικοποίηση και εξατομίκευση προϊόντων σε ιστοσελίδες ηλεκτρονικού εμπορίου. Στόχος της είναι η ανάπτυξη ενός συστήματος στο οποίο ο χρήστης θα μπορεί να επεξεργαστεί τα προϊόντα του ηλεκτρονικού καταστήματος ως προς το χρώμα, το υλικό και τα χαρακτηριστικά τους, με δυνατότητα περιστροφής και zoom των αντικειμένων για πλήρη εικόνα του τελικού αποτελέσματος. Η προεπισκόπηση των αντικειμένων θα γίνεται μέσω ενός 3D Viewer που θα προσφέρει άμεση ανατροφοδότηση κατά τη διάρκεια της εξατομίκευσης του προϊόντος.

Για την υλοποίηση της εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι τεχνολογίες:

- Blender για τη δημιουργία των 3D μοντέλων
- HTML, CSS και JavaScript για την ανάπτυξη του frontend της ιστοσελίδας και Three.js για τον 3D Viewer.
- Node.js για την υλοποίηση του server και τη διαχείριση των δεδομένων.

Το σύστημα θα προσφέρει στον χρήστη τον απόλυτο έλεγχο πάνω στο τελικό προϊόν, επιτρέποντάς του να το προσαρμόσει στις ανάγκες του. Τα αναμενόμενα αποτελέσματα αυτού του συστήματος είναι η μείωση της αβεβαιότητας του καταναλωτή και η αύξηση των ποσοστών μετατροπής στις διαδικτυακές πωλήσεις.

Λέξεις Κλειδιά: 3D Product Configurator, Ηλεκτρονικό Εμπόριο, Παραμετροποίηση Προϊόντων, Τρισδιάστατη Οπτικοποίηση, Εμπειρία Χρήστη

ABSTRACT

The purpose of the present thesis is the implementation of a 3D configurator for the visualization and personalization of products sold on e-commerce websites. The aim is to develop a system in which the user will be able to edit the products in terms of color, material and other features, providing rotation and zoom of the product for better understanding of the final result. The system's 3D Viewer offers dynamic visual feedback during the personalization process.

The implementation of the thesis utilized the following technologies:

- Blender for the creation of the 3D models.
- HTML, CSS and JavaScript for the development of the front end of the website and Three.js for the 3D Viewer.
- Node.js for the implementation of the server and the data management.

The 3D configurator offers better control over the final product, allowing the user to tailor it to their needs. The implementation is expected to reduce customer uncertainty and increase conversion rates in e-commerce websites.

Key Words : 3D Product Configurator, E-commerce, Mass Customization, 3D Visualization, User Experience (UI/UX)

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ v
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ vi
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1
1.1. Σημασία του 3D Configurator στο ηλεκτρονικό εμπόριο 1
1.2. Στόχοι της εργασίας 2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 3
ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ 3
2.1 Στατιστικά του ηλεκτρονικού εμπορίου 3
2.1.1 Διεθνώς 3
2.1.2 Στην Ευρώπη 5
2.2 Τεχνολογικές τάσεις του Ηλεκτρονικού Εμπορίου 6
2.3 Επιτυχημένοι Configurators στο E-commerce 8
2.3.1 IKEA Room Planner 8
2.3.2. Nike By You 11
2.3.3. Ray-Ban Remix – Προσαρμογή Γυαλιών Ηλίου 13
2.3.4. Συμπεράσματα Ανάλυσης των Παραδειγμάτων 14
2.4. Οφέλη Εξατομίκευσης Προϊόντων στο Εμπόριο 14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 16
ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ 16
3.1. Κύρια Χαρακτηριστικά του Configurator 16
3.2. Αρχές Σχεδίασης Χρήστη και Διεπαφής (UI/UX) 17
3.3. Αρχιτεκτονική Συστήματος 17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 19
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ 19
4.1. Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν 19
4.2. Περιβάλλον Ανάπτυξης 20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 21
ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ PROJECT 21
5.1. Ταξινόμηση αρχείων του Project 21
5.2. Front end 22
5.2.1. HTML 22
5.2.2. CSS 27
5.2.3. JavaScript 28
5.2.4. 3D Μοντέλα 29
5.2.5. Εικόνες 29

5.2.6. Υφές 29
5.3. Back end 30
5.4. Ροή Δεδομένων – PostgreSQL και LocalStorage 31
5.4.1 Αποθήκευση Δεδομένων στη Βάση (PostgreSQL) 32
5.4.2. Αποθήκευση Δεδομένων σε Guest Mode (localStorage) 37
5.5. Λειτουργίες του 3D Configurator 37
5.5.1. Φόρτωση και Απεικόνιση 3D Μοντέλων 37
5.5.2. Παραμετροποίηση Προϊόντων (Parts και Versions) 38
5.5.3. Αλλαγή Υλικών, Χρωμάτων και Διαδραστικότητα 38
5.5.4. Αποθήκευση, Φόρτωση και Επεξεργασία Σχεδίων 39
5.5.4.1. Αποθήκευση Σχεδίων 39
5.5.4.2. Φόρτωση Παραμετροποιημένων Σχεδίων 40
5.5.4.3. Ενημέρωση ή Δημιουργία Νέου Σχεδίου 40
5.5.5. Προσθήκη προϊόντος στο καλάθι 41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 42
ΣΕΝΑΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 42
6.1. Σενάριο 1: Δημιουργία Σχεδίου Τραπεζιού από την Αρχή 42
6.2. Σενάριο 2: Φόρτωση και Επεξεργασία Ήδη Υπάρχοντος Σχεδίου Καρέκλας 44
6.3.Σενάριο 3: Δημιουργία και στη Συνέχεια Επανατροποποίηση Σχεδίου για Παγκάκι 47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 50
ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ 50
7.1. Αναμενόμενα Αποτελέσματα 50
7.2. Περιορισμοί Υλοποίησης 52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 53
ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ 53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 55
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ 55
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α 60
ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ 60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β 61
SQL ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ 61

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Ο πίνακας USERS της βάσης δεδομένων της εργασίας 33
Πίνακας 2: Ο πίνακας DESIGNS της βάσης δεδομένων της εργασίας.....34
Πίνακας 3: Ο πίνακας CART της βάσης δεδομένων της εργασίας 35
Πίνακας 4: Ο πίνακας FEEDBACK της βάσης δεδομένων της εργασίας.....36
Πίνακας 5: Ο πίνακας ANALYTICS της βάσης δεδομένων της εργασίας 36
Πίνακας 6: Σύγκριση παραδοσιακής εμπειρίας e-commerce και εμπειρίας μέσω 3D Configurator.....51

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

3D – Three Dimensional (Τρισδιάστατος)

AR – Augmented Reality (Επαυξημένη Πραγματικότητα)

UI – User Interface (Διεπαφή Χρήστη)

UX – User Experience (Εμπειρία Χρήστη)

VR – Virtual Reality (Εικονική Πραγματικότητα)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια, η έντονη ανάπτυξη του διαδικτυακού εμπορίου και η αύξηση των ηλεκτρονικών αγορών έχουν ενισχύσει τον ανταγωνισμό μεταξύ των επιχειρήσεων. Η μεγάλη ποικιλία προϊόντων και καταστημάτων στη διάθεση του καταναλωτή έχουν οδηγήσει στην διαμόρφωση υψηλών προσδοκιών, πιέζοντας τις επιχειρήσεις να προσφέρουν εξατομικευμένες επιλογές σε εμπορεύματα και υπηρεσίες για να παραμείνουν ανταγωνιστικές.

Η ενσωμάτωση καινοτόμων τεχνολογιών συμβάλλει στην δημιουργία ανταγωνιστικού πλεονεκτήματος για τις επιχειρήσεις και την καλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων των πελατών (Criveanu, 2026). Στο πλαίσιο αυτό, η αξιοποίηση συστημάτων όπως ο 3D configurator σε καταστήματα ηλεκτρονικού εμπορίου, που θα παρέχουν στον καταναλωτή τα εργαλεία να δημιουργήσει το ιδανικό προϊόν για να καλύψει τόσο τις πρακτικές όσο και τις αισθητικές του ανάγκες, αναμένεται να ενισχύσει τη θέση των επιχειρήσεων που υιοθετούν αυτού του είδους τις τεχνολογίες.

1.1. Σημασία του 3D Configurator στο ηλεκτρονικό εμπόριο

Σύμφωνα με πρόσφατη μελέτη (Doro και Biel, 2025) η ενσωμάτωση τεχνολογιών για την 3D οπτικοποίηση των προϊόντων έχει ποικίλα οφέλη για τα ηλεκτρονικά καταστήματα, όπως η ενίσχυση των αλληλεπιδράσεων των χρηστών και η μείωση της αβεβαιότητας. Έτσι χτίζεται εμπιστοσύνη μεταξύ καταναλωτών και επιχειρήσεων, οδηγώντας σε υψηλότερα ποσοστά μετατροπής.

Ενσωματώνοντας ένα 3D configurator σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα, οι επιχειρήσεις θα μεταβιβάζουν στους πελάτες τον ρόλο του σχεδιαστή του τελικού προϊόντος. Το αποτέλεσμα θα είναι η δημιουργία ενός αντικειμένου που ικανοποιεί απόλυτα τον καταναλωτή χωρίς να τον αναγκάζει να συμβιβαστεί με κάτι λιγότερο από αυτό που επιθυμεί, αυξάνοντας τις πιθανότητες ολοκλήρωσης μιας αγοράς.

Ένα τέτοιο σύστημα θα επιτρέπει στον χρήστη να ορίσει αυτός τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που θέλει να αγοράσει, βλέποντας σε πραγματικό χρόνο και με μεγάλη λεπτομέρεια

το σχέδιό του, με τη βοήθεια ενός 3D Viewer. Επιτυγχάνει με αυτό τον τρόπο την καλύτερη κάλυψη των αναγκών του πελάτη και τη βελτίωση των επιδόσεων της επιχείρησης στην αγορά.

1.2. Στόχοι της εργασίας

Ο κύριος στόχος της εργασίας είναι η ανάπτυξη ενός 3D configurator για πλατφόρμες e-commerce, που θα δίνει στους καταναλωτές την ευκαιρία εξατομικεύουν τα προϊόντα που επιθυμούν να αγοράσουν. Ειδικότερα η εργασία στοχεύει στην δημιουργία μιας φιλικής προς τον χρήστη διεπαφής, με εργαλεία για την εύκολη διαμόρφωση ενός προϊόντος χωρίς να απαιτούνται ειδικές γνώσεις για την χρήση της. Το αναμενόμενο αποτέλεσμα είναι ένα σύστημα που βελτιώνει την εμπειρία του χρήστη, βοηθώντας τον να σχηματίσει μια ολοκληρωμένη εικόνα του προϊόντος, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει την απόδοση των ηλεκτρονικών καταστημάτων που το ενσωματώνουν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΑΓΟΡΑΣ

Σε παγκόσμιο επίπεδο, το ηλεκτρονικό εμπόριο έχει σημειώσει σημαντική ανάπτυξη, με παράγοντες όπως τα smartphones, η βελτιωμένη συνδεσιμότητα στο διαδίκτυο και η ευκολία των διαδικτυακών αγορών να συμβάλουν καθοριστικά σε αυτήν (Deloitte, 2023). Η συνεχής άνοδος του ηλεκτρονικού εμπορίου έχει οδηγήσει τις σύγχρονες επιχειρήσεις στην αναζήτηση νέων τεχνολογιών που θα τους προσφέρουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, με τους 3D configurators να αναδεικνύονται ως ένα από τα πιο καινοτόμα εργαλεία για αυτόν το σκοπό.

Εταιρίες με μεγάλο όνομα στην παγκόσμια αγορά, όπως η ΙΚΕΑ και η Nike, έχουν ενσωματώσει τέτοιες τεχνολογίες για τρισδιάστατη οπτικοποίηση και επεξεργασία προϊόντων, αποδεικνύοντας την αξία που προσδίδουν αυτά τα συστήματα στις επιχειρήσεις είτε με τη μορφή κερδών, είτε εμμέσως, με αύξηση της εμπιστοσύνης των πελατών.

Παρά τα πλεονεκτήματα που προσφέρει ένα τέτοιο σύστημα, η υλοποίησή του παραμένει τεχνικά απαιτητική, καθώς χρειάζονται εξειδικευμένα εργαλεία μοντελοποίησης και άμεση οπτικοποίηση για να επιτρέπει στον πελάτη να παρακολουθεί το αποτέλεσμα του προϊόντος που σχεδιάζει. Ταυτόχρονα, ο σχεδιασμός του συστήματος πρέπει να παραμένει φιλικός προς τον χρήστη, καθώς, σύμφωνα με τον Blazek (2023), ένας σημαντικός παράγοντας επιτυχίας ενός τέτοιου συστήματος είναι η παροχή μιας εύκολα κατανοητής διεπαφής που προσφέρει υποστήριξη και καθοδήγηση στους χρήστες μέσω ενός διαισθητικού μηχανισμού λειτουργίας. Ωστόσο, αν και η ανάπτυξη ενός 3D configurator αποτελεί τεχνολογική πρόκληση για τις επιχειρήσεις, η διαφοροποίηση που τους προσφέρει κάνουν μια τέτοια επένδυση να αξίζει.

2.1 Στατιστικά του ηλεκτρονικού εμπορίου

2.1.1 Διεθνώς

Η συνεχής ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου σε παγκόσμιο επίπεδο οδηγεί όλο και περισσότερους καταναλωτές να πραγματοποιήσουν τις αγορές τους μέσα από διαδικτυακά καταστήματα. Οι αγορές μέσω διαδικτύου, εκτός από μεγαλύτερη ποικιλία προϊόντων και

καταστημάτων, εξασφαλίζουν στον πελάτη και την άνεση να αφιερώσει όσο χρόνο επιθυμεί, οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας, χωρίς την ανάγκη φυσικής μετακίνησης.

Δεδομένα από το Shopify (2025) εκτιμούν ότι το 2026 οι παγκόσμιες πωλήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου θα φτάσουν τα 6,4 τρισεκατομμύρια δολάρια, ποσό αναμένεται να αγγίξει τα 7,89 τρισεκατομμύρια δολάρια έως το 2028. Παράλληλα υπολογίζεται ότι το 2026 οι πωλήσεις μέσω ηλεκτρονικού εμπορίου θα αντιπροσωπεύσουν το 21,1% των συνολικών πωλήσεων λιανικής με το νούμερο αυτό να αυξάνεται στο 22,5% έως το 2028. Τα παραπάνω στατιστικά αποδεικνύουν την σταθερή άνοδο του ηλεκτρονικού εμπορίου και την αυξανόμενη σημασία του στις σύγχρονες αγορές.

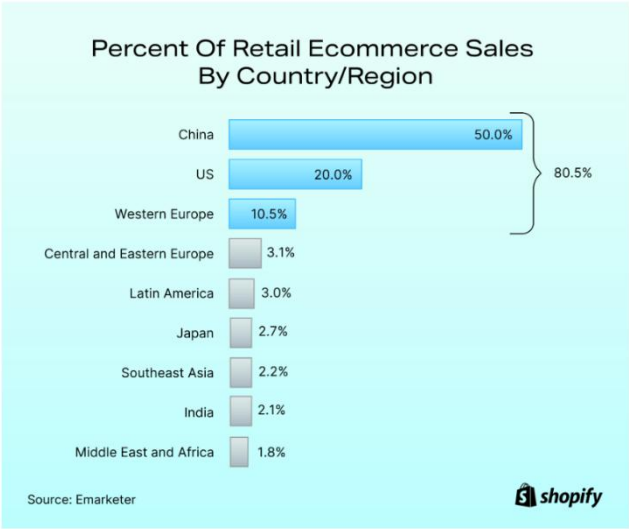
Retail ecommerce sales worldwide (2022–2028)

Year	Retail ecommerce sales (trillions)	% change
2022	$5.080	5.9%
2023	$5.580	9.6%
2024	$6.007	7.7%
2025	$6.419	6.8%
2026	$6.880	7.2%
2027	$7.375	7.2%
2028	$7.886	6.9%

Source: EMARKETER Forecast, Feb 2025

Εικόνα 1: Παγκόσμιες πωλήσεις λιανικής στο ηλεκτρονικό εμπόριο (2022-2028) – πηγή: Shopify

Πληροφορίες από την ίδια πηγή αναφέρουν ότι η Κίνα, οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Δυτική Ευρώπη αποτελούν τις μεγαλύτερες παγκόσμιες αγορές ηλεκτρονικού εμπορίου, καθώς αθροιστικά συνεισφέρουν περίπου στο 80% των παγκόσμιων online πωλήσεων. Η Κίνα εξακολουθεί να βρίσκεται στην κορυφή των παγκόσμιων εξαγωγέων, έχοντας συγχρόνως και τον ρόλο της μεγαλύτερης αγοράς e-commerce.



Source: EMARKETER

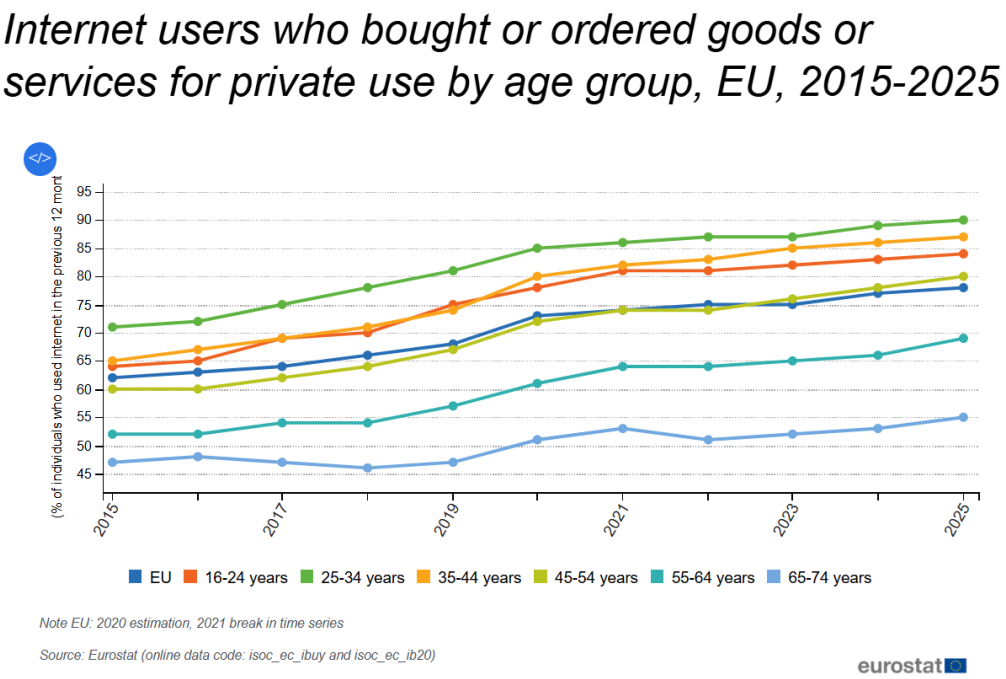
Εικόνα 2: Ποσοστό των λιανικών πωλήσεων ηλεκτρονικού εμπορίου ανά χώρα/περιοχή – πηγή: Shopify

Τα στοιχεία της Shopify φανερώνουν ότι η χρήση κινητών συσκευών αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες ανάπτυξης του ηλεκτρονικού εμπορίου, με τα κινητά τηλέφωνα να αποτελούν το 77% των επισκέψεων σε ιστοσελίδες e-commerce το 2025, αφήνοντας πίσω τους άλλες ηλεκτρονικές συσκευές όπως οι υπολογιστές και τα tablets.

2.1.2 Στην Ευρώπη

Στην Ευρώπη, το ηλεκτρονικό εμπόριο ακολουθεί τις παγκόσμιες τάσεις, σημειώνοντας μεγάλη και συνεχή ανάπτυξη, καθώς όλο και περισσότεροι ευρωπαίοι στρέφονται στο e-commerce για να πραγματοποιήσουν τις αγορές τους. Στοιχεία της Eurostat (n.d.) αναφέρουν ότι το 2025 το 78% των χρηστών διαδικτύου ηλικίας 16-74 ετών σε χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, αγόρασε προϊόντα ή υπηρεσίες online, με το αντίστοιχο ποσοστό το 2019 (περίοδος πριν την πανδημία Covid-19) να υπολογίζεται στο 68%, επιβεβαιώνοντας την ανοδική τάση του ηλεκτρονικού εμπορίου στην Ευρώπη.

Η Eurostat αναφέρει ότι οι ηλικιακές ομάδες 25-34 ετών και 35-44 ετών παρουσιάζουν τα υψηλότερα ποσοστά συμμετοχής στο ηλεκτρονικό εμπόριο στην Ευρώπη, με 90% και 87% αντίστοιχα για το έτος 2025, έχοντας πραγματοποιήσει τουλάχιστον μία online αγορά τους τελευταίους 12 μήνες πριν την διεξαγωγή της έρευνας.



Εικόνα 3: Χρήστες του διαδικτύου που αγόρασαν ή παρήγγειλαν προϊόντα ή υπηρεσίες για προσωπική χρήση ανά ηλικιακή ομάδα το 2015-2025 - πηγή: Eurostat

Συγχρόνως η Ευρωπαϊκή Επιτροπή, με πολιτικές όπως η οδηγία 2000/31/ΕΚ για το ηλεκτρονικό εμπόριο, αναγνωρίζει τη σημασία του στην δημιουργία θέσεων εργασίας και τεχνολογικών καινοτομιών όπως και στη βελτίωση της ανταγωνιστικότητας των βιομηχανιών της Ευρώπης.

2.2 Τεχνολογικές τάσεις του Ηλεκτρονικού Εμπορίου

Η χρήση εξελιγμένων τεχνολογιών στο ηλεκτρονικό εμπόριο βοηθάει στην υποκατάσταση των αγορών μέσω φυσικών καταστημάτων, καθώς επιτρέπει στον πελάτη να έχει εξίσου ρεαλιστική, και πολλές φορές πιο ευχάριστη εμπειρία αγορών. Στο σύγχρονο εμπόριο, ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιήσει τις αγορές του οποιαδήποτε στιγμή της ημέρας και από οποιοδήποτε σημείο του κόσμου απλά με τη χρήση μιας ηλεκτρονικής συσκευής. Ωστόσο, το ηλεκτρονικό εμπόριο πρέπει να αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις, όπως η απουσία πωλητών για την εξυπηρέτηση πελατών και την δημιουργία εξατομικευμένων προτάσεων, καθώς και η αδυναμία του πελάτη να έρθει σε επαφή με το προϊόν, να το δοκιμάσει και να το παρατηρήσει στον χώρο. Για την αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτείται συνεχής εξέλιξη των τεχνολογιών του ηλεκτρονικού εμπορίου και κατά συνέπεια βελτίωση της εμπειρίας χρήστη.

