



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ  
ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

ΠΙΤΤΑΡΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΓΕΩΡΓΑΝΤΖΙΝΟΣ ΣΤΥΛΙΑΝΟΣ

ΠΑΤΡΑ  
ΜΑΪΟΣ, 2024

## Πρόλογος

Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή/της φοιτήτριας («συγγραφέας/δημιουργός») που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο/η συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ'οποιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του/της συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του/της συγγραφέα/δημιουργού. Ο/Η συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.



«ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ  
ΠΟΣΟΤΙΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ: ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΣΕ  
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ»

ΠΙΤΤΑΡΑ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

Επιτροπή Επίβλεψης	και	Επιτροπή Κρίσης.
Επιβλέπων Καθηγητής		Α Αξιολογητής: Γεωργαντζίνος Στυλιανός
Γεωργαντζίνος Στυλιανός		Β Αξιολογητής: Τσελέμης Δημήτριος
		Γ Αξιολογήτρια: Μαλεφάκη Σωτηρία

ΠΑΤΡΑ  
ΜΑΪΟΣ, 2024

## Ευχαριστίες

Προτού προχωρήσουμε στο βασικό μέρος της παρούσας διπλωματικής θα ήθελα να αφιερώσω μερικές γραμμές στους ανθρώπους που με στήριξαν κατά τη διάρκεια της πορείας μου τόσο στο μεταπτυχιακό όσο και στη συγγραφή αυτής της διπλωματικής. Καταρχάς, να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου που με καθοδήγησε κατά τη διάρκεια της διπλωματικής μου εργασίας και την τριμελή επιτροπή για τη γόνιμη κρίση της.

Ο συνδυασμός μεταπτυχιακού και οικογενειακών υποχρεώσεων είναι δύσκολος και μόνο όποιος έχει τολμήσει να τον περπατήσει το αντιλαμβάνεται. Επομένως, ευχαριστώ την οικογένειά μου για την υπομονή και τη στήριξη της στο εγχείρημα μου αυτό και υπόσχομαι να τη στηρίζω αντίστοιχα και εγώ.

Η διπλωματική είναι αφιερωμένη στα παιδιά μου Κωνσταντίνο, Γεωργία και Ευαγγελία. Πότε μην εγκαταλείψετε τα όνειρα και τους στόχους σας. Σας αγαπάω πολύ.



## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά την ποιότητα σε μία εταιρεία που ειδικεύεται στην παραγωγή κατεψυγμένων γλυκών υψηλής ποιότητας, όπως τούρτες σοκολατίνας και πάστες. Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να εξετάσει και να προτείνει τρόπους βελτίωσης της διαχείρισης της ποιότητας στη βιομηχανία τροφίμων μέσω του συνδυασμού ποσοτικών τεχνικών. Η μελέτη θα εστιάσει στην εφαρμογή καινοτόμων εργαλείων, όπως στατιστικός έλεγχος διεργασίας, Ανάλυση Τρόπων και Επιπτώσεων Αποτυχίας (FMEA), με σκοπό τη βελτίωση της αποτελεσματικότητας των διαδικασιών ελέγχου ποιότητας, τη μείωση του κόστους παραγωγής και τη βελτίωση της συνολικής απόδοσης της παραγωγής. Ένα βασικό μέρος της παραγωγικής διαδικασίας είναι η μέτρηση του βάρους των προϊόντων, ώστε να διασφαλίζεται ότι πληρούν τα πρότυπα όρια προδιαγραφών. Παράλληλα, πραγματοποιείται οργανοληπτικός έλεγχος πλήρη παραγοντικών πειραμάτων, εστιάζοντας σε δύο βασικές παραμέτρους της παραγωγής: τον χρόνο ανάδευσης και τον χρόνο ψήσιματος. Αυτές οι παράμετροι μελετώνται εντατικά για να μειωθεί το κόστος παραγωγής, ενώ διατηρούνται τα υψηλά πρότυπα ποιότητας των προϊόντων μας.

Η διαδικασία παραγωγής παρουσιάζεται με αναλυτικά διαγράμματα ροής, τα οποία καταγράφουν κάθε στάδιο από την προετοιμασία των υλικών μέχρι την τελική συσκευασία των γλυκών. Αυτά τα διαγράμματα χρησιμοποιούνται για τη συζήτηση και την ανάλυση κάθε σταδίου παραγωγής με στόχο τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας.