Σύμφωνα με το Coursera (2025), οι τεχνολογικές τάσεις που χρησιμοποιούνται στο ηλεκτρονικό εμπόριο επηρεάζουν σημαντικά τον τρόπο που πραγματοποιούνται οι πωλήσεις, με τις επιχειρήσεις που τις εφαρμόζουν σωστά να αποκτούν σημαντικό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά. Στόχος των σύγχρονων τεχνολογιών που ενσωματώνονται στα ηλεκτρονικά καταστήματα είναι η διευκόλυνση της διαδικασίας των αγορών και η μετατροπή τους σε μια ευχάριστη εμπειρία για τον καταναλωτή. Επομένως οι ανάγκες και προσδοκίες των καταναλωτών έχουν τον καθοριστικό ρόλο στον τρόπο με τον οποίο θα εξελιχθούν οι τεχνολογικές τάσεις.

Με βάση το Coursera, οι τεχνολογίες AR και VR, κάποτε αξιοποιήσιμες μόνο από μεγάλες εταιρίες ηλεκτρονικού εμπορίου, μετατρέπονται σταδιακά σε αναπόσπαστο μέρος των ηλεκτρονικών καταστημάτων. Οι τεχνολογίες αυτές προσφέρουν στους καταναλωτές ρεαλιστική εμπειρία αγορών μέσα από συστήματα πανοραμικής θέασης προϊόντων, εικονικά δοκιμαστήρια ρούχων και τοποθέτηση προϊόντων σε εικονικά δωμάτια. Ταυτόχρονα, η χρήση κινητών συσκευών για την πραγματοποίηση των αγορών κάνει το ηλεκτρονικό εμπόριο πιο άμεσο και προσβάσιμο, ενώ η χρήση φωνητικής αναζήτησης για την εύρεση προϊόντων και πραγματοποίηση αγορών και η ποικιλία μεθόδων πληρωμής που είναι αυτή τη στιγμή διαθέσιμες στον καταναλωτή διευκολύνουν την ολοκλήρωση των συναλλαγών.

Ακόμη, η τεχνητή νοημοσύνη αποτελεί ένα από τα κορυφαία εργαλεία στον χώρο του ηλεκτρονικού εμπορίου, τόσο από την πλευρά του πελάτη όσο και από αυτή της επιχείρησης. Η ενσωμάτωση τεχνητής νοημοσύνης στα συστήματα ενός ηλεκτρονικού καταστήματος μπορεί να αξιοποιηθεί για την δημιουργία εξατομικευμένων προτάσεων προϊόντων με βάση την αγοραστική συμπεριφορά του καταναλωτή, καθώς και για την βελτίωση της εμπειρίας αγορών. Ταυτόχρονα βοηθάει τα καταστήματα να συλλέξουν πληροφορίες και να προσαρμόσουν το περιεχόμενό τους για να προσελκύσουν πελάτες και να αυξήσουν τις πωλήσεις.

Τα παραπάνω δεδομένα ενισχύονται από την επισκόπηση των Sandu et al. (2025) για το ηλεκτρονικό εμπόριο, σύμφωνα με την οποία οι σύγχρονες τεχνολογίες μπορούν να βελτιώσουν την αποτελεσματικότητα των πλατφορμών των online καταστημάτων, να λύσουν ζητήματα ασφαλείας και προσωπικών δεδομένων και να βελτιώσουν την εμπειρία και την αφοσίωση των χρηστών με προσφορά εξατομικευμένων λύσεων που ανταποκρίνονται στις ανάγκες και τις επιθυμίες των καταναλωτών.

2.3 Επιτυχημένοι Configurators στο E-commerce

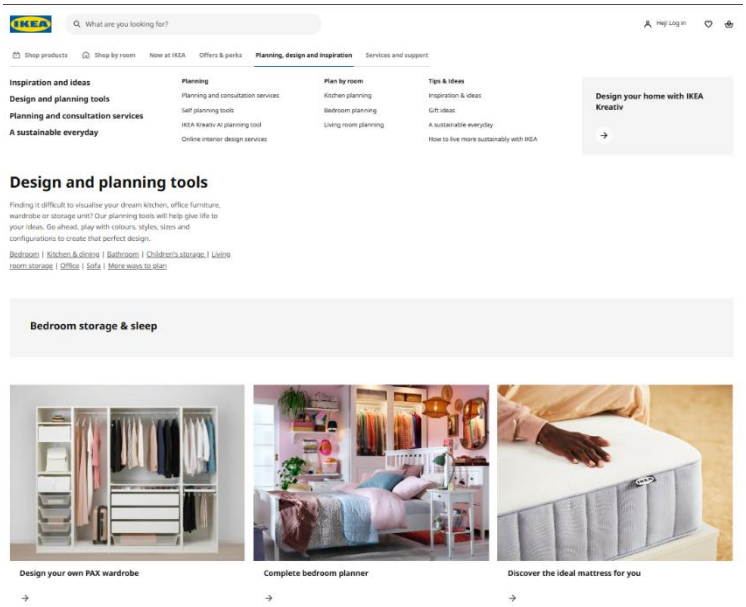
Ακολουθούν μερικά παραδείγματα επιτυχημένων configurators που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρονικές πλατφόρμες μεγάλων πολυεθνικών επιχειρήσεων. Τα παραδείγματα αυτά αναδεικνύουν τον τρόπο με τον οποίο οι επιχειρήσεις ενσωματώνουν τις τεχνολογίες τρισδιάστατης απεικόνισης και παραμετροποίησης στα συστήματά τους, καθώς και τα οφέλη που προσφέρουν, τόσο για τους καταναλωτές όσο και για τις ίδιες τις επιχειρήσεις που επιλέγουν να τις αξιοποιήσουν.

2.3.1 IKEA Room Planner

Μια από τις πιο χαρακτηριστικές εφαρμογές 3D Configurators στο ηλεκτρονικό εμπόριο αποτελεί το IKEA Planning Tools (n.d.), στην οποία, μέσα από τα συστήματά της για την σχεδίαση εικονικών χώρων και την παραμετροποίηση επιλεγμένων σειρών προϊόντων, η IKEA δίνει τη δυνατότητα σχεδιασμού του προϊόντος που ταιριάζει απόλυτα στις ανάγκες του κάθε πελάτη.

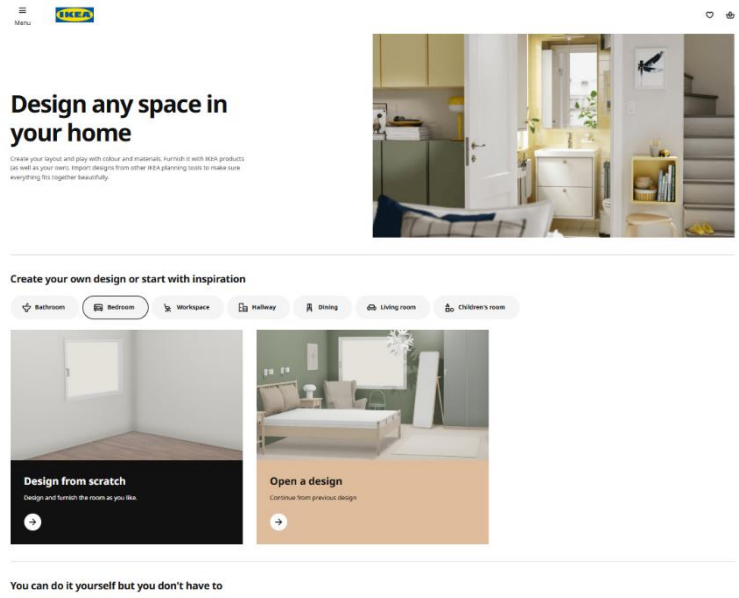
Η πλατφόρμα διαθέτει room planners για την σχεδίαση χώρων αλλά και product configurators για την παραμετροποίηση συγκεκριμένων ειδών, με το εύρος των δυνατοτήτων εξατομίκευσης να διαφέρει ανα προϊόν. Ο χρήστης μπορεί να προσαρμόζει μόνος του τους εικονικούς χώρους, να διαλέγει ποια προϊόντα θέλει να τοποθετήσει μέσα και, όπου αυτό υποστηρίζεται, να επιλέγει τα χαρακτηριστικά τους.

Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται η κεντρική σελίδα του IKEA «Design and Planning Tools», όπου εμφανίζονται επιλεγμένοι configurators χωρισμένοι ανα χώρο, όπως το υπνοδωμάτιο, η κουζίνα και το καθιστικό, αλλά και ανά κατηγορία προϊόντος. Έτσι ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο εργαλείο για το σχέδιο που επιθυμεί να δημιουργήσει.



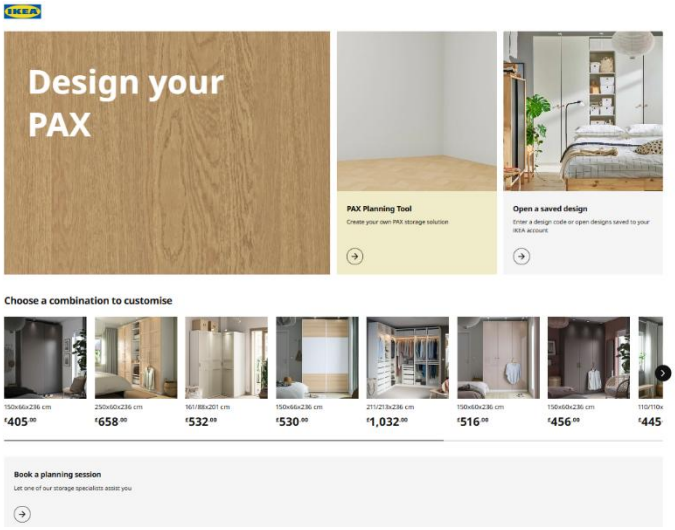
Εικόνα 4: Κεντρική σελίδα σχεδιαστικών εργαλείων της IKEA (Design and Planning Tools)

Στην Εικόνα 5 εμφανίζονται τα εργαλεία για την σχεδίαση χώρων, όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το δωμάτιο που επιθυμεί και να το σχεδιάσει από την αρχή ή να τροποποιήσει κάποιο σχέδιο που ήδη έχει δημιουργήσει. Η διεπαφή είναι εύκολη στην κατανόηση και χρήση της, βασιζόμενη σε απλές λειτουργίες για την τοποθέτηση των προϊόντων στον χώρο, με δυναμική προβολή του αποτελέσματος.



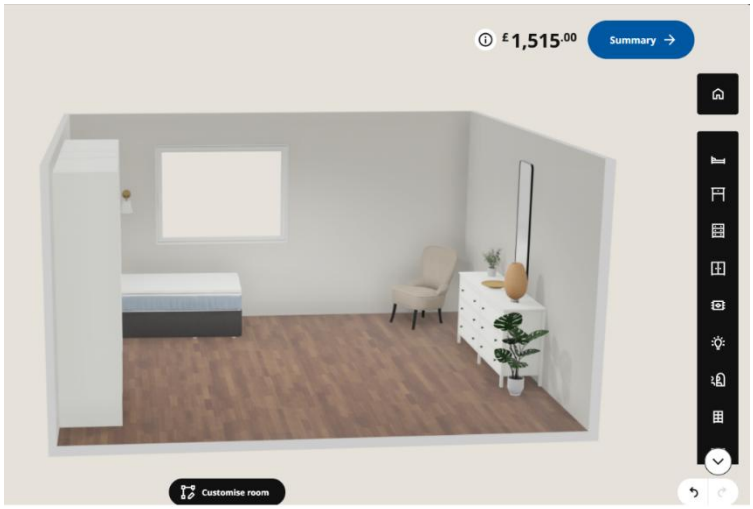
Εικόνα 5: Δημιουργία καινούργιου χώρου ή επεξεργασία παλιού σχεδίου

Η εικόνα 6 παρουσιάζει το εργαλείο παραμετροποίησης ντουλαπιών συγκεκριμένης σειράς της ΙΚΕΑ, που ακολουθεί τις ίδιες αρχές με το εργαλείο παραμετροποίησης χώρων, καθώς και πάλι ο χρήστης μπορεί να χρησιμοποιήσει ένα από τα διαθέσιμα πρότυπα και να σχεδιάσει ένα προϊόν από την αρχή ή να επιλέξει κάποιο ήδη υπάρχον σχέδιο για τροποποίηση.



Εικόνα 6: Αρχική σελίδα για τον σχεδιασμό αποθηκευτικών χώρων της σειράς PAX της ΙΚΕΑ

Τέλος, στην Εικόνα 7 αποτυπώνεται ένα παράδειγμα ενός απλού guest bedroom που δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια μελέτης του συστήματος της ΙΚΕΑ. Τα εργαλεία που προσφέρει ο configurator επιτρέπουν την πλήρη περιστροφή των αντικειμένων, αλλά και ολόκληρου του χώρου για καλύτερη οπτική από κάθε σημείο, με δυνατότητα zoom για προβολή περισσότερων λεπτομερειών. Τα προϊόντα εισάγονται στον χώρο με drag and drop λειτουργία ή με διπλό κλίκ πάνω στο προϊόν από τον κατάλογο που βρίσκεται στο πλάι του configurator. Το συνολικό κόστος ολόκληρου του δωματίου ενημερώνεται αυτόματα με την προσθήκη ή αφαίρεση προϊόντων από τον χώρο, καθώς και με την προσαρμογή των χαρακτηριστικών τους, για να γνωρίζει ο καταναλωτής πόσο θα κοστίσει ο χώρος που έχει σχεδιάσει.

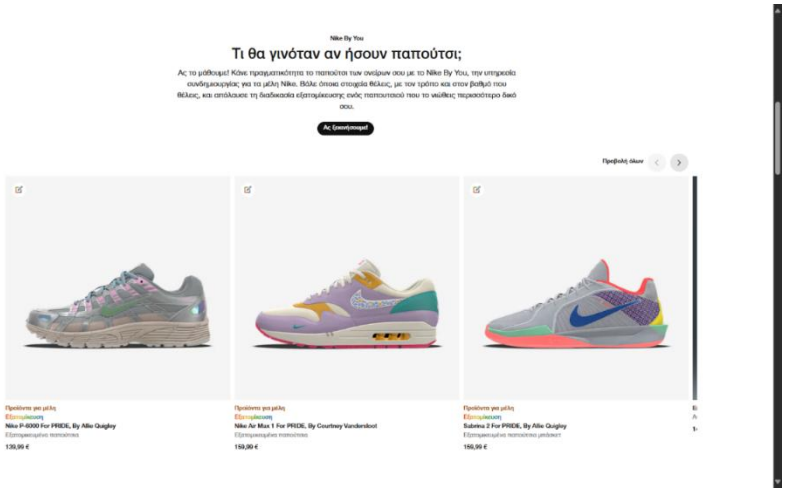


Εικόνα 7: Mockup guest bedroom σε 3D περιβάλλον της ΙΚΕΑ

2.3.2. Nike By You

Στον χώρο των υποδημάτων, ένα παράδειγμα επιτυχημένου configurator αποτελεί η πλατφόρμα Nike By You (n.d.) για τον σχεδιασμό αθλητικών παπουτσιών. Το σύστημα της Nike παρέχει δυνατότητες τροποποίησης κάθε λεπτομέρειας του σχεδίου, από το χρώμα των κορδονιών και τη σόλα έως τη θέση του λογότυπου, με 3D οπτικοποίηση, περιστροφή και μεγέθυνση για την καλύτερη κατανόηση του αποτελέσματος.

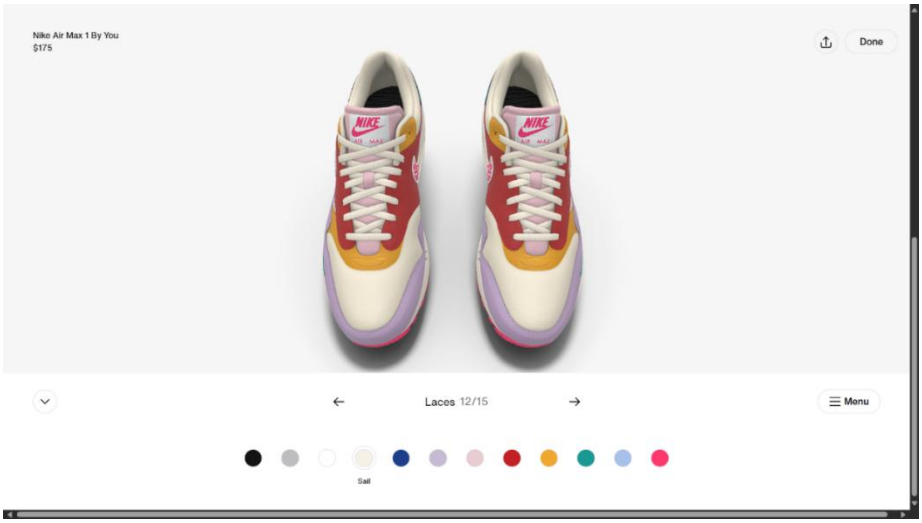
Όπως φαίνεται στην εικόνα 8, η αρχική σελίδα της πλατφόρμας παρουσιάζει τα διαθέσιμα πρότυπα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία του σχεδίου του χρήστη.



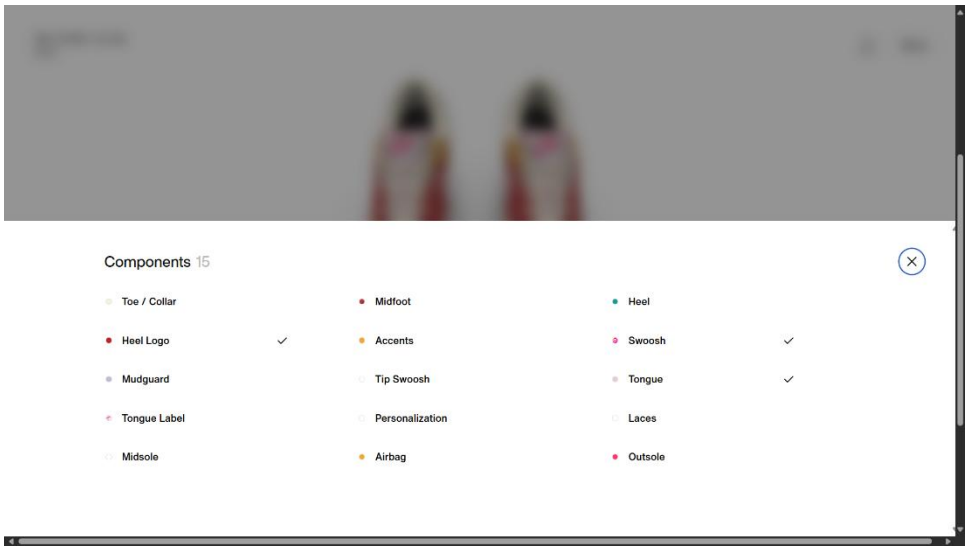
Εικόνα 8: Κεντρική σελίδα της πλατφόρμας Nike By You

Στις εικόνες 9 και 10 παρουσιάζεται η διαδικασία παραμετροποίησης ενός μοντέλου Nike Air Max 1. Το μενού επιλογών διαθέτει δεκαπέντε διαφορετικά τμήματα του παπουτσιού που

μπορούν να τροποποιηθούν, καθώς και μια λίστα από εναλλακτικές επιλογές για καθένα από αυτά.



Εικόνα 9: Σχεδιασμός μοντέλου Air Max 1 στον configurator της Nike By You



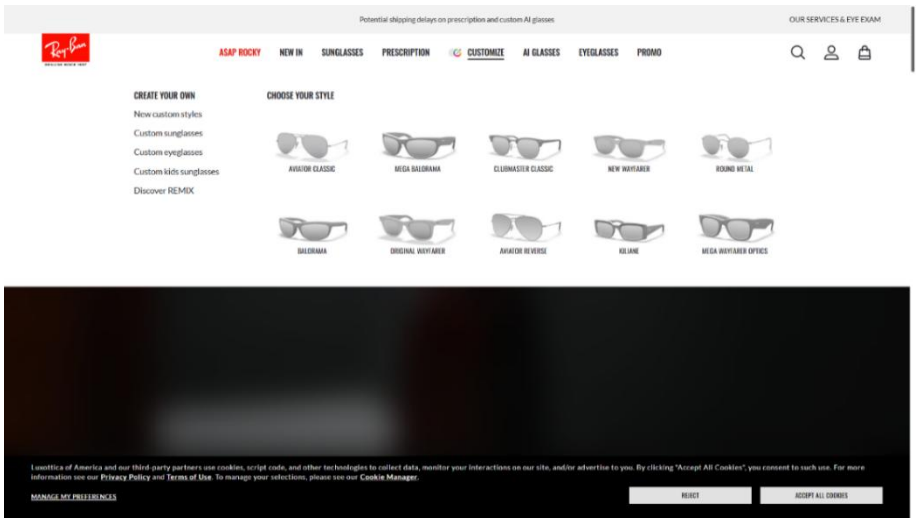
Εικόνα 10: Λίστα παραμετροποιήσιμων στοιχείων του παπουτσιού

Στην Nike By You, όπως και στην IKEA Planning Tools, ο πελάτης μπορεί να σχεδιάσει το προϊόν που καλύπτει απόλυτα τις ανάγκες του σε ένα εύκολα κατανοητό περιβάλλον χρήστη, που δεν απαιτεί γνώσεις εξειδικευμένων εργαλείων. Με αυτό τον τρόπο αισθάνεται ότι συμμετέχει στη δημιουργία του προϊόντος, καθώς αφιερώνει χρόνο για την σχεδίασή του και ελέγχει πλήρως το τελικό αποτέλεσμα.

2.3.3. Ray-Ban Remix – Προσαρμογή Γυαλιών Ηλίου

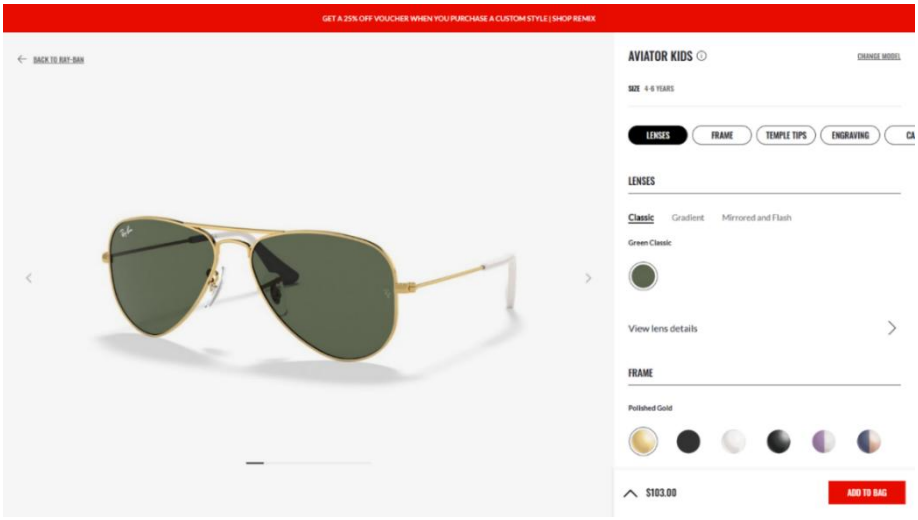
Στα οπτικά είδη, η εταιρία Ray-Ban προσφέρει τη λειτουργία Ray-Ban Remix (n.d.), ένα σύστημα για την διαμόρφωση γυαλιών ηλίου για παιδιά και ενήλικες, με επιλογές όπως η τροποποίηση των φακών, του σκελετού και η προσθήκη χάραξης.