Για τη βελτιστοποίηση της παραγωγής σε μετέπειτα στάδιο προτείνεται η εφαρμογή των μεθόδων Τακούμι και Ταγκούτσι, οι οποίες συνδυάζονται με τα πλήρη παραγοντικά πειράματα. Η μέθοδος Τακούμι εστιάζει στη συνεχή βελτίωση της ποιότητας και της απόδοσης μέσω της βελτίωσης των διαδικασιών και του ηθικού του προσωπικού. Η μέθοδος Ταγκούτσι, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιείται για τον σχεδιασμό πειραμάτων (Design of Experiments, DOE) και βοηθά στην ανάλυση των παραμέτρων που επηρεάζουν την ποιότητα των προϊόντων, επιτρέποντας την αναγνώριση των βέλτιστων συνθηκών παραγωγής. Η διαχείριση ποιότητας αποτελεί θεμελιώδη παράγοντα για την επιτυχία μια εταιρίας κατεψυγμένων γλυκών, καθώς συμβάλει στην ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα, την ικανοποίηση πελατών και η μακροχρόνια βιωσιμότητα της επιχείρησης. Η εταιρεία με αυτή τη μελέτη στοχεύει να εστιάσει στην αυστηρή τήρηση των προδιαγραφών, τη συνεχή

παρακολούθηση και βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας και την εφαρμογή προχωρημένων μεθόδων βελτιστοποίησης, εξασφαλίζοντας προϊόντα υψηλής ποιότητας και μείωση του κόστους παραγωγής.

**Λέξεις - κλειδιά:** βιομηχανία τροφίμων, ποιότητα, διαγράμματα ροής, διαγράμματα ελέγχου, κατεψυγμένα γλυκά, τούρτα, πάστα, πλήρη παραγοντικά πειράματα, οργανοληπτικός έλεγχος, Τακούμι, Ταγκούτσι

## **Title: Improving quality management by combining quantitative techniques: A case study in a food industry**

### **Abstract**

This thesis studies the quality through a company that specializes in the production of high-quality frozen desserts, such as chocolate cakes and pastries. The aim of this paper is to examine and propose ways to improve quality management in the food industry through a combination of quantitative techniques. The study will focus on the application of innovative tools such as statistical process control, Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) to improve the efficiency of quality control processes, reduce production costs and improve overall production efficiency. A crucial part of the production process is measuring the weight of the products to ensure they meet standard specification limits. Simultaneously, organoleptic tests using three-factor experiments are conducted, focusing on two key parameters of production: mixing time and baking time. These parameters are intensively studied to reduce production costs while maintaining the high-quality standards.

The production process is illustrated with detailed flow charts, documenting each stage from ingredient preparation to final packaging. These diagrams are used to discuss and analyze each production stage with the aim of optimizing the process. Continuous improvement and efficiency of production are central themes in the discussions.

Based on the results of the best factors that are shown from the factorial test, it is also suggested to optimize the production applying the Taguchi and Takumi methods, which could be integrated with the three-factor experiments. The Takumi method focuses on continuous quality and performance improvement through process refinement and waste minimization. The Taguchi method, on the other hand, is used for designing experiments (Design of Experiments, DOE) and helps analyze the parameters affecting product quality, enabling the identification of optimal production conditions and equipment.

Quality management is fundamental to the success of a frozen confectionery company, as it contributes to safety, efficiency, customer satisfaction and the long-term sustainability of the business. The company through this study is focusing on recognizing possible faults and

moving towards strict adherence to specifications, continuous monitoring and improvement of the production process, and the application of advanced optimization methods, ensuring high-quality products and reduced production costs.

**Key words:**

food industry, flowcharts, control diagrams, frozen desserts, factorial tests, organoleptic tests, Takumi, Taguchi

## Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	
Ευχαριστίες.....	
Περίληψη.....	1
Abstract.....	3
Κύριο μέρος	
Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή.....	13
1.1 Η Πολυπλοκότητα καθορισμένου όρου για την ποιότητα.....	13
1.2 Ποιότητα στη βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών .....	13
1.3 Σύστημα διασφάλισης ποιότητας στη βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών.....	14
1.4 Πιστοποιήσεις ISO.....	17
1.4.1 ISO 22000.....	17
1.4.2 ISO 9001 .....	18
1.4.3 BRC Food.....	18
1.5 Στόχος της εργασίας .....	18
Κεφάλαιο 2 Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας.....	19
2.1 Εισαγωγή .....	19
2.2 Εργαλεία ελέγχου διεργασιών.....	23