Η αρχική σελίδα της υπηρεσίας εξατομίκευσης της Ray-Ban, όπως φαίνεται στην εικόνα 11, παρουσιάζει τις διαθέσιμες επιλογές μοντέλων, όπως Aviator και Clubmaster. Ο χρήστης, επιλέγοντας το αγαπημένο του μοντέλο ως βάση, μπορεί να παραμετροποιήσει τα χαρακτηριστικά του για να δημιουργήσει το δικό του σχέδιο.



Εικόνα 11: Επιλογή μοντέλου γυαλιών στην αρχική σελίδα της υπηρεσίας Ray-Ban Remix

Η Εικόνα 12 παρουσιάζει τη διαδικασία επιλογής χαρακτηριστικών για ένα μοντέλο Aviator Kids. Ο πελάτης επιλέγει τους φακούς, τον σκελετό, τις άκρες των γυαλιών και την θήκη, αλλά και αν επιθυμεί την προσθήκη προσωπικής χάραξης. Η προεπισκόπηση είναι ρεαλιστική, με αυτόματη ενημέρωση του μοντέλου και της τιμής μετά από κάθε αλλαγή.



Εικόνα 12: Επιλογή χαρακτηριστικών μοντέλου Aviator Kids

2.3.4. Συμπεράσματα Ανάλυσης των Παραδειγμάτων

Σύμφωνα με το φαινόμενο «IKEA Effect» (2011), η εμπλοκή του καταναλωτή στην δημιουργία ενός προϊόντος αυξάνει την αντιλαμβανόμενη αξία του. Εξατομικεύοντας ένα προϊόν αντί να επιλέξει ένα ήδη έτοιμο μοντέλο, ο πελάτης λειτουργεί ως συνδημιουργός του τελικού αποτελέσματος. Το γεγονός αυτό, σύμφωνα με τις έρευνες των Michael I. Norton et al. τον κάνει διατεθειμένο να δώσει περισσότερα χρήματα για προϊόντα στα οποία έχει επενδύσει χρόνο και προσπάθεια, ακόμη και αν η δυνατότητα εξατομίκευσής τους είναι περιορισμένη.

Βλέπουμε λοιπόν ότι η ενσωμάτωση ενός configurator σε μια πλατφόρμα ηλεκτρονικού εμπορίου δεν πρόκειται απλά για τεχνολογική αναβάθμιση αλλά και για στρατηγικό πλεονέκτημα, καθώς ενισχύει την αξία του προϊόντος για τον καταναλωτή, αυξάνοντας την πιθανότητα πραγματοποίησης της αγοράς.

2.4. Οφέλη Εξατομίκευσης Προϊόντων στο Εμπόριο

Σύμφωνα με την Algolia (2024), σήμερα οι καταναλωτές είναι τόσο εξοικειωμένοι με την παροχή εξατομικευμένων εμπειριών που εμφανίζουν δυσαρέσκεια όταν αυτές δεν τους παρέχονται, καθώς το προσωποποιημένο περιεχόμενο βοηθάει τον χρήστη να αισθανθεί την εκτίμηση της επιχείρησης για αυτόν και τις ανάγκες του. Αυτό οδηγεί στην ενίσχυση της σχέσης του καταναλωτή με την επιχείρηση, κάνοντας την εμπειρία των αγορών πιο

ικανοποιητική, πράγμα που αποδεικνύεται από τις συχνότερες αλληλεπιδράσεις των χρηστών με προτεινόμενα προϊόντα και από τις επαναλαμβανόμενες αγορές.

Παράλληλα, η αξιοποίηση των δεδομένων από προηγούμενες παραγγελίες και αλληλεπιδράσεις του χρήστη, με σκοπό την δημιουργία προτάσεων και την προσφορά εξατομικευμένων εκπτωτικών πακέτων, φαίνεται να αυξάνουν τη μέση αξία των παραγγελιών που πραγματοποιεί ο καταναλωτής. Συγχρόνως, η προσωποποίηση του ταξιδιού του πελάτη και η παροχή στοχευμένου περιεχομένου μπορεί να βελτιώσει την απόδοση των επενδύσεων και να οδηγήσει σε υψηλότερα ποσοστά μετατροπών.

Τέλος, όπως υποστηρίζεται και από μελέτη των Sri D., Dassucik και Mujianti (2025), η παροχή προσωποποιημένου περιεχομένου, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη σχέσεων εμπιστοσύνης με το ηλεκτρονικό κατάστημα μπορούν να αυξήσουν την αίσθηση ικανοποίησης του πελάτη. Η ικανοποίηση φαίνεται να λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος για την δημιουργία ουσιαστικότερων αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στους καταναλωτές και τις επιχειρήσεις, οδηγώντας σε αυξημένη πρόθεση αγοράς.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ

Το παρόν κεφάλαιο παρουσιάζει τα χαρακτηριστικά, τις αρχές σχεδίασης της διεπαφής καθώς και την αρχιτεκτονική του συστήματος του 3D Configurator που υλοποιήθηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας. Τα στοιχεία αυτά αποτελούν τη βάση για τη λειτουργία του συστήματος, επιτρέποντας στον configurator να είναι αποδοτικός και εύχρηστος για την δημιουργία εξατομικευμένων προϊόντων.

3.1. Κύρια Χαρακτηριστικά του Configurator

Το σύστημα παραμετροποίησης που αναπτύχθηκε στην παρούσα εργασία έχει ως στόχο να προσφέρει εργαλεία για την προσαρμογή των προϊόντων που διατίθενται σε ένα κατάστημα ηλεκτρονικού εμπορίου, ώστε ο χρήστης να μπορεί να επιλέξει τα χαρακτηριστικά που διαμορφώνουν την εμφάνιση του προϊόντος. Παράλληλα, η ενσωμάτωση ενός 3D Viewer για την άμεση οπτικοποίηση του αποτελέσματος ενισχύει την κατανόηση του τελικού προϊόντος, με σύγχρονες μελέτες (Petterle, Sandrin και Forza, 2024) να δείχνουν πως η οπτικοποίηση παίζει κρίσιμο ρόλο στην διαδικασία αγοράς, ιδιαίτερα για τα προσαρμοσμένα προϊόντα, βελτιώνοντας την εμπλοκή των πελατών και τη λήψη αποφάσεων.

Η παραμετροποίησης των επιμέρους τμημάτων κάθε αντικειμένου, όπως ο τύπος των ποδιών ενός τραπεζιού, το σχήμα της πλάτης μιας καρέκλας ή η ύπαρξη μπράτσων σε ένα παγκάκι αποτελεί μια από τις κύριες δυνατότητες του configurator. Το σύστημα διαθέτει εναλλακτικές εκδόσεις για κάθε τμήμα ενός προϊόντος, δίνοντας στον χρήστη την δυνατότητα να επιλέξει ποιο στιλ ταιριάζει στις δικές του ανάγκες. Επιπλέον, το εργαλείο για την επιλογή χρώματος καθώς και η λειτουργία καθορισμού του υλικού, με επιλογές όπως ξύλο, μέταλλο ή γυαλί αυξάνουν τα περιθώρια εξατομίκευσης του τελικού αποτελέσματος.

Ταυτόχρονα, το σύστημα προσφέρει δυνατότητες διαδραστικότητας, ώστε ο χρήστης να μπορεί να περιστρέψει και να μεγεθύνει το προϊόν που επεξεργάζεται, με άμεση εφαρμογή των αλλαγών στην οθόνη, χωρίς καθυστερήσεις ή επαναφόρτωση της σελίδας, για ομαλή εμπειρία χρήστη και διευκόλυνση στη λήψη αποφάσεων.

3.2. Αρχές Σχεδίασης Χρήστη και Διεπαφής (UI/UX)

Στόχος της εργασίας ήταν η δημιουργία ενός απλού και λειτουργικού περιβάλλοντος σχεδιασμού προϊόντων που θα επιτρέπει την αξιοποίησή του ακόμη και από χρήστες χωρίς τεχνικές δεξιότητες. Η διεπαφή διαμορφώθηκε με έμφαση σε αυτά τα χαρακτηριστικά ώστε το αποτέλεσμα να μην έχει περιττά στοιχεία που θα μπορούσαν να δυσκολέψουν τον χρήστη. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η πολυπλοκότητα της διαδικασίας επιλογής και περιορίζεται ο κίνδυνος εμφάνισης του «παράδοξου της ποικιλίας» (product variety paradox), όπως περιγράφεται από τους Trentin, Perin και Forza (2013), σύμφωνα με το οποίο η παροχή υπερβολικά μεγάλου αριθμού επιλογών και δυνατοτήτων παραμετροποίησης μπορεί να οδηγήσει σε σύγχυση των χρηστών και τελικά σε μείωση της πρόθεσης αγοράς. Παράλληλα, η δυναμική προεπισκόπηση και η αυτόματη ενημέρωση του μοντέλου σε κάθε αλλαγή προσφέρουν ταχύτητα και αμεσότητα στο σύστημα.

Οι λειτουργίες του configurator, όπως η επιλογή χρώματος, υλικού και τμημάτων για το προϊόν, οργανώθηκαν σε κατηγορίες και τοποθετήθηκαν σε συγκεκριμένα σημεία της οθόνης, ώστε να είναι εύκολα προσβάσιμες. Επίσης, ενσωματώθηκαν κουμπιά, ενδείξεις και μενού με προφανής λειτουργίες, όπως «+» και «-» για μεγέθυνση και σμίκρυνση, «Save Design» για αποθήκευση του μοντέλου και «Add to Cart» για εισαγωγή του στο καλάθι, καθώς και οι ετικέτες «Choose a color» για τον color picker και «Select Material» για την λίστα με τα διαθέσιμα υλικά.

3.3. Αρχιτεκτονική Συστήματος

Η αρχιτεκτονική αυτού του συστήματος βασίζεται σε μοντέλο τριών επιπέδων, με διακριτές λειτουργίες σε κάθε επίπεδο, για να εξασφαλίζεται η εύκολη προσαρμογή του στις ανάγκες διαφορετικών καταστημάτων και η επεκτασιμότητά του για προσθήκη επιπλέον λειτουργιών στο μέλλον.

Το πρώτο επίπεδο αφορά το front end (client side). Στο επίπεδο αυτό βρίσκεται η διεπαφή χρήστη, η οποία υλοποιήθηκε με HTML και CSS για την δομή και την εμφάνιση των ιστοσελίδων και JavaScript για την λειτουργικότητά τους, χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Three.js για την απόδοση των 3D μοντέλων στον browser.

Στο δεύτερο επίπεδο βρίσκεται η υλοποίηση του back end (server side) η οποία πραγματοποιήθηκε με τη χρήση Node.js. Το back end αναλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ

της διεπαφής χρήστη και της βάσης δεδομένων, στην οποία ο διακομιστής επεξεργάζεται αιτήματα του front end, όπως η αποθήκευση σχεδίων και η εγγραφή νέου χρήστη, τα προωθεί στην βάση δεδομένων και στη συνέχεια επιστρέφει την απόκρισή της στο client side.

Το τρίτο επίπεδο περιλαμβάνει την βάση δεδομένων, για την υλοποίηση της οποίας επιλέχθηκε η χρήση της PostgreSQL. Η βάση περιλαμβάνει τους πίνακες που χρησιμοποιήθηκαν για την αποθήκευση των δεδομένων του συστήματος. Για την συγκεκριμένη εργασία χρειάστηκε η δημιουργία πίνακα που θα διατηρεί τα δεδομένα των χρηστών που επιθυμούν να δημιουργήσουν λογαριασμό στο σύστημα καθώς και πίνακα για την αποθήκευση των σχεδίων κάθε εγγεγραμμένου χρήστη. Επιπλέον δημιουργήθηκαν πίνακες για την αποθήκευση των προϊόντων καλαθιού των εγγεγραμμένων χρηστών, καθώς και για το feedback και το σύστημα analytics της εφαρμογής.

Για την είσοδο των επισκεπτών στην ιστοσελίδα επιλέχθηκε η διατήρηση των σχεδίων και του καλαθιού τους τοπικά στον browser, χωρίς την ανάγκη δημιουργίας λογαριασμού ή επικοινωνίας με τη βάση δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση των βασικών τεχνολογιών που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της εφαρμογής και των εργαλείων που υποστήριξαν την διαδικασία παραγωγής του κώδικα, την σχεδίαση των μοντέλων και την δημιουργία της βάσης δεδομένων.

4.1. Τεχνολογίες που χρησιμοποιήθηκαν

Η δημιουργία των 3D μοντέλων που χρησιμοποιήθηκαν ως ενδεικτικά προϊόντα στην υλοποίηση του configurator έγινε με την χρήση του λογισμικού Blender. Τα μοντέλα σχεδιάστηκαν στο περιβάλλον του Blender και στην συνέχεια εξήχθησαν σε μορφή glTF ώστε να είναι συμβατά με τον browser. Η επιλογή του Blender έγινε λόγω της ευκολίας στη χρήση και των πολλών εργαλείων που διαθέτει για τον σχεδιασμό τρισδιάστατων μοντέλων. Επιπλέον, η δυνατότητα εξαγωγής αρχείων σε μορφή glTF που προσφέρει, επιτρέπει την χρήση τους σε εφαρμογές διαδικτύου.

Το Blender είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα για τη δημιουργία τρισδιάστατων γραφικών. Υποστηρίζει όλα τα στάδια παραγωγής 3D περιεχομένου, όπως η μοντελοποίηση, η εφαρμογή υλικού, η απόδοση της εικόνας και η κίνηση, μέσα σε ένα περιβάλλον εργασίας με εξειδικευμένα εργαλεία για κάθε στάδιο (Blender, n.d.).

Η ανάπτυξη των ιστοσελίδων στο front end έγινε με τη χρήση HTML, CSS και JavaScript. Η HTML χρησιμοποιήθηκε για τη δημιουργία της δομής κάθε ιστοσελίδας ενώ ο καθορισμός της εμφάνισής τους έγινε μέσω CSS. Η JavaScript υλοποίησε την λειτουργικότητα και την αλληλεπίδραση με τον χρήστη, ενώ για την δημιουργία και διαχείριση των τρισδιάστατων σκηνών στον browser επιλέχθηκε η χρήση της βιβλιοθήκης Three.js της JavaScript.

Η βιβλιοθήκη Three.js παρέχει έτοιμες λειτουργίες και εργαλεία για την διαχείριση 3D σκηνών στον browser και επιτρέπει την εκτέλεση εφαρμογών με γραφικά απευθείας από το πρόγραμμα περιήγησης.(Mozilla Developer Network, n.d. -a)

Η υλοποίηση του back end πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του Node.js για την επεξεργασία των αιτημάτων του συστήματος και την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων. Το Node.js είναι ένα περιβάλλον εκτέλεσης JavaScript που επιτρέπει στους προγραμματιστές να δημιουργούν

servers και εφαρμογές δικτύου. Χρησιμοποιείται για τη διαχείριση αιτημάτων, την επεξεργασία δεδομένων και την επικοινωνία με τη βάση δεδομένων, έχοντας τη δυνατότητα να εξυπηρετεί πολλά αιτήματα ταυτόχρονα χάρη στην ασύγχρονη λειτουργία του (Node.js, n.d.)

Για την αποθήκευση των εγγεγραμμένων χρηστών και των σχεδίων που δημιουργούν στον configurator, καθώς και των προϊόντων του καλαθιού, του feedback και των analytics επιλέχθηκε η χρήση του συστήματος διαχείρισης βάσεων δεδομένων PostgreSQL. Η PostgreSQL βασίζεται στην γλώσσα SQL και παρέχει δυνατότητες αποθήκευσης και διαχείρισης μεγάλου όγκου δεδομένων. Προσφέρει μεγάλη επεκτασιμότητα και αξιοπιστία υποστηρίζοντας σύνθετες εφαρμογές και πολλούς τύπους δεδομένων (PostgreSQL, n.d.).

Εφόσον ο χρήστης εισέλθει ως επισκέπτης στο σύστημα, η αποθήκευση δεδομένων δεν πραγματοποιείται από τη βάση, αλλά από το localStorage, μια ιδιότητα του browser που επιτρέπει την διατήρηση των αποθηκευμένων σχεδίων και προϊόντων καλαθιού του επισκέπτη, χωρίς να διαγράφονται μετά το τέλος της συνεδρίας. (Mozilla Developer Network, n.d. -b)

4.2. Περιβάλλον Ανάπτυξης

Για την ανάπτυξη της εφαρμογής χρησιμοποιήθηκαν διάφορα προγράμματα που υποστηρίζουν την συγγραφή κώδικα, τον σχεδιασμό των μοντέλων και την δημιουργία της βάσης δεδομένων.

Για την συγγραφή και επεξεργασία του κώδικα χρησιμοποιήθηκε το editor Visual Studio Code, ένα χαμηλών απαιτήσεων περιβάλλον ανάπτυξης που υποστηρίζει πολλές γλώσσες προγραμματισμού και είναι ιδανικό για ανάπτυξη εφαρμογών Web. Συγχρόνως επιτρέπει τον εύκολο εντοπισμό λαθών και την επιδιόρθωση του κώδικα, όπως και την οργάνωση και διαχείριση αρχείων σε μεγάλα projects.

Για την διαχείριση της βάσης δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το περιβάλλον pgAdmin 4 καθώς διευκολύνει την δημιουργία και επεξεργασία πινάκων, ενώ επιτρέπει την εκτέλεση SQL queries χωρίς να απαιτείται η χρήση γραμμής εντολών.

Τέλος για την δημιουργία των 3D μοντέλων της εργασίας χρησιμοποιήθηκε το εργαλείο μοντελοποίησης Blender λόγω των πολλών δυνατοτήτων που προσφέρει στον σχεδιασμό και την επεξεργασία τρισδιάστατων αντικειμένων. Παράλληλα, υποστηρίζει την εξαγωγή αρχείων σε μορφή glTF, που είναι κατάλληλη για χρήση σε εφαρμογές web και βιβλιοθήκες όπως η Three.js.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ PROJECT

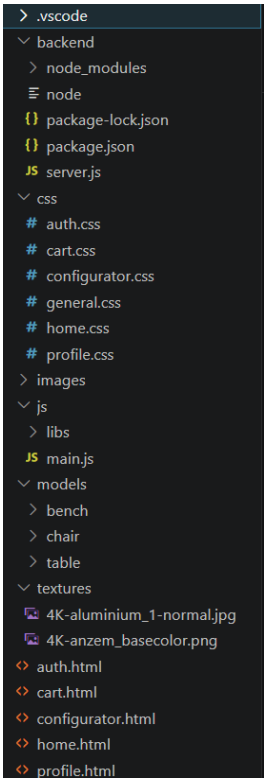
Στην συνέχεια παρουσιάζεται η δομή και η οργάνωση του συστήματος της εργασίας. Η οργάνωση των φακέλων έγινε με βάση τον λειτουργικό ρόλο των αρχείων για την ευκολότερη ανάγνωση και συντήρηση του συστήματος. Οι ακόλουθες υποενότητες αναλύουν τον ρόλο κάθε φακέλου και των αρχείων που περιλαμβάνει.

5.1. Ταξινόμηση αρχείων του Project

Η οργάνωση των φακέλων του project αναλύεται στο front end και το back end. Η βάση δεδομένων του συστήματος υλοποιείται μέσω PostgreSQL και η διαχείρισή της πραγματοποιείται με τη βοήθεια του pgAdmin 4.

Το front end της εφαρμογής περιλαμβάνει τα αρχεία κώδικα HTML και CSS όπως και το αρχείο main.js που υλοποιεί την λειτουργικότητα του configurator. Ακόμη περιλαμβάνει τον φάκελο για την βιβλιοθήκη Three.js, καθώς και τα 3D μοντέλα και τα στατικά αρχεία όπως οι εικόνες και οι υφές.

Η υλοποίηση του back end περιλαμβάνεται στον φάκελο backend, που περιέχει τα αρχεία για την λειτουργία του διακομιστή. Βασικό αρχείο αποτελεί το server.js στο οποίο υλοποιείται η διαχείριση αιτημάτων από το front end και η επικοινωνία με τη βάση δεδομένων. Τα αρχεία package.json και package-lock.json του Node.js καθορίζουν τις εξαρτήσεις της εφαρμογής και τις εκδόσεις τους.



Εικόνα 13: Δομή των φακέλων και αρχείων της εργασίας στο Visual Studio Code

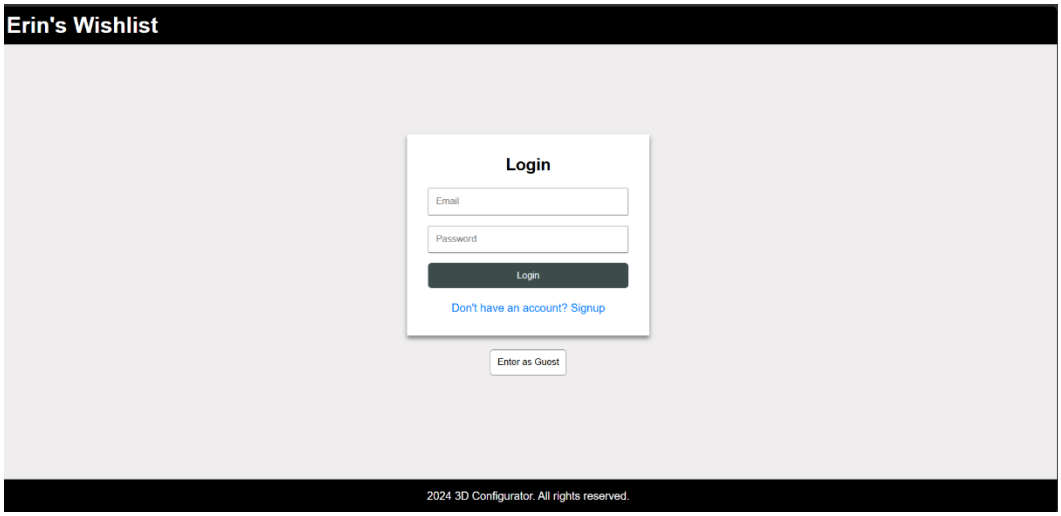
5.2. Front end

Το front end της εφαρμογής χωρίζεται στο περιεχόμενο της σελίδας, την εμφάνιση της διεπαφής χρήστη και την επικοινωνία με τον server. Για τον λόγο αυτό, τα αρχεία που το αποτελούν, οργανώθηκαν με βάση τον ρόλο τους (δομή, εμφάνιση και λειτουργικότητα). Έτσι εξασφαλίζεται η ευκολότερη διαχείρισή τους και η επεκτασιμότητα του συστήματος.