2.2.1 Ιστόγραμμα.....	24
2.2.2 Φύλλο ελέγχου.....	25
2.2.3 Διάγραμμα Pareto.....	25
2.2.4 Διάγραμμα Αιτίου-Αποτελέσματος.....	26
2.2.5 Διάγραμμα Συγκέντρωσης Ελαττωμάτων.....	27
2.2.6 Διάγραμμα Διασποράς ή Διασκόρπισης.....	28
2.2.7 Διάγραμμα διαδοχικών τιμών .....	29
2.3 Χαρακτηριστικά διαγραμμάτων ελέγχου.....	30
2.4 Διαγράμματα ροής.....	33
2.5 Failure Mode and Effects Analysis (FMEA).....	35
Κεφάλαιο 3 Μεθοδολογία.....	47
3.1 Σκοπός και παρουσίαση βιομηχανικής διαδικασίας.....	47
3.2 Προδιαγραφές ποιότητας προσυσκευασμένων προϊόντων.....	53
3.3 Συλλογή δεδομένων.....	56
3.4 Πλήρη παραγοντικά πειράματα.....	46
Κεφάλαιο 4 Αποτελέσματα.....	61
4.1.1 Στατιστικός έλεγχος ποιότητας πάστας σοκολάτας.....	61
4.1.2 Έλεγχος κανονικότητας ιστορικών δεδομένων.....	63
4.1.3 Έλεγχος αυτοσυσχέτισης ιστορικών δεδομένων .....	64
4.2 Στατιστικός έλεγχος ποιότητας τούρτας σοκολάτας.....	70
4.2.1 Έλεγχος κανονικότητας ιστορικών δεδομένων.....	70

<b>4.2.2 Έλεγχος αυτοσυσχέτισης ιστορικών δεδομένων .....</b>	<b>72</b>
<b>4.2.3 Διαγράμματα ελέγχου ποιότητας ιστορικών δεδομένων .....</b>	<b>73</b>
<b>4.3 Παραγοντικά πειράματα ή πλήρη παραγοντικά πειράματα.....</b>	<b>78</b>
<b>4.3.1 Πλήρη παραγοντικά πειράματα με βάση το κόστος παραγωγής .....</b>	<b>78</b>
<b>4.4 Παράπονα πελατών .....</b>	<b>82</b>
<b>Κεφάλαιο 5 Συζήτηση.....</b>	<b>91</b>
<b>5.1 Στοιχεία που μπορούν να μελετηθούν πέραν του βάρους.....</b>	<b>85</b>
<b>Κεφάλαιο 6 Συμπεράσματα .....</b>	<b>102</b>
<b>Κεφάλαιο 7 Βιβλιογραφία.....</b>	<b>103</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>107</b>

## Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 2.2.2.1 Παράδειγμα φύλλου ελέγχου Copyright h.s.i Foodtech Laboratories Ltd.....	25
Πίνακας 3.2.1 Μέγιστα ανεκτά σφάλματα ανά ποσότητα προϊόντος για προσυσκευασμένα προϊόντα που φέρουν τη σήμανση «e».....	54
Πίνακας 3.2.2 Μέγιστα ανεκτά σφάλματα ανά ποσότητα προϊόντος για προσυσκευασμένα προϊόντα που δεν φέρουν τη σήμανση «e» .....	55
Πίνακας 3.3.1 Εύρη τιμών συμμόρφωσης με νομοθεσία και βιομηχανικές πρακτικές σχετικά με βάρη τούρτας και πάστας.....	56
Πίνακας 3.4.1 Πίνακας συλλογής δεδομένων ως προς χρόνο ψησίματος και ανάδευσης .....	59
Πίνακας 3.4.2 Πίνακες αξιολογήσεων δοκιμαστών ως προς υφή, εμφάνιση, οσμή .....	60
Πίνακας 4.1.2.1 Descriptive statistics για την αυτοσυσχέτιση ιστορικών δεδομένων.....	64
Πίνακας 4.3.1.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία ιστορικών μετρήσεων ως πρότυπο για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ελέγχου του 2 <sup>ου</sup> σταδίου.....	66
Πίνακας 4.1.3.2 Αποτελέσματα του τεστ για το διάγραμμα του σχήματος 4.1.3.2 .....	67
Πίνακας 4.2.2.1 Περιγραφικά στοιχεία για p-value .....	73
Πίνακας 4.2.3.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία ιστορικών μετρήσεων, πρότυπο για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ελέγχου 2 <sup>ου</sup> σταδίου.....	74
Πίνακας 4.3.2.2 Στατιστικά αποτελέσματα του διαγράμματος σχήμα 4.3.2.2 .....	76
Πίνακας 4.3.1.1 Στατιστική Ανάλυση δοκιμασιών στοιχείων οργανοληπτικού ελέγχου.....	79
Πίνακας 4.3.1.2 Στατιστική Ανάλυση δοκιμασιών στοιχείων οργανοληπτικού ελέγχου.....	79