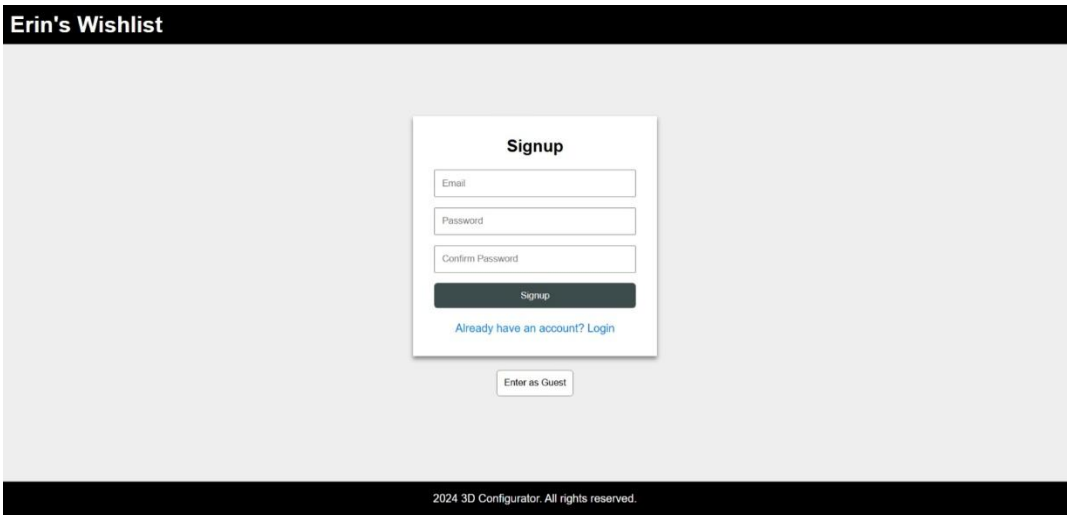
5.2.1. HTML

Κάθε αρχείο HTML της εφαρμογής αντιστοιχεί σε μια σελίδα του συστήματος:

- Auth.html: Υλοποιεί την αυθεντικοποίηση των χρηστών, με φόρμες για εγγραφή (signup) και είσοδο (login) στο σύστημα, ενώ διαθέτει και κουμπί για την δυνατότητα εισόδου ως επισκέπτης (guest). Ο χρήστης μπορεί να επιλέξει να δημιουργήσει λογαριασμό και να συνδεθεί σε αυτόν, καταχωρώντας μόνιμα τα designs και τα προϊόντα του στην βάση δεδομένων, ή να χρησιμοποιήσει την εφαρμογή ως επισκέπτης, με προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων του στον browser.

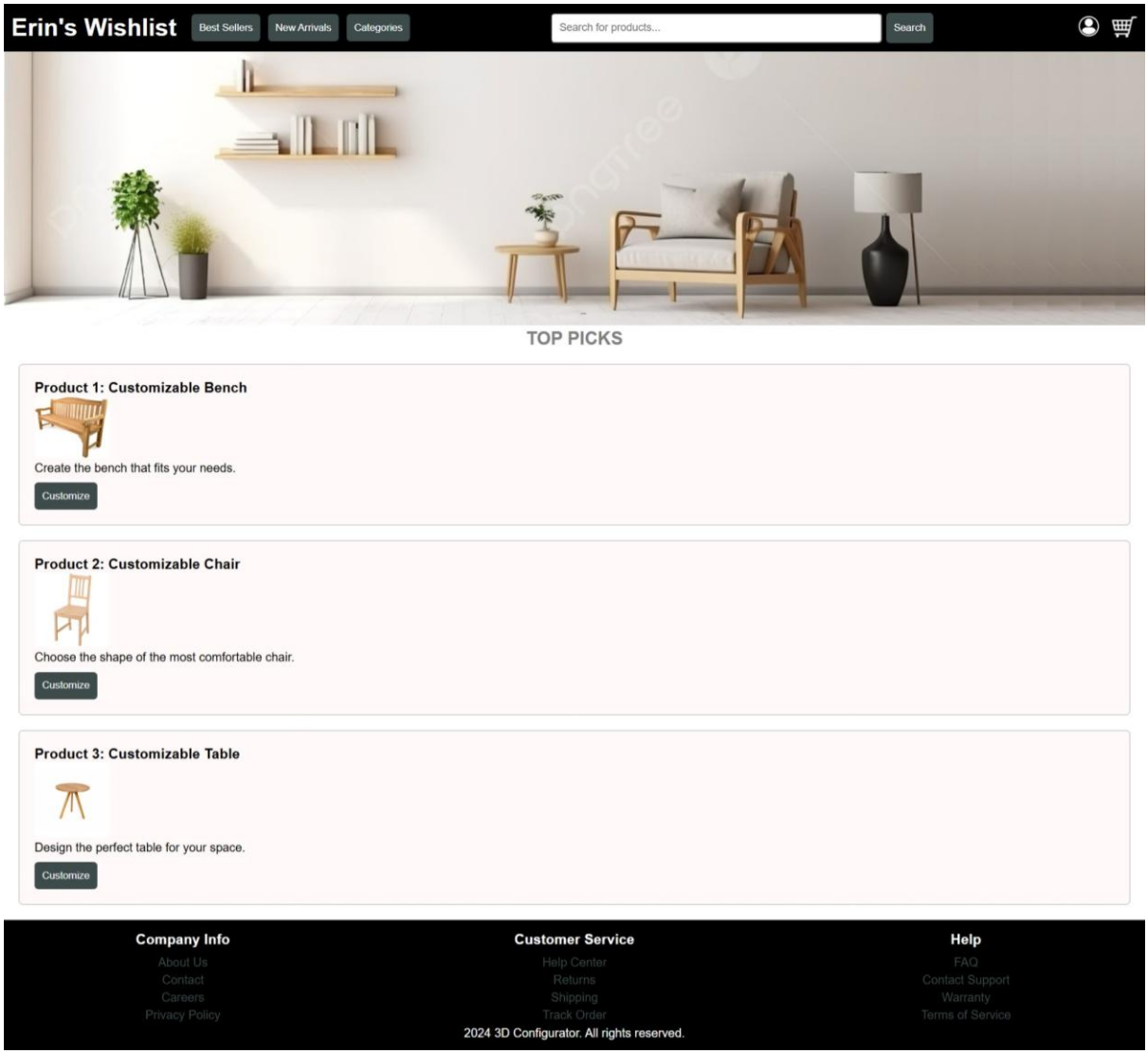


Εικόνα 14: Auth.html - λειτουργία login



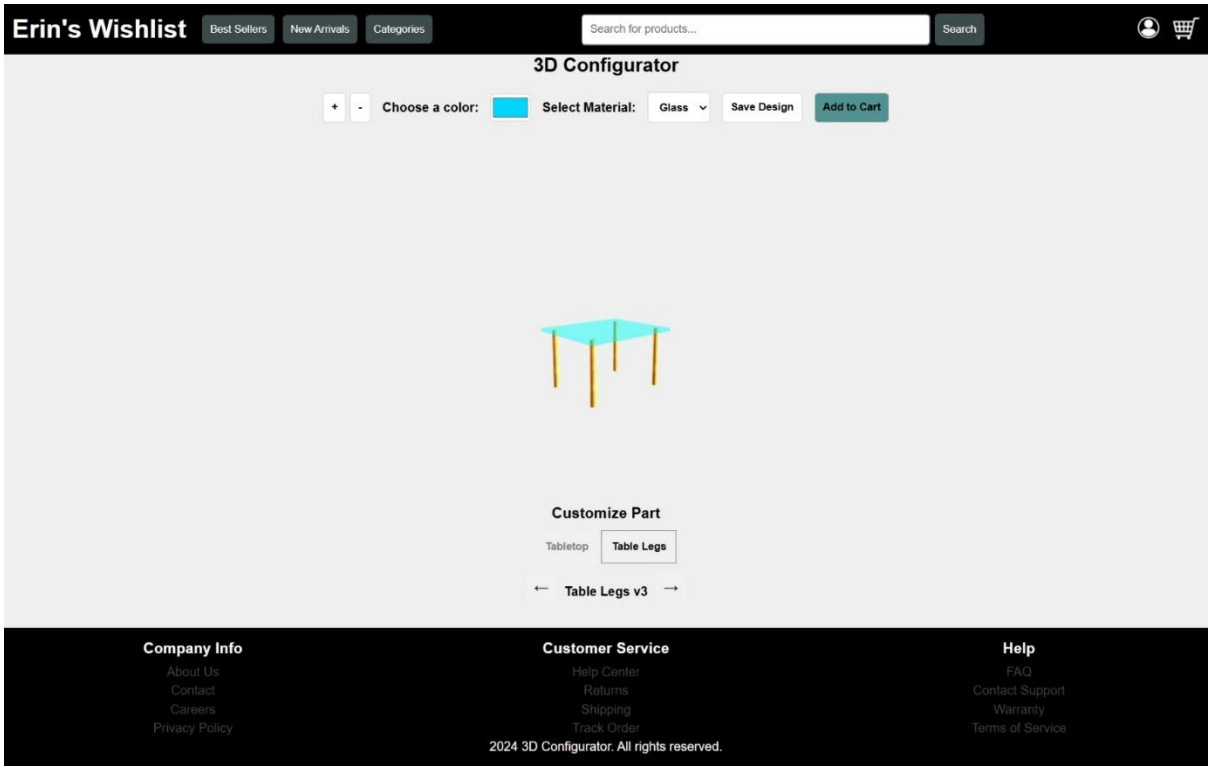
Εικόνα 15: Auth.html - λειτουργία signup

- Home.html: Αποτελεί την αρχική σελίδα της εφαρμογής. Μέσα από την κατηγορία Top Picks, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το προϊόν που επιθυμεί να παραμετροποιήσει και να μεταφερθεί αυτόματα στον configurator για επεξεργασία του μοντέλου.



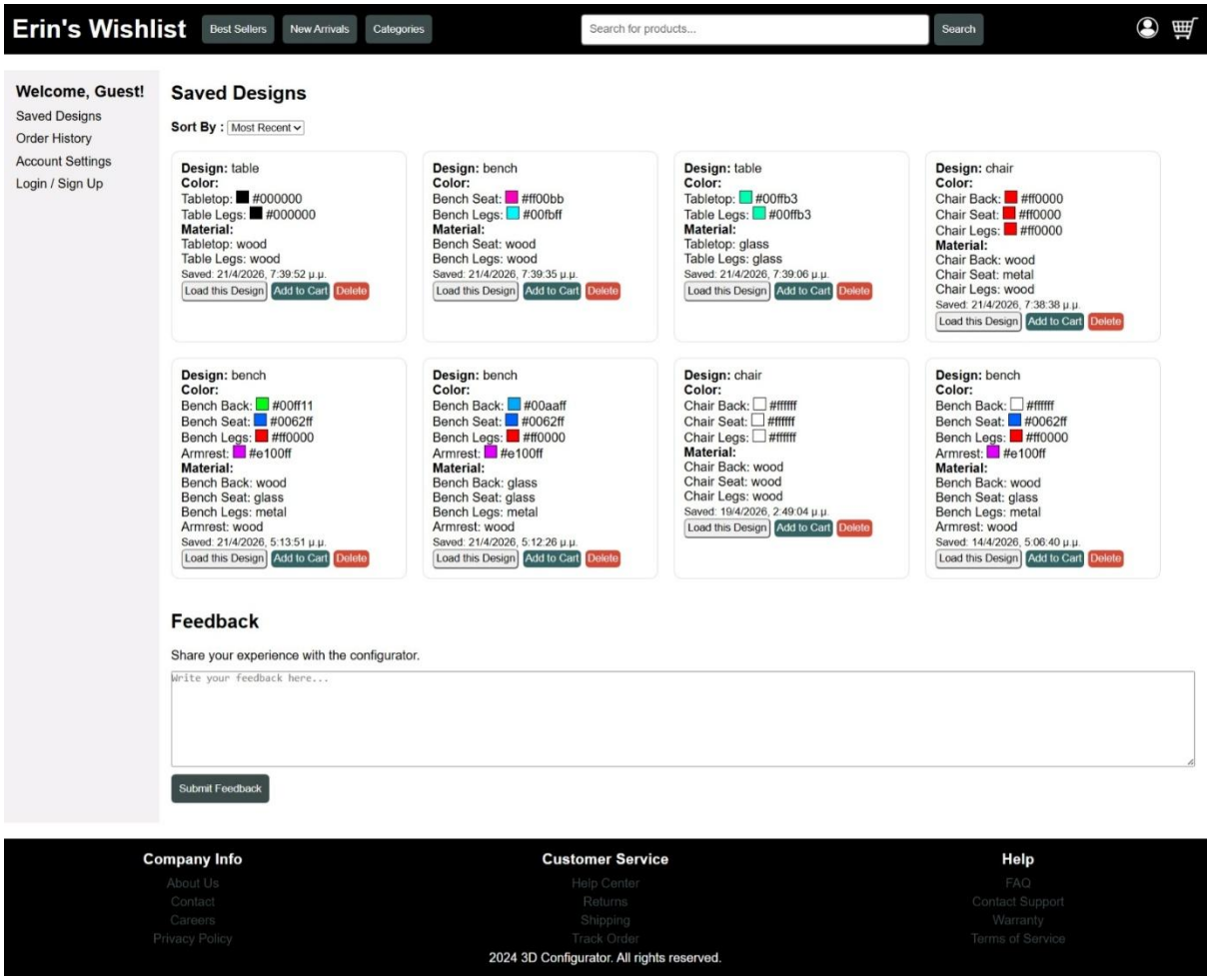
Εικόνα 16: Home.html

- Configurator.html: Η σελίδα που φιλοξενεί τον configurator της εφαρμογής. Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει το χρώμα, το υλικό και τα επιμέρους τμήματα που απαρτίζουν κάθε μοντέλο, ενώ ο 3D Viewer της σελίδας προσφέρει άμεση ανατροφοδότηση και δυνατότητες περιστροφής και zoom των προϊόντων. Η σελίδα περιλαμβάνει κουμπιά για την αποθήκευση του σχεδίου και προσθήκη του στο καλάθι.



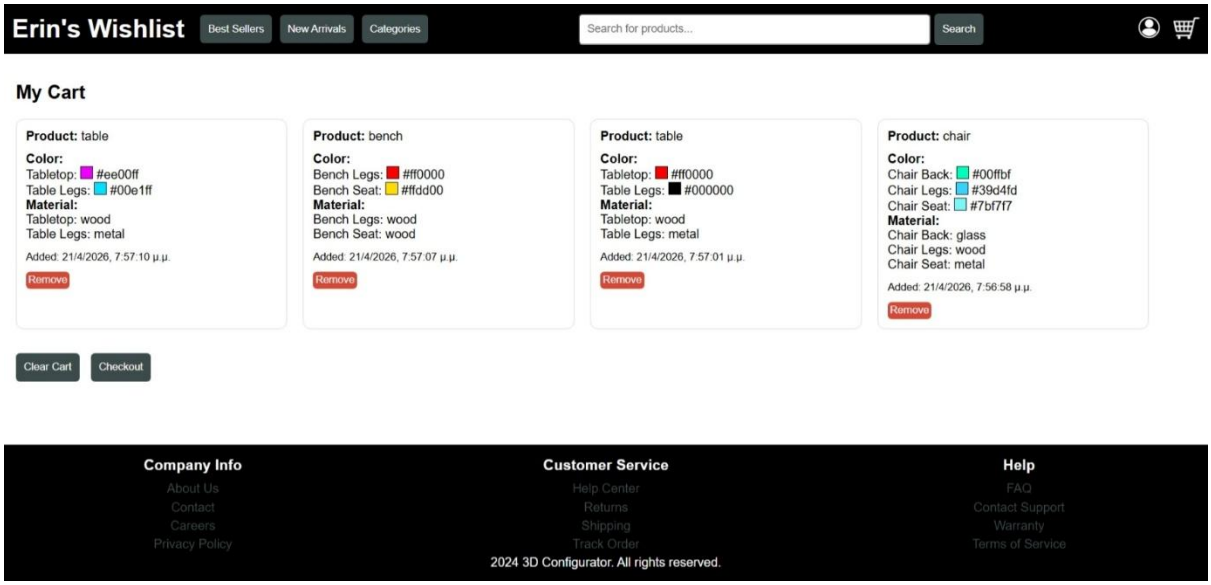
Εικόνα 17: Configurator.html

- Profile.html: Η σελίδα που περιλαμβάνει τα αποθηκευμένα σχέδια του χρήστη σε μορφή καρτών. Το σύστημα διαθέτει λειτουργία ταξινόμησης των καρτών με βάση την ημερομηνία αποθήκευσης για ευκολότερη αναζήτηση ενός σχεδίου μέσα στο προφίλ. Κάθε κάρτα περιλαμβάνει κουμπιά για φόρτωση ενός σχεδίου στον configurator, για προσθήκη του στο καλάθι και για τη διαγραφή του από τα αποθηκευμένα σχέδια του χρήστη. Κάτω από τις κάρτες με τα αποθηκευμένα σχέδια υπάρχει περιοχή με πεδίο συμπλήρωσης κειμένου, όπου ο χρήστης μπορεί να εκφράσει τη γνώμη του για τον configurator της εφαρμογής.



Εικόνα 18: Profile.html

- Cart.html: Η σελίδα του καλαθιού αγορών, με τα προϊόντα που ο χρήστης επιθυμεί να αγοράσει. Τα προϊόντα εμφανίζονται με κάρτες, όπως και στο προφίλ του χρήστη, ενώ υπάρχει δυνατότητα αφαίρεσης ενός προϊόντος πατώντας το κουμπί «Remove» που περιλαμβάνεται μέσα στην κάρτα. Η σελίδα διαθέτει κουμπιά για το άδειασμα ολόκληρου του καλαθιού, με το πάτημα του «Clear Cart» και την εικονική ολοκλήρωση των αγορών, πατώντας το «Chekout».



Εικόνα 19: Cart.html

5.2.2. CSS

Για την μορφοποίηση και την αισθητική της εφαρμογής χρησιμοποιούνται αρχεία CSS τα οποία καθορίζουν χαρακτηριστικά όπως τα χρώματα, τα περιθώρια και η διάταξη του περιεχομένου κάθε σελίδας. Κάθε αρχείο HTML διαθέτει το αντίστοιχο CSS αρχείο του για την διαμόρφωση των στοιχείων του στην οθόνη.

Επιπλέον, για την αποφυγή της επανάληψης κώδικα και την εξασφάλιση ομοιόμορφης εμφάνισης σε κάθε σελίδα, δημιουργήθηκε το αρχείο general.css. Το αρχείο αυτό περιλαμβάνει το styling των κοινών κομματιών html των αρχείων home.html, configurator.html, profile.html και cart.html καλύπτοντας τα κουμπιά του header, τα dropdown menu των κατηγοριών και του user menu, την μπάρα αναζήτησης και το footer.

5.2.3. JavaScript

Η λειτουργικότητα της εφαρμογής υλοποιείται μέσω JavaScript κώδικα σε κάθε html αρχείο. Στο αρχείο auth.html περιλαμβάνεται ο κώδικας για την είσοδο στο σύστημα ως επισκέπτης, αλλά και την εγγραφή και την είσοδο των εγγεγραμμένων χρηστών στην εφαρμογή. Το αρχείο home.html πραγματοποιεί την φόρτωση των πρότυπων προϊόντων στον configurator.

Τα αρχεία profile.html και cart.html διαθέτουν κώδικα για την δημιουργία των καρτών του προφίλ και καλαθιού αντίστοιχα. Το προφίλ διαθέτει λειτουργίες ταξινόμησης των σχεδίων του χρήστη και περιλαμβάνει την καταγραφή του feedback, κάνοντας παράλληλα και καταμέτρηση φόρτωσης ενός σχεδίου στον configurator ή προσθήκης του στο καλάθι.

Στο καλάθι αγορών υπάρχουν λειτουργίες για το άδειασμα του καλαθιού και την ολοκλήρωση των αγορών, η οποία επίσης καταμετράται στον πίνακα των analytics.

Κύριο αρχείο του συστήματος αποτελεί η main.js, στην οποία υλοποιείται η λειτουργικότητα του configurator. Στο αρχείο αυτό εκτελείται η φόρτωση και προβολή των 3D μοντέλων με τη χρήση της βιβλιοθήκης Three.js, αλλά και ο χειρισμός της κάμερας, του φωτισμού και των Orbit Controls για να μπορεί ο χρήστης να παραμετροποιεί τα προϊόντα και να αλληλεπιδρά μαζί τους.

Στο αρχείο main.js περιλαμβάνεται η λογική για την αποθήκευση νέου μοντέλου ή την τροποποίηση υπάρχοντος. Σε περίπτωση αποθήκευσης ένας σχεδίου και περαιτέρω επεξεργασίας του στη συνέχεια, πραγματοποιείται έλεγχος για τον τρόπο της νέας αποθήκευσής του. Ο χρήστης μπορεί να διαλέξει αν επιθυμεί να αντικαταστήσει το προηγούμενο σχέδιο με το νέο, ή αν θέλει το νέο σχέδιο να καταχωρηθεί ως διαφορετικό design, διατηρώντας ταυτόχρονα και το αρχικό. Παράλληλα, καθορίζεται η αποθήκευση των σχεδίων και προϊόντων να πραγματοποιείται από την βάση δεδομένων για τους συνδεδεμένους χρήστες και από το localStorage για τους επισκέπτες.

Στο ίδιο αρχείο εφαρμόζεται και καταμέτρηση του ανοίγματος του configurator, της αποθήκευσης ενός σχεδίου και της προσθήκης του στο καλάθι για την λειτουργία του analytics της εφαρμογής. Τέλος, το main.js περιέχει τη λογική εφαρμογής των υλικών και χρωμάτων σε κάθε τμήμα του μοντέλου και τον έλεγχο συμβατότητας μεταξύ επιμέρους τμημάτων του μοντέλου του τραπεζιού. Ο έλεγχος αυτός εξασφαλίζει ότι αν το Tabletop χρησιμοποιεί τις εκδόσεις v6 ή v7, τα Table Legs δεν θα είναι κάποια από τις versions v1-v6, λόγω μη ρεαλιστικού αποτελέσματος.

5.2.4. 3D Μοντέλα

Τα 3D μοντέλα της εφαρμογής βρίσκονται στον φάκελο models και χωρίζονται ανά προϊόν στους υποφακέλους bench, chair και table, οπού για κάθε μοντέλο περιλαμβάνεται το .glTF και το .bin αρχείο. Έχουν δημιουργηθεί με τη χρήση του λογισμικού Blender και η φόρτωσή τους στον browser πραγματοποιείται μέσω της βιβλιοθήκης Three.js και του GLTFLoader.
Κάθε μοντέλο διαιρείται σε τμήματα (πχ. Tabletop και Table Legs για το τραπέζι) και κάθε τμήμα διαθέτει πολλαπλές εκδόσεις ανάμεσα στις οποίες ο χρήστης μπορεί να διαλέξει κατά την παραμετροποίηση του προϊόντος.
Κάθε έκδοση ενός τμήματος (π.χ. Tabletop v1, Tabletop v2 κοκ.) αποθηκεύεται ως ξεχωριστό mesh μέσα στο glTF αρχείο, με δικό της όνομα το οποίο αποτελείται από το βασικό όνομα του τμήματος και τον αριθμό της έκδοσης (π.χ. το τμήμα Tabletop v1 στον configurator έχει το όνομα Surface_v1 στο Blender. Η αντιστοίχιση από το Blender Name στο Configurator Name γίνεται στην main.js). Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται ώστε να μπορεί το σύστημα να διατρέχει όλα τα meshes και να εμφανίζει μόνο τα επιλεγμένα τμήματα κάθε αντικειμένου, διατηρώντας κρυφές τις υπόλοιπες εκδόσεις τους.
Σε κάθε 3D μοντέλο περιλαμβάνονται ταυτόχρονα όλες οι εκδόσεις κάθε τμήματός του. Όλες οι εκδόσεις των τμημάτων παραμένουν φορτωμένες σε όλη τη διάρκεια εμφάνισης του μοντέλου στην οθόνη. Η εμφάνιση ή η απόκρυψη των μη επιλεγμένων εκδόσεων ρυθμίζεται δυναμικά από την main.js όταν ο χρήστης αλλάζει έκδοση σε ένα τμήμα, αποφεύγοντας έτσι την ανάγκη φόρτωσης διαφορετικού μοντέλου για κάθε δυνατό συνδυασμό.

5.2.5. Εικόνες

Οι εικόνες της εφαρμογής αποθηκεύονται στον φάκελο images για χρήση από τα HTML αρχεία. Ο ρόλος τους είναι αισθητικός αλλά και λειτουργικός καθώς περιλαμβάνουν τα ενδεικτικά προϊόντα της ενότητας «TOP PICKS» και το banner στην σελίδα home.html, το εικονίδιο του χρήστη και το εικονίδιο του καλαθιού.

5.2.6. Υφές

Στον φάκελο textures βρίσκονται οι υφές που χρησιμοποιούνται για την απόδοση των υλικών πάνω στα 3D αντικείμενα της εργασίας. Για τις ανάγκες της εργασίας συμπεριλήφθηκαν τρία υλικά, το ξύλο, το μέταλλο και το γυαλί, το τελευταίο από τα οποία αποδίδεται μόνο με τη

βοήθεια των ρυθμίσεων διαφάνειας. Η εφαρμογή των υφών στα τμήματα γίνεται μέσω της βιβλιοθήκης Three.js στο αρχείο main.js.
Οι υφές του ξύλου και του μετάλλου φορτώνονται από τον φάκελο textures στον configurator μέσω του TextureLoader, και εφαρμόζονται στα υλικά με τη βοήθεια της κλάσης MeshStandardMaterial.

5.3. Back end

Ο φάκελος backend περιλαμβάνει το αρχείο server.js, που έχει τον ρόλο του server της εφαρμογής και πραγματοποιεί την επικοινωνία ανάμεσα στο front end και τη βάση δεδομένων. Ο server υλοποιείται με τη χρήση του Express framework για την διαχείριση των HTTP αιτημάτων και τον ορισμό των routes της εφαρμογής.
Στο server.js πραγματοποιείται η σύνδεση του back end με το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων PostgreSQL μέσω της βιβλιοθήκης pg. Επίσης, χρησιμοποιείται το express.json() για την μετατροπή των δεδομένων JSON από τα HTTP αιτήματα του front end σε αντικείμενα JavaScript. Έτσι ο server μπορεί να τα επεξεργαστεί και να τα χρησιμοποιήσει για την εκτέλεση των κατάλληλων λειτουργιών στη βάση δεδομένων.
Επιπλέον, χρησιμοποιείται το express.static() για την φόρτωση των στατικών αρχείων δηλαδή των αρχείων HTML,CSS και JavaScript καθώς και των 3D μοντέλων, υφών και εικόνων στον browser.
Τέλος, γίνεται χρήση της βιβλιοθήκης bcryptjs για την ασφαλή αποθήκευση του κωδικού εισόδου κάθε χρήστη στη βάση, προστατεύοντάς τον σε περίπτωση διαρροής. Η βιβλιοθήκη αυτή εφαρμόζει hash στον κωδικό πριν την αποθήκευσή του και, κατά τη σύνδεση ενός ήδη εγγεγραμμένου χρήστη, πραγματοποιεί σύγκριση hash για να επιβεβαιώσει τον κωδικό εισόδου.
Για την κάλυψη των βασικών λειτουργιών CRUD του συστήματος, ο server περιλαμβάνει τα παρακάτω endpoints:

- POST/signup για εγγραφή νέου χρήστη
- POST/login για είσοδο χρήστη
- POST/save-design για αποθήκευση νέου σχεδίου στη βάση
- GET/designs για ανάκτηση των αποθηκευμένων σχεδίων ενός χρήστη
- GET/designs/:id για ανάκτηση συγκεκριμένου σχεδίου

- PUT/designs/:id για ενημέρωση υπάρχοντος σχεδίου
- DELETE/designs/:id για διαγραφή σχεδίου με βάση το id του
- POST/cart για την εισαγωγή ενός προϊόντος στο καλάθι του χρήστη
- GET/cart για ανάκτηση των προϊόντων καλαθιού ενός χρήστη
- DELETE/cart για αφαίρεση όλων των προϊόντων από το καλάθι
- DELETE/cart/:id για αφαίρεση συγκεκριμένου προϊόντος από το καλάθι
- POST/feedback για την καταχώρηση της ανατροφοδότησης από τον χρήστη
- POST/analytics για καταγραφή των δεδομένων analytics του συστήματος

Σημειώνεται ότι, για χρήστες που συνδέονται ως επισκέπτες στο σύστημα, η αποθήκευση και ανάκτηση των σχεδίων τους πραγματοποιείται μέσω browser χωρίς εμπλοκή του back end.

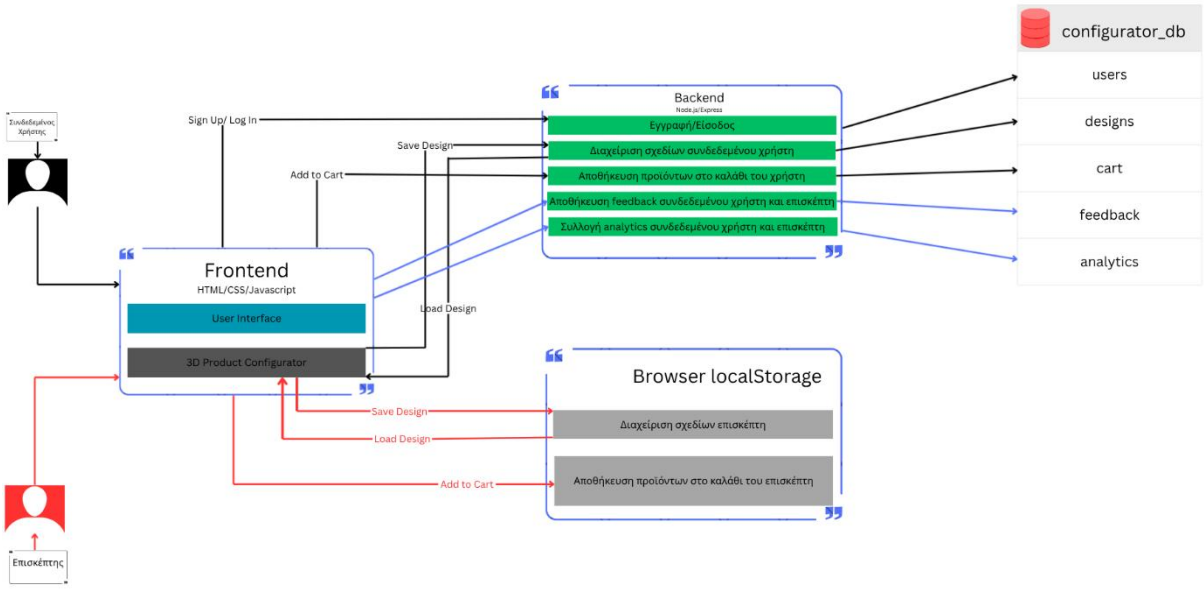
5.4. Ροή Δεδομένων – PostgreSQL και LocalStorage

Το σύστημα εμφανίζει διαφορετικά χαρακτηριστικά και ακολουθεί διαφορετική λογική αποθήκευσης δεδομένων με βάση τον τρόπο εισόδου του χρήστη, ο οποίος διακρίνεται σε συνδεδεμένο χρήστη ή επισκέπτη. Ο καθορισμός του ρόλου του χρήστη γίνεται στο front end με έλεγχο του cookie «userId» κατά τη φόρτωση μιας σελίδας.

Στο επίπεδο της διεπαφής, ο ρόλος του χρήστη επηρεάζει το μενού χρήστη, καθώς και χαρακτηριστικά όπως το μήνυμα καλωσορίσματος και το κουμπί για είσοδο ή έξοδο που βρίσκεται στο sidebar του προφίλ. Σημειώνεται ότι οι επιπλέον λειτουργίες που εμφανίζονται στο μενού του συνδεδεμένου χρήστη δεν έχουν υλοποιηθεί πλήρως, αλλά χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση ενός ολοκληρωμένου συστήματος.

Στο κομμάτι της αποθήκευσης των σχεδίων, το σύστημα καταχωρεί τα μοντέλα που σχεδιάζει ο συνδεδεμένος χρήστης στη βάση δεδομένων, ενώ τα σχέδια του επισκέπτη διατηρούνται τοπικά στον browser με τη βοήθεια του localStorage. Η αποθήκευση στη βάση δεδομένων εξασφαλίζει στον χρήστη ότι θα μπορεί να έχει πρόσβαση στα σχέδιά του από οποιαδήποτε συσκευή, σε αντίθεση με την αποθήκευση στο localStorage, όπου ο επισκέπτης πρέπει να συνδεθεί στον ίδιο browser για να μπορέσει να δει τα αποθηκευμένα του σχέδια. Η ίδια λογική ακολουθείται και για την καταχώρηση των προϊόντων στο καλάθι, με τα προϊόντα του επισκέπτη να καταχωρούνται στο localStorage και τα προϊόντα του χρήστη να αποθηκεύονται στην βάση δεδομένων.

Η καταγραφή analytics και feedback αποθηκεύεται στη βάση δεδομένων, χωρίς την καταχώρηση στοιχείων σχετικά με την ταυτότητα ή τον τρόπο σύνδεσης του χρήστη, καθώς ο στόχος των λειτουργιών αυτών είναι η συλλογή δεδομένων και όχι η ταυτοποίηση των χρηστών που τα παρέχουν.



Εικόνα 20: Ροή δεδομένων της εφαρμογής: Τα κόκκινα βέλη συμβολίζουν τον επισκέπτη, τα μαύρα τον συνδεδεμένο χρήστη και τα μπλε και τους δύο

5.4.1 Αποθήκευση Δεδομένων στη Βάση (PostgreSQL)

Για την αποθήκευση των στοιχείων, σχεδίων και προϊόντων των συνδεδεμένων χρηστών, των analytics και του feedback επιλέχθηκε το σύστημα διαχείρισης βάσεων δεδομένων PostgreSQL. Η διαχείριση της βάσης δεδομένων και των πινάκων της πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του εργαλείου pgAdmin 4.

Η βάση δεδομένων της εργασίας αποτελείται από τον πίνακα users, στον οποίο διατηρούνται τα στοιχεία κάθε χρήστη που έχει δημιουργήσει λογαριασμό στο σύστημα και τους πίνακες designs και cart που περιλαμβάνουν τα αποθηκευμένα designs και τα προϊόντα καλαθιού κάθε εγγεγραμμένου χρήστη αντίστοιχα. Ακόμη, διαθέτει τον πίνακα analytics που αποθηκεύει πληροφορίες για τις ενέργειες που εκτελούν οι χρήστες του συστήματος, με στόχο την συλλογή δεδομένων, καθώς και τον πίνακα feedback που καταγράφει τις αξιολογήσεις των χρηστών σχετικά με τον configurator.

Ο πίνακας users διαθέτει τις στήλες id, email και password. Η στήλη email φιλοξενεί το email του χρήστη, ενώ στην στήλη password διατηρείται ο κωδικός πρόσβασης σε hashed μορφή. Η

στήλη id περιέχει ένα μοναδικό αναγνωριστικό (id) για κάθε χρήστη και αποτελεί το πρωτεύον κλειδί του πίνακα. Ο ρόλος του πίνακα είναι η αποθήκευση των στοιχείων εισόδου των χρηστών ώστε να μπορούν να ταυτοποιηθούν κατά τη διάρκεια της σύνδεσής τους στο σύστημα.

Πίνακας 1: Ο πίνακας USERS της βάσης δεδομένων της εργασίας

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
id	SERIAL	Primary Key – Μοναδικό αναγνωριστικό χρήστη
email	TEXT	Email χρήστη – μοναδικό
password	TEXT	Hashed κωδικός πρόσβασης χρήστη

Ο πίνακας designs χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των σχεδίων που δημιουργούν οι συνδεδεμένοι χρήστες. Αποτελείται από τις στήλες id (διαφορετικό από το id του χρήστη), user_id, saved_at και config_data.

Η στήλη config_data είναι υπεύθυνη για την διατήρηση όλων των πληροφοριών του σχεδίου (χρώματα, υλικά, versions και τύπος μοντέλου) σε μορφή JSONB. Η επιλογή χρήσης του τύπου JSONB, αντί για την δημιουργία διαφορετικών στηλών για κάθε χαρακτηριστικό του μοντέλου περιλαμβάνει πολλά οφέλη, όπως η μείωση της πολυπλοκότητας της βάσης και η δυνατότητα επέκτασης του συστήματος με την προσθήκη νέων προϊόντων χωρίς να απαιτείται τροποποίηση των υπαρχουσών στηλών. Ταυτόχρονα, διευκολύνεται η διαχείριση του σχεδίου ως ένα ολοκληρωμένο αντικείμενο μέσα στον κώδικα και απλοποιείται η διαδικασία ενημέρωσής του στη βάση μετά από κάποια τροποποίηση.

Ενδεικτικά, όταν ένας χρήστης καταχωρήσει ένα σχέδιο στο προφίλ του, τα χαρακτηριστικά του σχεδίου αποθηκεύονται στην στήλη config_data με την παρακάτω μορφή:

```
{
  "colors": {
    "Chair Back": "#3700ff",
    "Chair Legs": "#a6ff00",
    "Chair Seat": "#00ff91"
  },
  "versions": {
    "Chair Back": 1,
    "Chair Legs": 5,
    "Chair Seat": 1
```

```
  },
  "materials": {
    "Chair Back": "metal",
    "Chair Legs": "wood",
    "Chair Seat": "glass"
  },
  "model_name": "chair"
}
```

Η στήλη id χρησιμοποιείται ως μοναδικό αναγνωριστικό κάθε σχεδίου, ενώ στην στήλη user_id καταχωρείται το αναγνωριστικό του χρήστη που το δημιούργησε, ώστε να είναι δυνατή η τροποποίηση και διαγραφή του μόνο από τον κάτοχό του.

Επιπλέον, στην στήλη saved_at αποθηκεύεται η χρονική στιγμή καταχώρησης κάθε σχεδίου, έτσι ώστε να επιτρέπεται η ταξινόμηση του προφίλ με βάση το πιο πρόσφατο ή το παλαιότερο σχέδιο.

Πίνακας 2: Ο πίνακας DESIGNS της βάσης δεδομένων της εργασίας

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
id	SERIAL	Primary Key – Μοναδικό αναγνωριστικό σχεδίου
user_id	INTEGER	Foreign Key – Το αναγνωριστικό του χρήστη που δημιούργησε το σχέδιο
saved_at	TIMESTAMP	Ημερομηνία αποθήκευσης
config_data	JSONB	Τα χαρακτηριστικά κάθε τμήματος του μοντέλου

Ο πίνακας cart αποθηκεύει τα σχέδια τα οποία ο χρήστης επιθυμεί να αγοράσει, ακολουθώντας παρόμοια λογική πεδίων με αυτή των σχεδίων που αποθηκεύει στο προφίλ του. Αποτελείται από τις στήλες id, user_id, added_at και config_data.

Το id αποτελεί το μοναδικό αναγνωριστικό κάθε προϊόντος που έχει εισαχθεί στο καλάθι του χρήστη. Η τοποθέτηση του ίδιου προϊόντος στο καλάθι περισσότερες από μία φορές θα έχει ως αποτέλεσμα την δημιουργία δύο προϊόντων με πανομοιότυπα χαρακτηριστικά αλλά διαφορετικό αναγνωριστικό, καθώς, για λόγους απλότητας, στην παρούσα υλοποίηση δεν έχει προβλεφθεί λειτουργία για την ποσότητα κάθε προϊόντος. Ως αποτέλεσμα, το σύστημα του

καλαθιού τα αντιμετωπίζει σαν ξεχωριστά προϊόντα ακόμη και όταν έχουν ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά.

Η στήλη user_id χρησιμοποιείται για την αντιστοίχιση των προϊόντων ενός χρήστη με τον λογαριασμό του στη βάση, ενώ προστίθεται και η χρονική στιγμή που εισάγεται το προϊόν στο καλάθι, με σκοπό την αυτόματη ταξινόμησή τους από το πιο πρόσφατο στο παλαιότερο κατά τη φόρτωση της σελίδας.

Πίνακας 3: Ο πίνακας CART της βάσης δεδομένων της εργασίας

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
id	SERIAL	Primary Key – Μοναδικό αναγνωριστικό προϊόντος
user_id	INTEGER	Foreign Key – Το αναγνωριστικό του χρήστη που αποθήκευσε το προϊόν
added_at	TIMESTAMP	Ημερομηνία εισαγωγής του προϊόντος στο καλάθι
config_data	JSONB	Τα χαρακτηριστικά κάθε τμήματος του προϊόντος

Ο πίνακας feedback συγκεντρώνει τις αξιολογήσεις των χρηστών για την εμπειρία τους με τον configurator του συστήματος. Οι αξιολογήσεις μπορούν να προέρχονται τόσο από τους συνδεδεμένους χρήστες όσο και από τους επισκέπτες, και καταχωρούνται ανώνυμα στη βάση για να επιτρέπουν την μελέτη της γνώμης των πελατών και την βελτίωση του configurator βάσει αυτής.

Κάθε αξιολόγηση που εισάγεται στη βάση αποτελείται από το αναγνωριστικό του μηνύματος, το περιεχόμενό του, το οποίο περιορίζεται στους 2000 χαρακτήρες, μέσω ελέγχου στο front end, καθώς και την ημερομηνία καταχώρησής του, για να μπορεί ο διαχειριστής του συστήματος να γνωρίζει σε ποια έκδοση του διαθέσιμου συστήματος απευθύνεται η κάθε αξιολόγηση.

Πίνακας 4: Ο πίνακας FEEDBACK της βάσης δεδομένων της εργασίας

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
id	SERIAL	Primary Key – Μοναδικό αναγνωριστικό αξιολόγησης
message	TEXT	Το μήνυμα του χρήστη
created_at	TIMESTAMP	Ημερομηνία υποβολής της αξιολόγησης

Τέλος, ο πίνακας analytics χρησιμοποιείται για την συγκέντρωση δεδομένων από τις ενέργειες που πραγματοποιούν οι χρήστες στο σύστημα με σκοπό την εξαγωγή συμπερασμάτων για τις προτιμήσεις των χρηστών και την βελτίωση του συστήματος με ανάλογο τρόπο.

Στην υλοποίηση της εργασίας πραγματοποιείται συγκέντρωση πληροφοριών για τέσσερα ξεχωριστά συμβάντα, καθένα από τα οποία αποτελεί μια βασική ενέργεια στο σύστημα. Τα συμβάντα αυτά είναι το άνοιγμα του configurator, το οποίο καταχωρείται με την κωδικοποίηση view_configurator, η αποθήκευση του σχεδίου με κωδικό save_design, η προσθήκη προϊόντος στο καλάθι με κωδικό add_to_cart και η ολοκλήρωση μιας αγοράς με κωδικό checkout. Σε κάθε περίπτωση, εκτός από αυτή του checkout, η βάση συγκρατεί στην στήλη model_name το μοντέλο με το οποίο πραγματοποιείται η κάθε ενέργεια. Παράλληλα αποθηκεύεται και η πληροφορία για την χρονική στιγμή που πραγματοποιήθηκε η ενέργεια, για να προσφέρει επιπλέον πληροφορίες, όπως το ποια προϊόντα έχουν απήχηση κάθε χρονική στιγμή αλλά και το πώς επηρεάζονται οι χρήστες από τάσεις ή προσφορές.

Πίνακας 5: Ο πίνακας ANALYTICS της βάσης δεδομένων της εργασίας

Πεδίο	Τύπος	Περιγραφή
id	SERIAL	Primary Key – Μοναδικό αναγνωριστικό συμβάντος
event_type	TEXT	Ο τύπος του συμβάντος
model_name	TEXT	Το μοντέλο το οποίο αφορά
created_at	TIMESTAMP	Η χρονική στιγμή που πραγματοποιήθηκε

5.4.2. Αποθήκευση Δεδομένων σε Guest Mode (localStorage)

Για την δυνατότητα χρήσης του configurator χωρίς την υποχρέωση δημιουργίας λογαριασμού στο σύστημα προστέθηκε η λειτουργία του guest mode, στην οποία τα δεδομένα αποθηκεύονται στον browser μέσω του localStorage. Το localStorage αποτελεί έναν μηχανισμό αποθήκευσης του browser για την τοπική αποθήκευση δεδομένων στον υπολογιστή του χρήστη.

Το localStorage αποθηκεύει τα σχέδια και τα προϊόντα σε μορφή JSON, διατηρώντας τα και μετά το κλείσιμο του browser. Έτσι ο επισκέπτης μπορεί να δει τα σχέδιά του και να τα τροποποιήσει όσες φορές θέλει, όπως και να προσθέσει προϊόντα στο καλάθι του χωρίς να απαιτείται η δημιουργία λογαριασμού. Η διαγραφή τους από τον browser μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με εκκαθάριση του localStorage είτε με διαγραφή κάθε design ξεχωριστά από το προφίλ του χρήστη και με αφαίρεση κάθε προϊόντος ξεχωριστά από το καλάθι ή άδειασμα του καλαθιού μέσω του κουμπιού «Clear Cart».

5.5. Λειτουργίες του 3D Configurator

Ο configurator αποτελεί το επίκεντρο της υλοποίησης της εργασίας, με λειτουργίες που καλύπτουν την φόρτωση και απεικόνιση των μοντέλων, την τροποποίηση των χαρακτηριστικών τους από τον χρήστη, την διαχείριση του τρόπου αποθήκευσής τους και την προσθήκη τους στο καλάθι αγορών.

5.5.1. Φόρτωση και Απεικόνιση 3D Μοντέλων

Η απεικόνιση των προϊόντων στον configurator πραγματοποιήθηκε με τη χρήση της βιβλιοθήκης Three.js, η οποία προσφέρει τα κατάλληλα εργαλεία για τη δημιουργία σκηνής, κάμερας και φωτισμού. Μέσω αυτής της βιβλιοθήκης τα 3D μοντέλα φορτώνονται από τα .glTF αρχεία και προβάλλονται στον χρήστη, επιτρέποντάς του την επεξεργασία τους, την περιστροφή και την μεγέθυνσή τους.

5.5.2. Παραμετροποίηση Προϊόντων (Parts και Versions)

Στο αρχείο glTF, το μοντέλο κάθε προϊόντος χωρίζεται σε επιμέρους τμήματα τα οποία αντιστοιχούν στα βασικά του δομικά στοιχεία. Έτσι, το μοντέλο της καρέκλας χωρίζεται στα τμήματα Chair Back, Chair Seat και Chair Legs, το μοντέλο για το παγκάκι αποτελείται από τα τμήματα Bench Back, Bench Seat, Bench Legs και Armrest ενώ το τραπέζι χωρίζεται στο Tabletop (Surface) και το Table Legs. Κάθε ένα από αυτά τα τμήματα διαθέτει πολλές εναλλακτικές εκδόσεις, τις οποίες ο χρήστης μπορεί να συνδυάσει για να δημιουργήσει το σχέδιο που προτιμάει.

Αρχικά, ο χρήστης διαλέγει το τμήμα του επιλεγμένου μοντέλου που επιθυμεί να τροποποιήσει πατώντας το αντίστοιχο κουμπί στον πίνακα «Customize part» και στη συνέχεια μπορεί να περιηγηθεί διαδοχικά σε όλες τις εναλλακτικές εκδόσεις με τη βοήθεια των κουμπιών πλοήγησης με τα σύμβολα ← και → .

Στην περίπτωση του μοντέλου του τραπεζιού έχει τεθεί περιορισμός συμβατότητας μεταξύ συγκεκριμένων τμημάτων, προκειμένου να αποφευχθούν μη λειτουργικοί συνδυασμοί. Συγκεκριμένα, οι εκδόσεις Tabletop v6 και Tabletop v7 μπορούν να συνδυαστούν μόνο με τις εκδόσεις Table Legs v7 έως Table Legs v12, καθώς η επιφάνεια του τραπεζιού σε αυτές τις εκδόσεις είναι μικρότερη και οι αποστάσεις των ποδιών στις εκδόσεις 1-6 δεν της επιτρέπουν να στηριχθεί.

5.5.3. Αλλαγή Υλικών, Χρωμάτων και Διαδραστικότητα

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επεξεργαστεί ξεχωριστά το χρώμα και το υλικό κάθε τμήματος του επιλεγμένου μοντέλου, μέσα από τα εργαλεία που προσφέρει η σελίδα του configurator. Συγκεκριμένα, το σύστημα διαθέτει color picker και μενού υλικών, τα οποία μπορούν να εφαρμοστούν στο ενεργό τμήμα του προϊόντος χωρίς να επηρεάζονται τα υπόλοιπα τμήματά του για να επιτρέπεται ο συνδυασμός πολλών διαφορετικών χρωμάτων και υλικών στο ίδιο μοντέλο.

Παράλληλα, ο configurator διαθέτει λειτουργίες περιστροφής και zoom για καλύτερη κατανόηση των λεπτομερειών του σχεδίου που επεξεργάζεται ο χρήστης. Η περιστροφή του μοντέλου υλοποιείται με press and hold του αριστερού κουμπιού μαζί με κίνηση του ποντικιού,

ενώ η λειτουργία zoom υλοποιείται με τη χρήση του scroll wheel του ποντικιού ή τη χρήση των κουμπιών «+» και «-» στην σελίδα του configurator.
Η διαδραστικότητα που προσφέρει ο 3D configurator αποτελεί ένα πολύ σημαντικό εργαλείο για τα ηλεκτρονικά καταστήματα, με ευρήματα από μελέτη των Kinzinger et al. (2025) να αποδεικνύουν ότι η παροχή οπτικού ελέγχου, όπως η περιστροφή και το zoom, βελτιώνει την εμπειρία χρήστη και αυξάνει την απόλαυση κατά την περιήγηση. Αυτά τα αποτελέσματα φαίνεται να ενισχύονται ακόμη περισσότερο όταν προστίθεται και λειτουργικός έλεγχος του προϊόντος στις δυνατότητες του καταναλωτή, οδηγώντας σε αυξημένη πρόθεση αγοράς.

5.5.4. Αποθήκευση, Φόρτωση και Επεξεργασία Σχεδίων

Οι λειτουργίες αποθήκευσης, φόρτωσης και επεξεργασίας των σχεδίων επιτρέπουν στον χρήστη να δημιουργεί εναλλακτικές εκδόσεις ενός προϊόντος για να μπορεί να διαλέξει ποια ταιριάζει καλύτερα στις ανάγκες του. Το σύστημα παρέχει μηχανισμούς για την τροποποίηση ήδη υπάρχοντος σχεδίου ή την δημιουργία καινούργιου.

5.5.4.1. Αποθήκευση Σχεδίων

Μετά την επεξεργασία ενός μοντέλου στον configurator, ο χρήστης μπορεί να αποθηκεύσει το σχέδιό του με το πάτημα του κουμπιού «Save Design», έτσι ώστε να μπορεί να το επαναφέρει για προβολή ή επιπλέον επεξεργασία αργότερα. Κατά την διαδικασία αποθήκευσης, το σύστημα δημιουργεί μια δομή JSON στην οποία περιλαμβάνονται οι εκδόσεις, τα χρώματα και τα υλικά κάθε τμήματος καθώς και το είδος του μοντέλου του καινούργιου σχεδίου. Ταυτόχρονα καταχωρείται και η χρονική στιγμή αποθήκευσης για να μπορεί να εφαρμοστεί η ταξινόμηση των σχεδίων στο προφίλ του χρήστη με αύξουσα ή φθίνουσα ημερομηνία.
Στην περίπτωση του επισκέπτη, κάθε αποθηκευμένο σχέδιο λαμβάνει ένα μοναδικό αναγνωριστικό id, που παράγεται μέσω της συνάρτησης Date.now(). Για την ολοκλήρωση της αποθήκευσης του σχεδίου, το σύστημα ανακτά τα ήδη αποθηκευμένα σχέδια από το localStorage, προσθέτει το καινούργιο σχέδιο στο τέλος της λίστας και στη συνέχεια τα αποθηκεύει εκ νέου στο localStorage, αντικαθιστώντας έτσι την προηγούμενη λίστα.
Για τον συνδεδεμένο χρήστη, τα δεδομένα του σχεδίου αποστέλλονται στο back end μέσω HTTP αιτήματος, το οποίο περιλαμβάνει και το userId, για συσχέτιση του νέου σχεδίου με τον

σωστό χρήστη στη βάση. Το νέο σχέδιο λαμβάνει δικό του αναγνωριστικό μέσω του μηχανισμού auto-increment του πίνακα designs.

5.5.4.2. Φόρτωση Παραμετροποιημένων Σχεδίων

Ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επαναφέρει όσες φορές επιθυμεί τα αποθηκευμένα σχέδιά του στον configurator, είτε για απλή προβολή είτε για να συνεχίσει την επεξεργασία τους. Κατά τη φόρτωση ενός μοντέλου από το προφίλ του χρήστη στον configurator, το σύστημα ανακτά τα δεδομένα του σχεδίου που βρίσκονται αποθηκευμένα σε μορφή JSON είτε στην βάση είτε στο localStorage και, αφού τα μετατρέψει ξανά σε αντικείμενο JavaScript, συνθέτει και πάλι το αποθηκευμένο σχέδιο μέσω της λογικής του αρχείου main.js. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στον 3D Viewer επιτρέποντας στον χρήστη να συνεχίσει την επεξεργασία στο μοντέλο που είχε σχεδιάσει.

5.5.4.3. Ενημέρωση ή Δημιουργία Νέου Σχεδίου

Κατά την αποθήκευση ενός σχεδίου, πραγματοποιείται έλεγχος αν το σχέδιο είναι νέο ή αν έχει ήδη αποθηκευτεί στο παρελθόν. Σε περίπτωση που το σύστημα συμπεράνει ότι η αποθήκευση πραγματοποιείται σε ήδη υπάρχον σχέδιο, γίνεται έλεγχος με σύγκριση των χαρακτηριστικών του αποθηκευμένου σχεδίου με τις τρέχουσες τιμές των εκδόσεων, των χρωμάτων και των υλικών κάθε τμήματος του μοντέλου που βρίσκεται στην οθόνη εκείνη τη χρονική στιγμή.

Αν δεν εντοπιστούν αλλαγές, ο χρήστης ενημερώνεται ότι δεν απαιτείται νέα αποθήκευση μέσω μηνύματος alert. Διαφορετικά, η σελίδα του configurator θα εμφανίσει ένα αναδυόμενο παράθυρο (modal) με τις επιλογές να αντικαταστήσει το αρχικό σχέδιο με το νέο ή να αποθηκεύσει το νέο σχέδιο ξεχωριστά, διατηρώντας ταυτόχρονα και το αρχικό.

Στην περίπτωση που ο χρήστης επιλέξει την αποθήκευση του επεξεργασμένου σχεδίου ως νέο, δημιουργείται καινούργιο id και καταχωρούνται τα δεδομένα του νέου design χωρίς τροποποίηση του αρχικού. Εφόσον ο χρήστης ζητήσει την ενημέρωση του υπάρχοντος σχεδίου, το σύστημα θα διατηρήσει το ίδιο αναγνωριστικό σχεδίου ενημερώνοντας τον χρόνο αποθήκευσης και τις παραμέτρους της εμφάνισής του. Τέλος, υπάρχει η επιλογή ακύρωσης της αποθήκευσης για να κλείσει το modal χωρίς να πραγματοποιηθεί κάποια ενέργεια. Η

παραπάνω λειτουργία εφαρμόζεται τόσο στους συνδεδεμένους χρήστες όσο και στους επισκέπτες.

5.5.5. Προσθήκη προϊόντος στο καλάθι

Η προσθήκη προϊόντος στο καλάθι μέσω του configurator ακολουθεί παρόμοια λογική με αυτή της αποθήκευσης σχεδίου, καθώς, αφού πατηθεί το κουμπί «Add to Cart», δημιουργείται η JSON δομή με όλα τα χαρακτηριστικά του σχεδίου που βρίσκεται στην οθόνη και, ανάλογα με τον τρόπο εισόδου του χρήστη, ακολουθεί την κατάλληλη πορεία αποθήκευσης.

Στην περίπτωση του επισκέπτη, δημιουργείται νέο Object, στο οποίο εισάγεται η δομή με όλα τα χαρακτηριστικά του προϊόντος, δημιουργείται το μοναδικό αναγνωριστικό του μέσω της συνάρτησης Date.now() και καταχωρείται η χρονική στιγμή εισαγωγής του στο καλάθι. Το σύστημα ανακτά τα ήδη αποθηκευμένα προϊόντα από το localStorage, και εισάγει το νέο προϊόν στο τέλος της λίστας, καταχωρώντας τα και πάλι πίσω στο localStorage. Με αυτό τον τρόπο αντικαθιστά την προηγούμενη λίστα με την ενημερωμένη, στην οποία περιλαμβάνεται το νέο προϊόν.

Για τον συνδεδεμένο χρήστη, το νέο προϊόν εισάγεται στην βάση μέσω HTTP αιτήματος στο back end. Κάθε προϊόν περιλαμβάνει τη δομή με τα χαρακτηριστικά του και λαμβάνει δικό του αναγνωριστικό με auto-increment. Ταυτόχρονα, καταχωρείται η χρονική στιγμή προσθήκης του προϊόντος στο καλάθι καθώς και το αναγνωριστικό του χρήστη ώστε να συσχετιστεί με τον σωστό λογαριασμό.

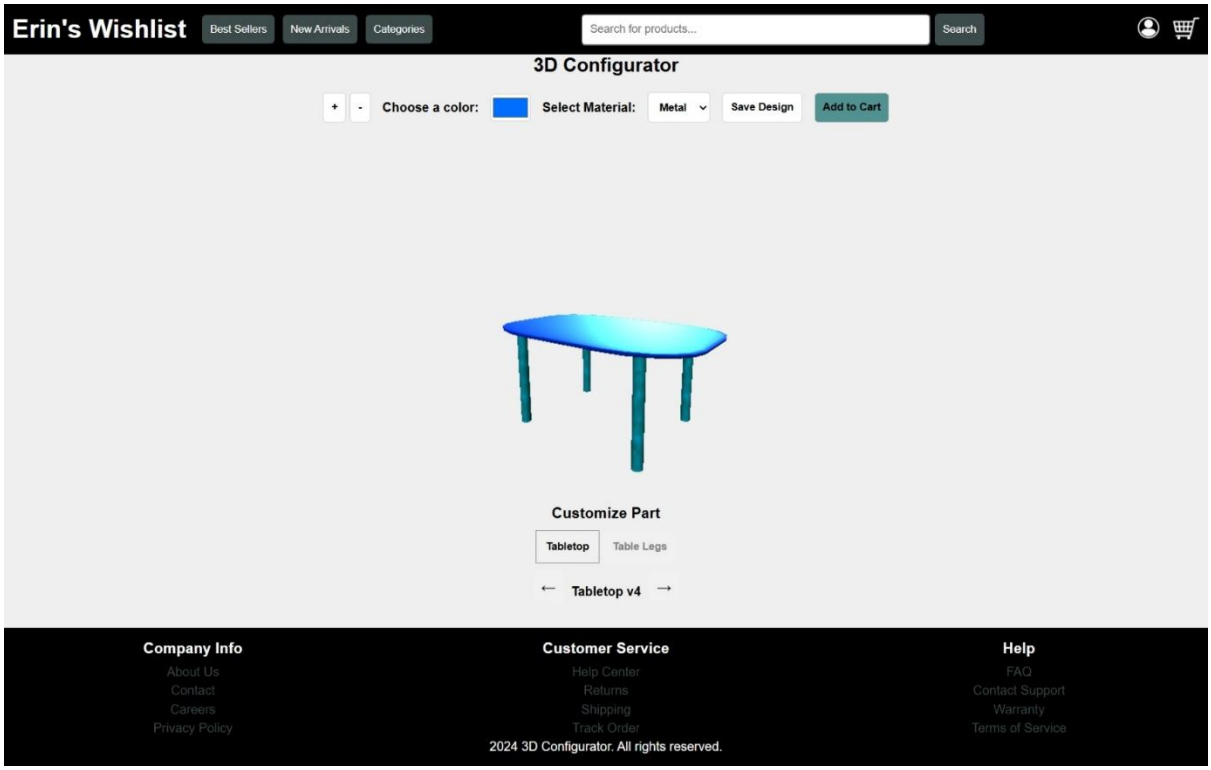
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΕΝΑΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

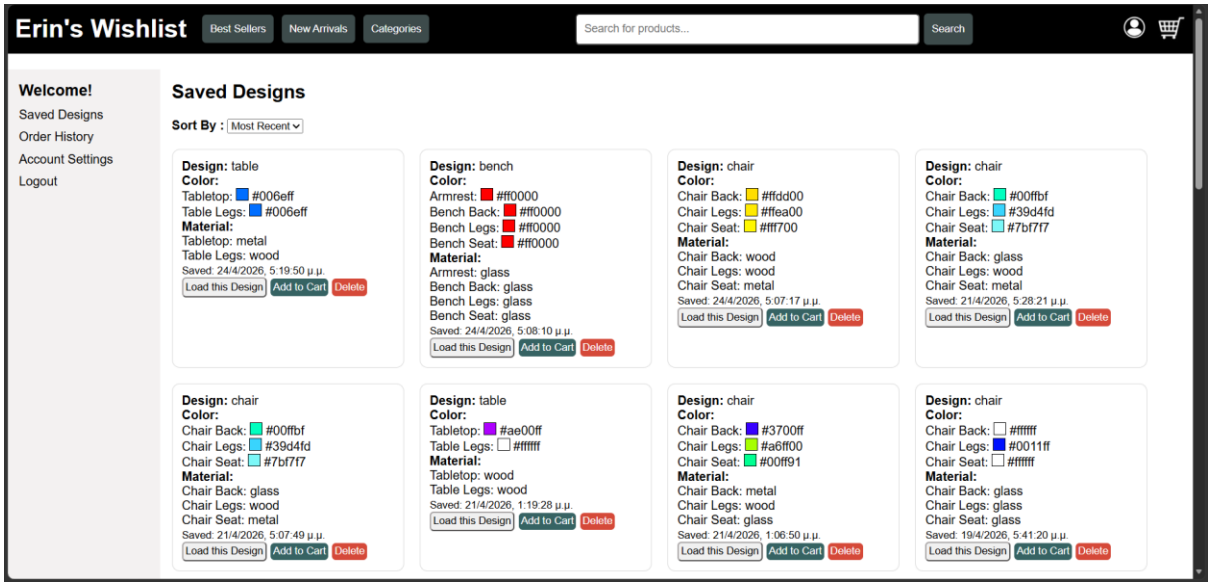
Ακολουθούν κάποια ενδεικτικά σενάρια λειτουργίας του 3D Configurator για τη διαδικασία δημιουργίας νέων σχεδίων και την επεξεργασία ήδη αποθηκευμένων μοντέλων. Τα σενάρια αυτά παρουσιάζουν τη ροή του συστήματος και αναδεικνύουν τις δυνατότητες του configurator.

6.1. Σενάριο 1: Δημιουργία Σχεδίου Τραπεζιού από την Αρχή

1. Ο χρήστης βρίσκεται στην σελίδα του Home και επιλέγει να διαμορφώσει ένα τραπέζι, πατώντας το κουμπί «Customize» κάτω από την περιγραφή του.
2. Αφού φορτώσει το βασικό μοντέλο στον configurator, επιλέγει την επιφάνεια Tabletop v4 μέσω του κουμπιού πλοήγησης →.
3. Αλλάζει το υλικό σε μέταλλο από το μενού υλικών και το χρώμα σε γαλάζιο από τον color picker.
4. Στη συνέχεια επιλέγει να τροποποιήσει τα πόδια του τραπεζιού, πατώντας το κουμπί Table Legs του πίνακα Customize Part και διαλέγει τα πόδια Table Legs v2.
5. Ορίζει ως υλικό των ποδιών το ξύλο και ως χρώμα το γαλάζιο.
6. Με τη βοήθεια των controls κάνει zoom και περιστροφή για να δει το αποτέλεσμα.



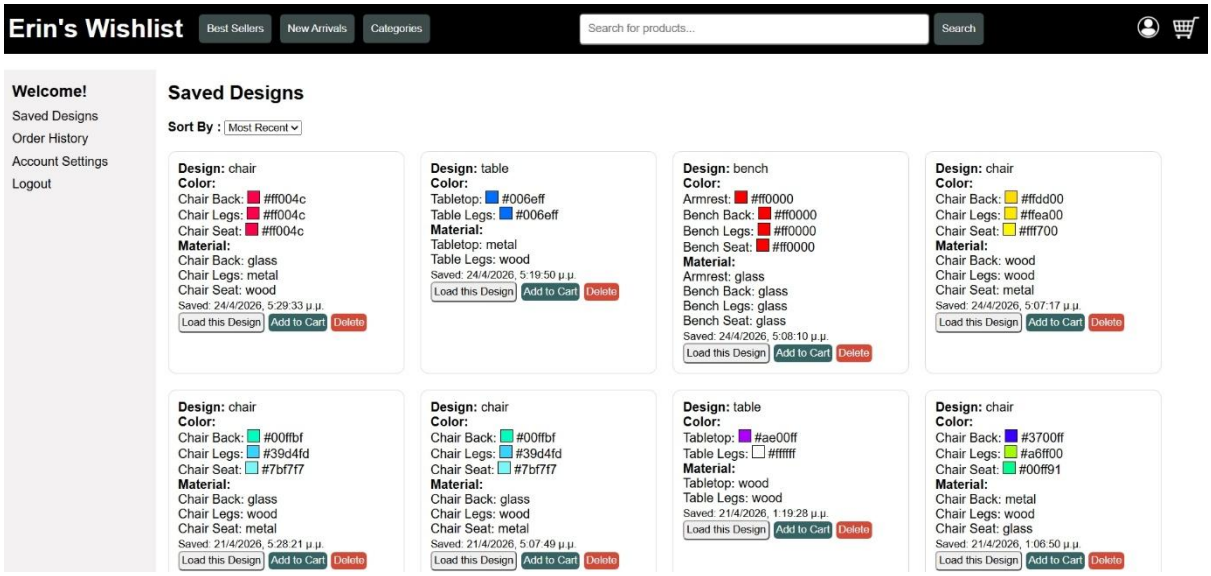
Εικόνα 21: Παράδειγμα τραπεζιού σύμφωνα με το σενάριο 1



Εικόνα 22: Στην πρώτη θέση του πλέγματος εμφανίζεται το τραπέζι του Σεναρίου 1

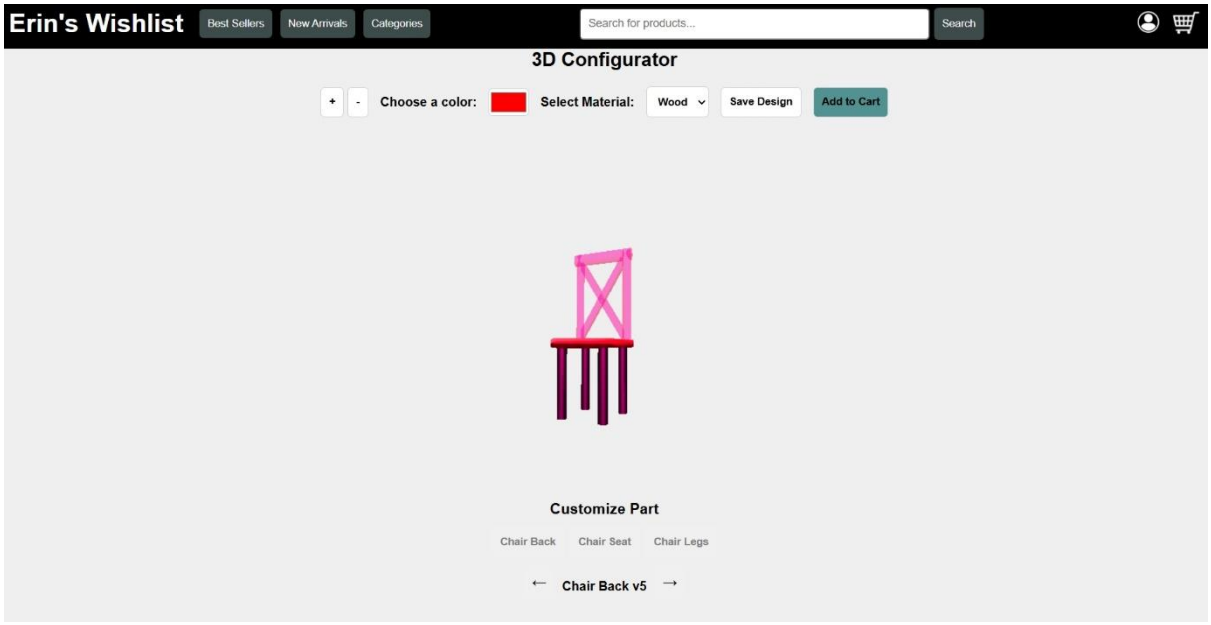
6.2.Σενάριο 2: Φόρτωση και Επεξεργασία Ήδη Υπάρχοντος Σχεδίου Καρέκλας

1. Ο χρήστης εισέρχεται στο σύστημα και αφού διαμορφώσει και αποθηκεύσει το σχέδιο μιας καρέκλας, στη συνέχεια αποσυνδέεται.
2. Αργότερα πραγματοποιεί νέα είσοδο στο σύστημα.
3. Αφού βρεθεί στην σελίδα του Home μεταβαίνει στο προφίλ του από τις επιλογές του user menu.



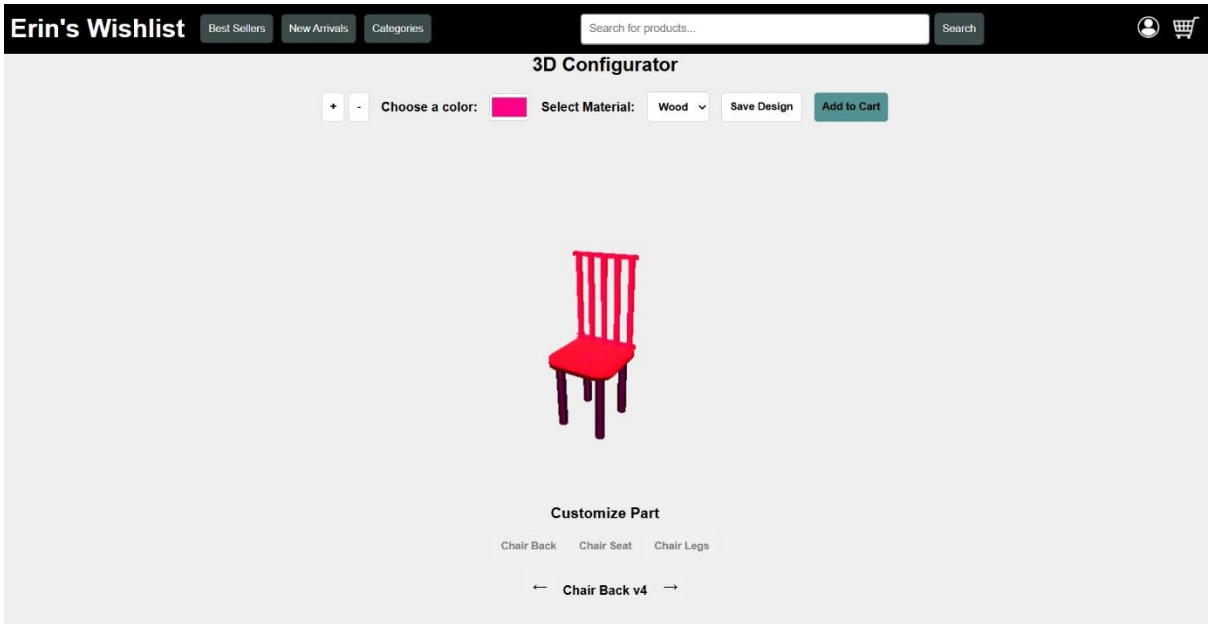
Εικόνα 23: Το προφίλ του χρήστη, με το αποθηκευμένο σχέδιο της καρέκλας να εμφανίζεται πρώτο

4. Επιλέγει να φορτώσει ξανά το σχέδιο της καρέκλας στον configurator, το οποίο εμφανίζεται στην πρώτη κάρτα των αποθηκευμένων σχεδίων του, και πατάει το κουμπί «Load this Design» της κάρτας.



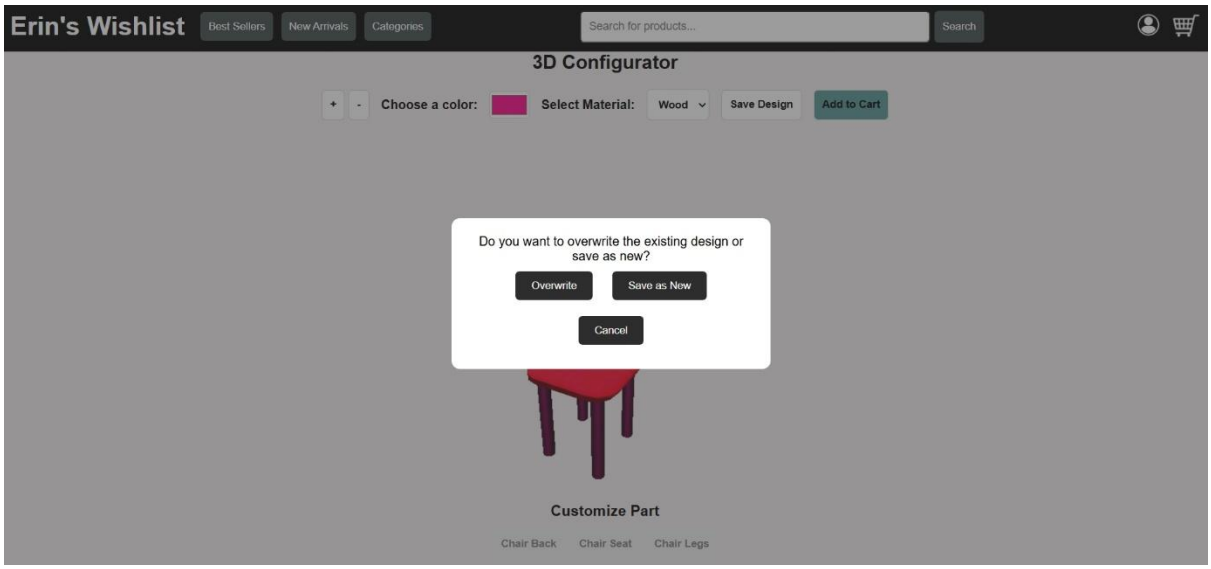
Εικόνα 24: Φόρτωση καρέκλας στον configurator πριν την επεξεργασία

5. Μετά την ανακατεύθυνση στην σελίδα του configurator, το σχέδιο εμφανίζεται με τα χαρακτηριστικά που είχε ορίσει ο χρήστης στην προηγούμενή του είσοδο.
6. Ο χρήστης αλλάζει την πλάτη από Chair Back v5 σε Chair Back v4 πατώντας το κουμπί ← και στη συνέχεια ορίζει το υλικό από γυαλί σε ξύλο από το μενού υλικών.
7. Ορίζει το χρώμα της πλάτης σε φούξια μέσω του color picker.



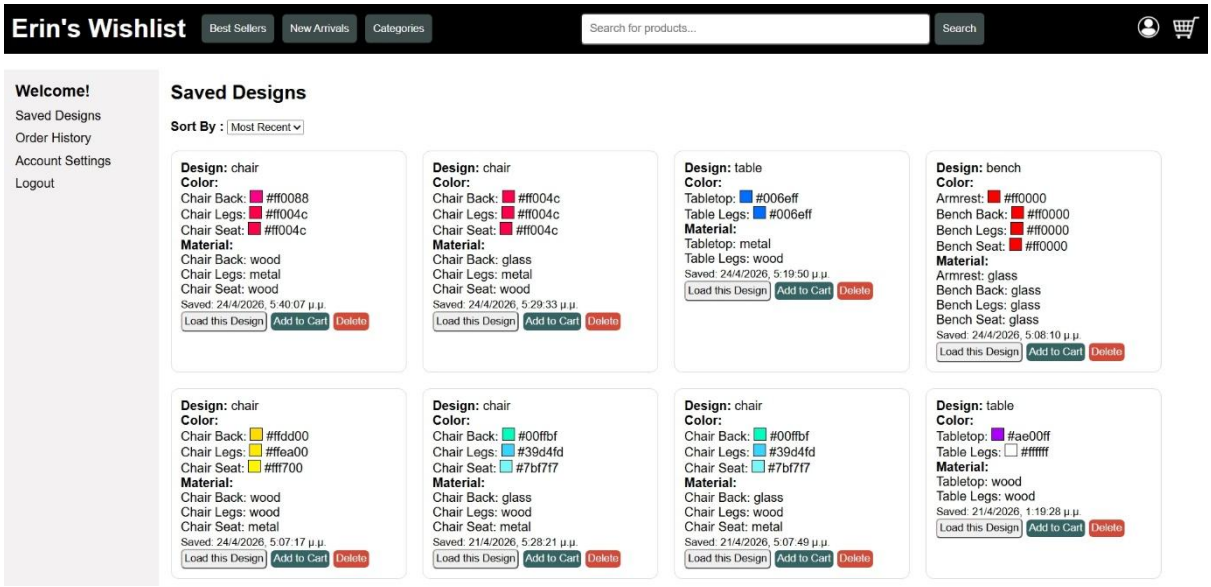
Εικόνα 25: Επεξεργασία του υλικού και του σχεδίου της πλάτης

8. Πατάει το κουμπί «Save Design». Το σύστημα διαπιστώνει ότι έχουν πραγματοποιηθεί αλλαγές στο σχέδιο και εμφανίζει το modal για διευκρίνιση του τρόπου διαχείρισης της αποθήκευσης του σχεδίου.



Εικόνα 26: Εμφάνιση μηνύματος επιβεβαίωσης του τρόπου αποθήκευσης του σχεδίου

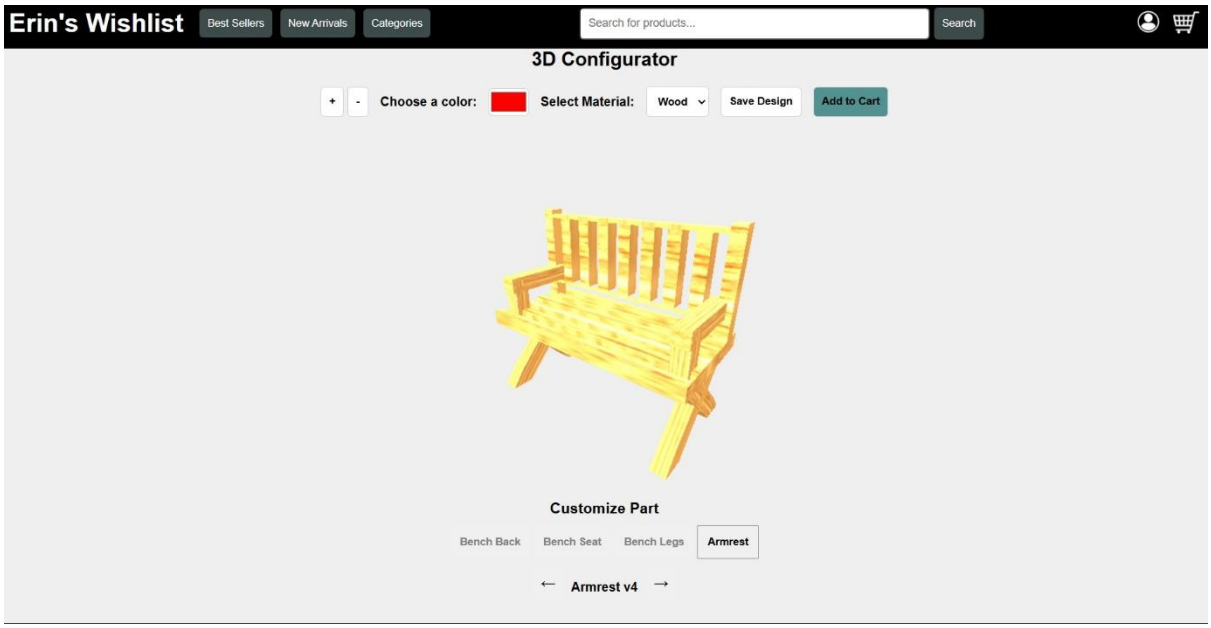
9. Ο χρήστης επιλέγει να αποθηκεύσει το σχέδιο ως νέο αντίγραφο, διατηρώντας ανέπαφο το αρχικό στο προφίλ του.
10. Μετά την αποθήκευση εμφανίζεται alert με το μήνυμα «Design saved successfully».



Εικόνα 27: Αποθήκευση του νέου design διατηρώντας το προηγούμενο ανέπαφο στη βάση

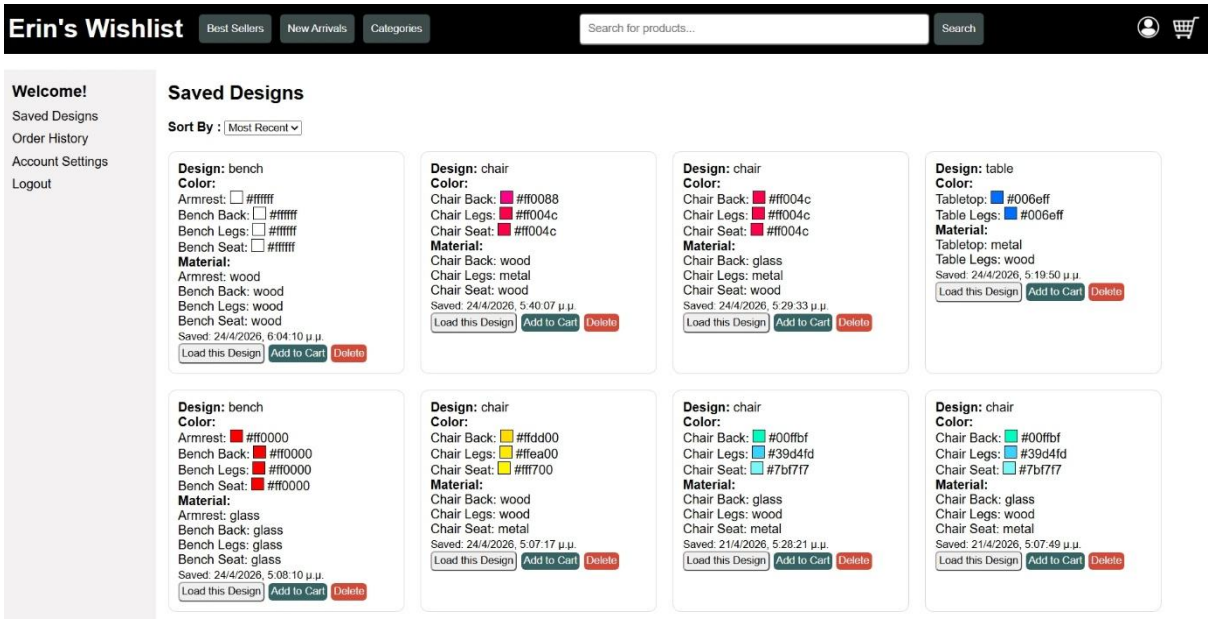
6.3.Σενάριο 3: Δημιουργία και στη Συνέχεια Επανατροποποίηση Σχεδίου για Παγκάκι

1. Ο χρήστης εισέρχεται στο σύστημα με σκοπό να διαμορφώσει ένα παγκάκι από την αρχή.
2. Επιλέγει την διαμόρφωσή του από την σελίδα Home και μεταφέρεται αυτόματα στον configurator με το βασικό μοντέλο για το παγκάκι.
3. Επιλέγει την έκδοση Bench Back v5, Bench Seat v2, Bench Legs v7 και προσθέτει Armrest v4, επιλέγοντας να διατηρήσει σαν υλικό το ξύλο στην φυσική του απόχρωση.



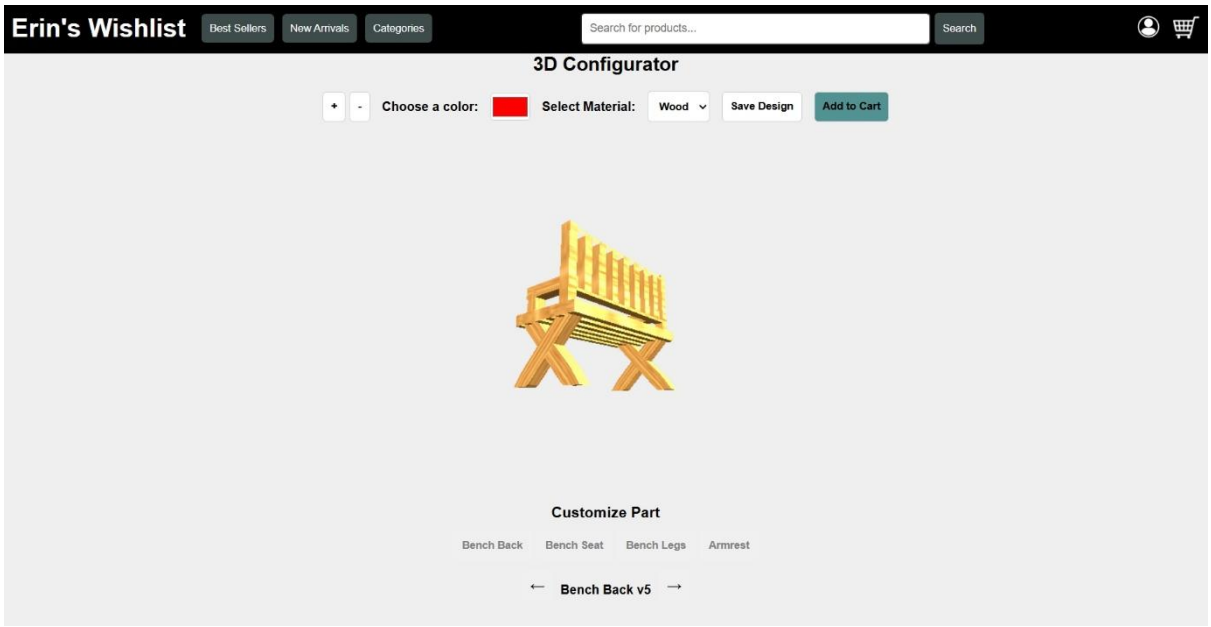
Εικόνα 28: Εμφάνιση design πάγκου μετά την πρώτη τροποποίηση

4. Αφού αποθηκεύσει το σχέδιο μεταβαίνει στο προφίλ του οπού το παγκάκι εμφανίζεται πρώτο στην λίστα των καρτών με τα αποθηκευμένα του σχέδια.



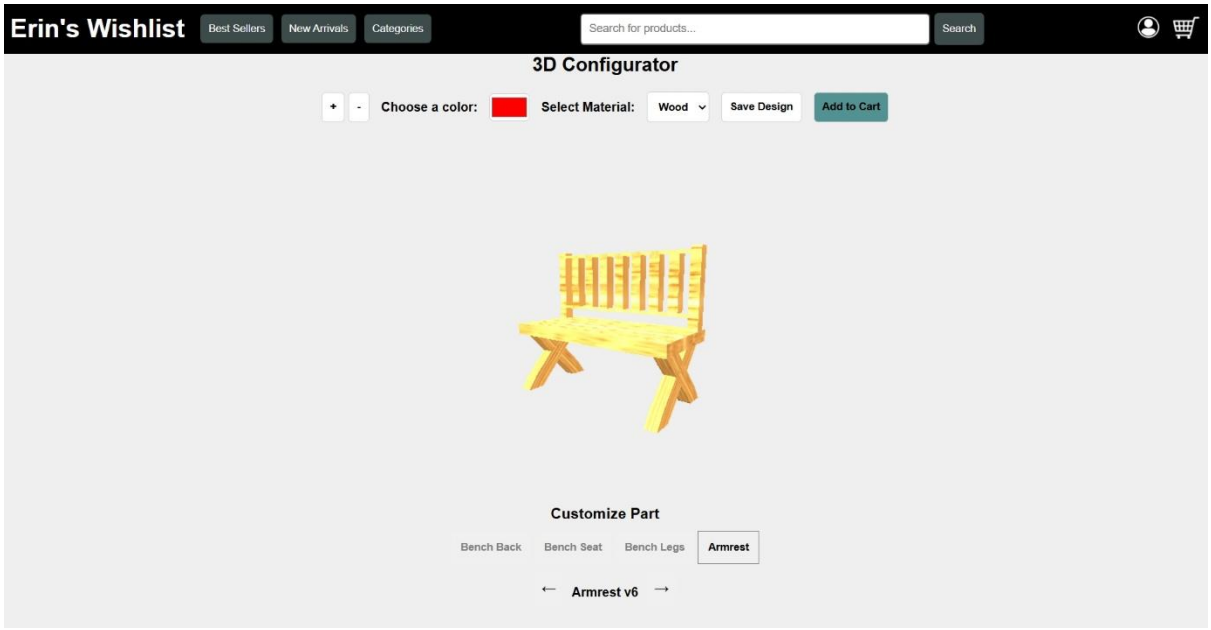
Εικόνα 29: Το παγκάκι εμφανίζεται στην πρώτη κάρτα του πλέγματος

5. Επιλέγει να το φορτώσει εκ νέου στον configurator για να το μελετήσει χρησιμοποιώντας τα εργαλεία περιστροφής και zoom ώστε να αξιολογήσει το τελικό αποτέλεσμα



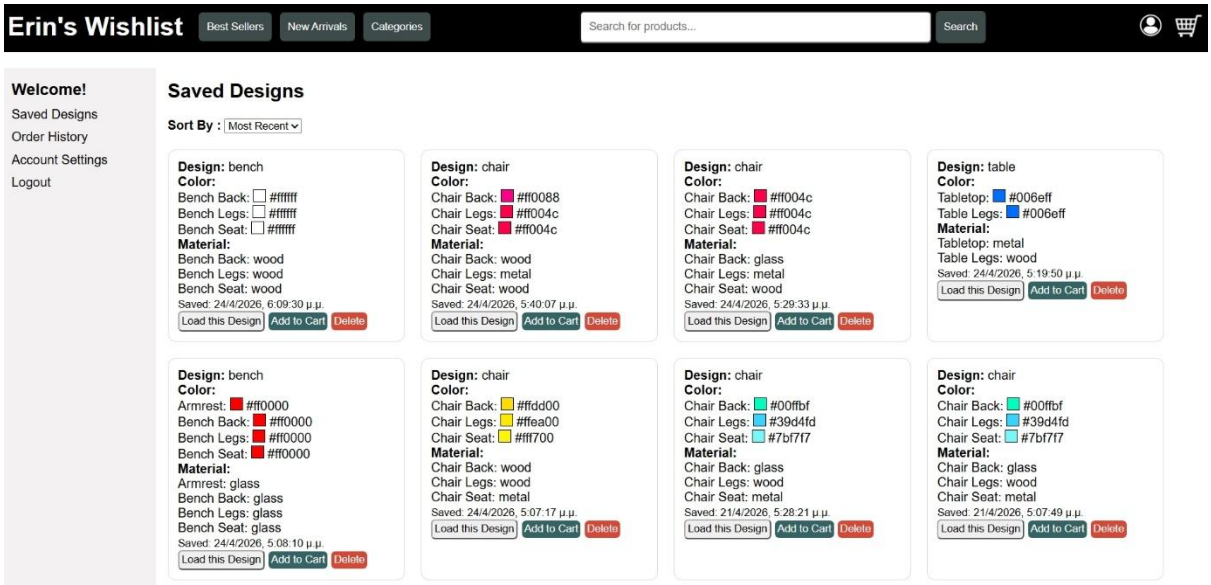
Εικόνα 30: Περιστροφή του σχεδίου με τη χρήση των Orbit Controls

6. Αποφασίζει να αφαιρέσει το Armrest και πατάει το κουμπί «Save Design».



Εικόνα 31: Αφαίρεση των μπράτσων απο το παγκάκι

7. Το σύστημα διαπιστώνει ότι έχουν πραγματοποιηθεί αλλαγές στο σχέδιο και εμφανίζει το modal για διευκρίνιση του τρόπου διαχείρισης της αποθήκευσης του σχεδίου.
8. Ο χρήστης επιλέγει να αντικαταστήσει το παλιό σχέδιο με το καινούργιο πατώντας την επιλογή overwrite στο modal.
9. Μετά την αντικατάσταση εμφανίζεται alert με το μήνυμα «Design updated successfully»



Εικόνα 32: Εμφανίζεται μόνο το τροποποιημένο παγκάκι, χωρίς μπράτσα και με ενημερωμένη ώρα αποθήκευσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗΣ

Ακολουθεί μια σύντομη παρουσίαση των αναμενόμενων αποτελεσμάτων από την ενσωμάτωση του 3D Configurator σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα, καθώς και οι βασικοί περιορισμοί που εμπεριέχει η υλοποίησή του. Με αυτό τον τρόπο αναδεικνύονται τα οφέλη που προσφέρει το σύστημα στον τελικό χρήστη και στις επιχειρήσεις ηλεκτρονικού εμπορίου, ενώ παράλληλα επισημαίνονται τα σημεία που έχουν περιθώριο βελτίωσης στο μέλλον.

7.1. Αναμενόμενα Αποτελέσματα

Η ενσωμάτωση του 3D Configurator σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα αναμένεται να έχει σημαντικά οφέλη τόσο για τον καταναλωτή όσο και για την επιχείρηση. Μελέτη των Fiore και Jin (2023) δείχνει πως οι αυξημένες δυνατότητες διαδραστικότητας στις εικόνες προϊόντων παρατείνουν τον χρόνο παραμονής των καταναλωτών στην ιστοσελίδα, καθώς και τον χρόνο ενασχόλησής τους με τα προϊόντα. Το γεγονός αυτό φαίνεται να οδηγεί σε υψηλότερες πιθανότητες ολοκλήρωσης μιας αγοράς. Επομένως, η αυξημένη διαδραστικότητα που προσφέρει ο 3D configurator σε σύγκριση με τις παραδοσιακές πλατφόρμες e-commerce, που βασίζονται αποκλειστικά σε κείμενο και στατικές εικόνες, έχει τη δυνατότητα να κάνει τη διαδικασία των αγορών πιο διασκεδαστική, διατηρώντας το ενδιαφέρον του χρήστη.

Ταυτόχρονα, ο σχεδιασμός τρισδιάστατων μοντέλων υψηλής ποιότητας επιτρέπει στους καταναλωτές να συγκεντρώνουν τις πληροφορίες που χρειάζονται για τα προϊόντα που επιθυμούν να αγοράσουν, ενώ ο οπτικός έλεγχος και τα γραφικά χαρακτηριστικά ενός 3D μοντέλου αυξάνουν την εμπιστοσύνη του χρήστη (Algharabat, 2014). Η πλήρης οπτικοποίηση μέσω περιστροφής και zoom, επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση του προϊόντος και μειώνει την αβεβαιότητα πριν την αγορά, με αποτέλεσμα να συμβάλλει στην μείωση των επιστροφών προϊόντων λόγω λανθασμένων προσδοκιών.

Επιπλέον, η δυνατότητα εξατομίκευσης των προϊόντων ενός καταστήματος ενισχύει την ικανοποίηση του χρήστη, επιτρέποντάς του να προσαρμόζει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος

σύμφωνα με τις προτιμήσεις του. Ως αποτέλεσμα, ο καταναλωτής δεν είναι πλέον υποχρεωμένος να συμβιβαστεί με τις προκαθορισμένες επιλογές προϊόντων που δεν καλύπτουν απόλυτα τις ανάγκες του. Έτσι η αξιοποίηση 3D configurators συμβάλλει στη μείωση των εγκαταλελειμμένων καλαθιών και του κόστους παραγωγής και αποθήκευσης προϊόντων που δεν έχουν ζήτηση (Yim, n.d.).

Ωστόσο, σύμφωνα με μελέτη της Bambauer-Sachse (2025), η αύξηση των επιλογών εξατομίκευσης δεν οδηγεί πάντα σε καλύτερη εμπειρία χρήστη, καθώς ένας μεγάλος αριθμός παραμετροποιήσιμων χαρακτηριστικών μπορεί να προκαλέσει σύγχυση και να μειώσει την πιθανότητα ολοκλήρωσης της αγοράς. Αντίθετα, η προσφορά ενός προεπιλεγμένου προϊόντος, που ταυτόχρονα παρέχει δυνατότητες εξατομίκευσης, φαίνεται να αντιμετωπίζεται θετικά από τους χρήστες και να αυξάνει την πρόθεση αγοράς. Η συγκεκριμένη προσέγγιση συμφωνεί με το σύστημα της παρούσας εργασίας, όπου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει ένα έτοιμο προϊόν από την αρχική σελίδα (Home) του καταστήματος και να ολοκληρώσει την αγορά του χωρίς περαιτέρω επεξεργασία ή να το τροποποιήσει επιλεκτικά, μέσω ενός οργανωμένου και εύκολα κατανοητού συστήματος παραμετροποίησης που μειώνει τη σύγχυση και διευκολύνει την λήψη αποφάσεων.

Τέλος, η τεχνολογική καινοτομία και η βελτιωμένη εμπειρία χρήστη μπορούν να δημιουργήσουν ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, να δώσουν κύρος στην επιχείρηση και να αυξήσουν την αναγνωρισιμότητα του brand.

Στον ακόλουθο πίνακα πραγματοποιείται μια συνοπτική σύγκριση της παραδοσιακής εμπειρίας αγορών σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα σε σύγκριση με την εμπειρία που προσφέρει η χρήση ενός 3D configurator.

Πίνακας 6: Σύγκριση παραδοσιακής εμπειρίας e-commerce και εμπειρίας μέσω 3D Configurator

Παράμετρος	**Παραδοσιακό e-commerce**	**E-commerce με 3D configurator**
Οπτικοποίηση Προϊόντος	Στατικές φωτογραφίες ή mockups	3D προβολή με τη δυνατότητα περιστροφής και zoom
Παραμετροποίηση	Προκαθορισμένες επιλογές	Παραμετροποίηση υλικού, χρώματος και χαρακτηριστικών

Αλληλεπίδραση	Παθητική	Αλλαγές σε πραγματικό χρόνο με feedback από το εικονιζόμενο αποτέλεσμα
Κατανόηση προϊόντος	Περιορισμένη, βασισμένη στην περιγραφή και τις φωτογραφίες	Υψηλή, με παροχή εργαλείων για πλήρη εικόνα των λεπτομερειών
Αβεβαιότητα κατά την αγορά	Αυξημένη	Μειωμένη
Ποσοστό επιστροφών	Υψηλότερο	Χαμηλότερο, λόγω καλύτερης πληροφόρησης και δυνατότητας σχεδίασης του αποτελέσματος
Εμπειρία χρήστη	Βασική	Εμπλουτισμένη
Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα	Περιορισμένο	Υψηλό, λόγω τεχνολογικής καινοτομίας και διαφοροποίησης

7.2. Περιορισμοί Υλοποίησης

Η εργασία επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη ενός λειτουργικού configurator με βασικές δυνατότητες παραμετροποίησης προϊόντων για την ενίσχυση της εμπειρίας χρήστη και την μείωση της αβεβαιότητας κατά την πραγματοποίηση ηλεκτρονικών αγορών. Δεν πρόκειται για ολοκληρωμένη πλατφόρμα ηλεκτρονικού εμπορίου, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει κάποιους περιορισμούς.

Στην παρούσα εφαρμογή δεν υλοποιήθηκε σύστημα πληρωμών, διαχείρισης αποθεμάτων ή ολοκλήρωσης παραγγελιών (πέρα από το άδειασμα του καλαθιού κατά την εικονική ολοκλήρωση αγορών), καθώς οι λειτουργίες αυτές δεν αποτελούν αντικείμενο της εργασίας. Επίσης, το σύστημα δεν έχει υποβληθεί σε έλεγχο από πραγματικούς χρήστες πέραν των δοκιμών που πραγματοποιήθηκαν από την δημιουργό του. Τέλος, τα διαθέσιμα προϊόντα και μοντέλα είναι περιορισμένα, καθώς στόχος της εργασίας ήταν να παρουσιάσει την λειτουργικότητα του configurator.

Ωστόσο, υπάρχει η δυνατότητα επέκτασης των λειτουργιών του configurator, για να μπορεί να υποστηρίξει όλα τα παραπάνω, αποτελώντας καλή βάση για ένα σύστημα τρισδιάστατης οπτικοποίησης και παραμετροποίησης προϊόντων σε καταστήματα ηλεκτρονικού εμπορίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Η προσθήκη επιπλέον λειτουργιών στον 3D configurator της εργασίας μπορεί να αυξήσει ακόμη περισσότερο τα οφέλη που προσφέρει η ενσωμάτωσή του σε ένα ηλεκτρονικό κατάστημα. Μια βασική επέκταση αφορά την εισαγωγή πλαισίου για την δυναμική κοστολόγηση του προϊόντος κατά τη διάρκεια παραμετροποίησής του. Ένας τέτοιος μηχανισμός είναι εύκολος στην ενσωμάτωση και επιτρέπει στον χρήστη να γνωρίζει άμεσα το κόστος του σχεδίου που έχει δημιουργήσει χωρίς να χρειάζεται να μεταβεί στο καλάθι αγορών.

Η ένταξη περισσότερων εργαλείων παραμετροποίησης θα προσφέρει επίσης μεγαλύτερες δυνατότητες εξατομίκευσης του τελικού αποτελέσματος. Η ύπαρξη μηχανισμών για τον έλεγχο των διαστάσεων, η προσθήκη μενού για υφάσματα και η αύξηση των διαθέσιμων υλικών θα έδιναν ακόμη μεγαλύτερη ποικιλία στα διαθέσιμα προϊόντα.

Παράλληλα, η παροχή ενός συστήματος αξιολογήσεων των προϊόντων από τους αγοραστές θα μπορούσε να ενισχύσει την ανταγωνιστικότητα των προϊόντων της επιχείρησης, καθώς, σύμφωνα με τους Rachmiani, Kintan Oktadinna και Rachmat Fauzan (2024), οι διαδικτυακές κριτικές και οι αξιολογήσεις προϊόντων επηρεάζουν σημαντικά τις αγοραστικές αποφάσεις των καταναλωτών σε πλατφόρμες ηλεκτρονικού εμπορίου.

Ακόμη, η ενσωμάτων τεχνολογιών AR και VR στο σύστημα θα μπορούσε να αυξήσει την εμπλοκή των πελατών, να ενισχύσει τις πωλήσει και να προσφέρει μεγαλύτερο ανταγωνιστικό πλεονέκτημα (Al Khaldy et al. 2023). Η δυνατότητα σχεδιασμού δωματίων, όπως το σύστημα που παρέχει η ΙΚΕΑ ή η προσθήκη λειτουργίας AR για εικονική δοκιμή και τοποθέτηση ενός προϊόντος στον χώρο του καταναλωτή, κάνουν ακόμη πιο ρεαλιστική την εμπειρία αγορών. Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης μπορεί να σχηματίσει πιο σωστή άποψη για τις διαστάσεις των προϊόντων στον χώρο, καθώς και για το αν ένα προϊόν ικανοποιεί τις ανάγκες και τις προτιμήσεις του. Με βάση τα στοιχεία των Cantini et al. (2021), η αντίληψη των πραγματικών διαστάσεων ενός προϊόντος μπορεί να οδηγήσει στην μείωση των επιστροφών λόγω λανθασμένων προσδοκιών και την αποφυγή εξόδων, περιβαλλοντικών επιπτώσεων και καθυστερήσεων που συνδέονται με μια τέτοια διαδικασία.

Τέλος, ευρήματα από μελέτες, όπως αυτή των Rahevar και Darji (2024) δείχνουν πολυάριθμα οφέλη στην ενσωμάτωση chatbots τεχνητής νοημοσύνης, όπως η ικανοποίηση των χρηστών και η διατήρηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών. Συνεπώς η ένταξη τεχνητής νοημοσύνης στο σύστημα για την δημιουργία εξατομικευμένων προτάσεων που βασίζονται στις αλληλεπιδράσεις του καταναλωτή με τα προϊόντα, καθώς και η χρήση chatbots για την αντιμετώπιση προβλημάτων και την εξυπηρέτηση πελατών κατά τη διάρκεια των αγορών τους, αναμένεται να κάνουν την διαδικασία των αγορών ακόμη πιο εύκολη και ευχάριστη για τον καταναλωτή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Μέσω της αξιολόγησης των τεχνολογιών του ηλεκτρονικού εμπορίου και της ανάλυσης των αναγκών της αγοράς προκύπτει ότι οι σύγχρονες τεχνολογίες web μπορούν να αξιοποιηθούν για την βελτίωση των ηλεκτρονικών αγορών. Η αύξηση της διαδραστικότητας στα ηλεκτρονικά καταστήματα και η παροχή εργαλείων για την προσαρμογή των προϊόντων από τον ίδιο τον καταναλωτή οδηγούν σε αυξημένη εμπιστοσύνη στα brands που ενσωματώνουν αυτές τις τεχνολογίες, αύξηση του ρυθμού μετατροπής, μείωση των επιστροφών και ενίσχυση της ικανοποίησης του καταναλωτή.

Οι δυνατότητες οπτικοποίησης των προϊόντων που προσφέρει ο 3D configurator διευκολύνουν την λήψη αγοραστικών αποφάσεων του καταναλωτή, ενώ η ποικιλία που προσθέτουν τα εργαλεία εξατομίκευσης αυξάνουν την πιθανότητα ο αγοραστής να βρει αυτό που του ταιριάζει ανάμεσα στα προϊόντα του καταστήματος.

Το βασικό σύστημα του configurator που υλοποιήθηκε στα πλαίσια της εργασίας είναι εύκολο να ενσωματωθεί σε ήδη υπάρχουσες πλατφόρμες καθώς και να επεκταθεί με την προσθήκη περισσότερων λειτουργιών.

Για την παρουσίαση της λειτουργίας και εμφάνισης του συστήματος δημιουργήθηκε συνοδευτικό βίντεο, το οποίο είναι διαθέσιμο στον παρακάτω σύνδεσμο:

https://youtu.be/4UnX5T-45Gs

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Al Khaldy, M. et al. (2023) *Redefining e-commerce experience: An exploration of augmented and virtual reality technologies.* International Journal on Semantic Web and Information Systems (IJSWIS), 19(1). Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.4018/IJSWIS.334123 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
2. Algharabat, R. S. (2014) *Effects of visual control and graphical characteristics of 3D product presentations on perceived trust in electronic shopping.* International Business Research, 7(7), pp. 129-138. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.5539/ibr.v7n7p129 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
3. Algolia (2024) *Ecommerce personalization: benefits, challenges, and how to implement.* Διαθέσιμο στο: https://www.algolia.com/blog/ecommerce/ecommerce-personalization-benefits-challenges-and-how-to-implement (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
4. Bambauer-Sachse, S. (2025) *Do consumers prefer lower or higher numbers of customizable product attributes in an e-commerce context?* Electronic Commerce Research. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.1007/s10660-025-10014-2 (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
5. Blazek, P. (2023) *Creating customization experiences: The evolution of product configurators.* Aichner, T., Salvador, F. (eds) Mass Customization and Customer Centricity. Palgrave Macmillan, Cham, pp 179-209. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.1007/978-3-031-09782-9_7 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
6. Blender (n.d.) *The free and open source 3D creation software – features.* Διαθέσιμο στο: https://www.blender.org/features/ (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
7. Cantini, R. et al. (2021) A visual tool for reducing returns in e-commerce platforms. 2021 IEEE 6th International Forum on Research and Technology for Society and Industry (RTSI), Naples, Italy, 2021, pp. 474-479. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.1109/RTSI50628.2021.9597230 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
8. Coursera (2025) *E-Commerce trends for 2026 and beyond.* Διαθέσιμο στο: https://www.coursera.org/articles/ecommerce-trends (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)

9. Criveanu, M. M. (2026) *The impact of digital technology on e-commerce and sustainable performance in the EU*. Economies 2026, 14(1), 5. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.3390/economies14010005 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
10. Deloitte (2023) *The thriving e-commerce landscape in the Middle East*. ME PoV Summer 2023 issue. Διαθέσιμο στο: https://www.deloitte.com/middle-east/en/our-thinking/mepov-magazine/swift-moves/thriving-e-commerce-landscape-in-the-middle-east.html (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
11. Dóro, M. de B. & Biel, C. M. (2025) *Impact of 3D visualization on eCommerce: a case study at Motorola Latin America*. Brazilian Journal of Technology, 8(1), e78355. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.38152/bjtv8n1-023 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
12. Eurostat (2026) *E-commerce statistics for individuals*. Διαθέσιμο στο: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=E-commerce_statistics_for_individuals (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
13. Fiore, A.M. & Jin, H.-J. (2003) *Influence of image interactivity on approach responses towards an online retailer*. Internet Research 13(1), 38-48. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.1108/10662240310458369 (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
14. IKEA (n.d.) *Design and planning tools*. Διαθέσιμο στο: https://www.ikea.com/gb/en/planners/ (Πρόσβαση: Ιούνιος 2025)
15. Kinzinger, A. et al. (2025) *Interactive product presentation in an immersive environment: The influence of functional control on hedonic aspects*. Journal of Retailing and Consumer Services, 83, 104156. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2024.104156 (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
16. Mozilla Developer Network (n.d.-a) *Three.js*. Διαθέσιμο στο: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/Three_js (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
17. Mozilla Developer Network (n.d.-b) *Using the fetch API*. Διαθέσιμο στο: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Fetch_API/Using_Fetch (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
18. Nike (n.d.) *Nike by you*. Διαθέσιμο στο: https://www.nike.com/nike-by-you (Πρόσβαση: Ιούνιος 2025)
19. Node.js (n.d.) *About Node.js*. Διαθέσιμο στο: https://nodejs.org/en/about (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)

20. Norton, M. I., Mochon, D. and Ariely, D. (2011) *The IKEA effect: when labor leads to love.* Διαθέσιμο στο https://www.hbs.edu/ris/Publication%20Files/11-091.pdf (Πρόσβαση: Φεβρουάριος 2026)
21. Petterle, A. Sandrin, E. & Forza, C. (2024) *Product visualization in configurators: laying the foundations for a comparative description*. ConfWS'24: 26th International Workshop on Configuration, Sep 2–3, 2024, Girona, Spain. Διαθέσιμο στο: https://ceur-ws.org/Vol-3812/paper8.pdf (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
22. PostgreSQL (n.d.) *About.* Διαθέσιμο στο: https://www.postgresql.org/about/ (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
23. Rachmiani, R., Kintan Oktadinna, N., & Rachmat Fauzan, T. (2024). *The impact of online reviews and ratings on consumer purchasing decisions on e-commerce platforms*. International Journal of Management Science and Information Technology, 4(2), pp. 504-515. Διαθέσιμο στο : https://doi.org/10.35870/ijmsit.v4i2.3373 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
24. Rahevar, M. & Darji, S. (2024) *The adoption of AI-driven chatbots into a recommendation for e-commerce systems to targeted customer in the selection of product.* International Journal of Management, Economics and Commerce, 1(2), pp. 128-137. Πρόσβαση στο: https://doi.org/10.62737/m1vpdq75 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
25. Ray-Ban (n.d.) *Ray-Ban remix: design your own.* Διαθέσιμο στο https://www.ray-ban.com/eu/c/customize (Πρόσβαση: Ιούνιος 2025)
26. Shopify (2025) *Global ecommerce sales growth report (2026).* Διαθέσιμο στο: https://www.shopify.com/blog/global-ecommerce-sales (Πρόσβαση: Απρίλιος 2026)
27. Sandu, A., et al. (2025) *E-commerce meets emerging technologies: An overview of research characteristics, themes, and trends*. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research 2025, 20(4), 320. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.3390/jtaer20040320 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
28. Sri.D, L. E., Dassucik, D., & Mujianti, S. A. (2025) *The role of personalization and online store trust on purchase intention mediated by customer satisfaction.* International Journal of Multidisciplinary Sciences and Arts, 4(3), 93-100. Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.47709/ijmdsa.v4i3.6544 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)

29. Trentin, A. , Perin, E. & Forza C. (2013) *Sales configurator capabilities to avoid the product variety paradox: Construct development and validation*. Computers in Industry, 64(4), pp. 436-447 Διαθέσιμο στο: https://doi.org/10.1016/j.compind.2013.02.006 (Πρόσβαση: Μάιος 2026)
30. Yim, J. (n.d.) *3D product configurators: revolutionising ecommerce.* INHAABIT. Διαθέσιμο στο: https://inhaabit.com/3d-product-configurators-revolutionising-ecommerce/ (Πρόσβαση: Μάιος 2026)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΚΑΙ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ

Η ανάπτυξη της εφαρμογής πραγματοποιήθηκε με την χρήση των ακόλουθων εργαλείων:

- HTML5, CSS3 και JavaScript για την ανάπτυξη της διεπαφής
- Blender 2.93 για την δημιουργία των 3D μοντέλων
- Three.js 0.129.0 για την απεικόνιση των μοντέλων στον browser
- Node.js 24.15.0 για την υλοποίηση του Backend
- Express.js 5.2.1 για την δημιουργία του server
- pg 8.20.0 για τη σύνδεση της εφαρμογής με την PostgreSQL
- bcryptjs 3.0.3 για την κρυπτογράφηση των κωδικών πρόσβασης
- PostgreSQL 18 για την διαχείριση της βάσης δεδομένων

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

SQL ΚΩΔΙΚΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο παράρτημα Β έχει προστεθεί ο κώδικας SQL που χρησιμοποιήθηκε για την δημιουργία της βάσης δεδομένων και των tables της εργασίας

- Δημιουργία της Βάσης Δεδομένων:

```
CREATE DATABASE configurator_db;
```

- Δημιουργία του Πίνακα USERS:

```
CREATE TABLE users(
id SERIAL PRIMARY KEY,
email TEXT UNIQUE NOT NULL,
password TEXT NOT NULL
);
```

- Δημιουργία του Πίνακα DESIGNS:

```
CREATE TABLE designs(
id SERIAL PRIMARY KEY,
user_id INTEGER NOT NULL,
saved_at TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
config_data JSONB NOT NULL,
FOREIGN KEY (user_id) REFERENCES users(id) ON DELETE CASCADE
);
```

- Δημιουργία του Πίνακα CART:

```
CREATE TABLE cart(
id SERIAL PRIMARY KEY,
user_id INTEGER NOT NULL,
added_at TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
config_data JSONB NOT NULL,
FOREIGN KEY (user_id) REFERENCES users(id) ON DELETE CASCADE
);
```

- Δημιουργία του Πίνακα FEEDBACK:

```
CREATE TABLE feedback(
id SERIAL PRIMARY KEY,
message TEXT NOT NULL,
created_at TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
);
```

- Δημιουργία του Πίνακα ANALYTICS:

```
CREATE TABLE analytics(
id SERIAL PRIMARY KEY,
event_type TEXT NOT NULL,
model_name TEXT,
created_at TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP,
);
```