Πίνακας 4.3.1.3 Στατιστική Ανάλυση τυπικής απόκλισης ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης.....	80
Πίνακας 4.3.1.4 Στατιστική Ανάλυση τυπικής απόκλισης ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης.....	80
Πίνακας 4.3.1.5 Στατιστική Ανάλυση coefficients και p-value ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης.....	80
Πίνακας 4.3.1.6 Στατιστική Ανάλυση regression equation ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης.....	80
Πίνακας 4.3.1.7 Στατιστική Ανάλυση τυπικής απόκλισης ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης.....	81
Πίνακας 4.4.1 Συγκεντρωτικός πίνακας παραπόνων.....	83
Πίνακας 4.4.2.1 Πίνακας παραπόνων καταγραφής παραπόνων.....	89
Πίνακας 4.4.2.2 Συγκεντρωτικός πίνακας παραπόνων καταγραφής παραπόνων.....	89
Πίνακας 7.1 Τεχνική προδιαγραφή προϊόντος Πάστας Σοκολατίνας.....	107-108
Πίνακας 7.2 Τεχνική προδιαγραφή προϊόντος Τούρτας Σοκολατίνας.....	109
Πίνακας 7.3 Μετρήσεις Φάσης Ι.....	112
Πίνακας 7.4 Μετρήσεις Φάσης ΙΙ.....	113

## Κατάλογος εικόνων

Εικόνα 3.3.1 Σταθμισμένος ζυγός μέτρησης βαρών .....	57
--	----

## Κατάλογος σχημάτων

Σχήμα 2.2.1.1 Ιστόγραμμα σερβιρίσματος του καφέ σε οικείες και σε βιομηχανία τροφίμων (n = 460) σε σύγκριση με κανονική κατανομή.....	23
Σχήμα 2.2.3.1 Παράδειγμα διαγράμματος Pareto που δείχνει τη συχνότητα κάθε τύπου των ελαττωμάτων μιας διεργασίας .....	26

Σχήμα 2.2.4.1 Παράδειγμα διαγράμματος αιτίου/αποτελέσματος που δείχνει όλα τα αίτια των ελαττωματικών συγκόλλησης (Εξελικτική πορεία της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ)).....	27
Σχήμα 2.2.5.1 Παράδειγμα διαγραμμάτων συγκέντρωσης ελαττωμάτων .....	28
Σχήμα 2.2.6.1 Παράδειγμα διαγράμματος διασποράς ή διασκόρπισης (Σταυρακούδης, 2024).....	28
Σχήμα 2.2.7.1 Παράδειγμα Διαγράμματος Διαδοχικών Τιμών (run chart) (minitab support, 2024).....	29
Σχήμα 2.4.1 Παράδειγμα απλού διαγράμματος ροής <i>Περιβαλλοντική Υγιεινή &amp; Δημόσια Υγεία</i> (2013).....	34
Σχήμα 2.4.2 Παράδειγμα σύνθετου διαγράμματος ροής για τη διαδικασία αγοράς προϊόντος (Τζαντ Μοράλες, 2023).....	35
Σχήμα 3.1.1 Διάγραμμα ροής παραγωγής ζεστών και κρύων κρεμών (H1).....	48
Σχήμα 3.1.2 Διάγραμμα ροής παραγωγής παντεσπανιών (H2).....	49
Σχήμα 3.1.3.1 Διάγραμμα ροής παραγωγής Ημιοιόμων (H3).....	51
Σχήμα 3.1.3.2 Διάγραμμα ροής παραγωγής τμήματος Ντεκόρ.....	51
Σχήμα 3.1.4 Διάγραμμα ροής παραγωγής τμήματος Συσκευασίας.....	52
Σχήμα 4.1.1.1 Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα ιστορικά δεδομένα των μετρήσεων για την Πάστα Σοκολατίνας.....	62
Σχήμα 4.1.1.2 Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα ιστορικά δεδομένα των μετρήσεων για την Πάστα Σοκολατίνας .....	63
Σχήμα 4.1.3.1 ΔΕ I για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12*150g) – Ιστορικά δεδομένα (Φάση I).....	65

Σχήμα 4.1.3.2 ΔΕ I για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12*150g) – Φάση II.....	67
Σχήμα 4.1.3.2.1 ΔΕ EWMA για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12*150g) – Φάση II.....	68
Σχήμα 4.1.3.3 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12*150g) με αυστηρά όρια προδιαγραφών.....	69
Σχήμα 4.1.3.4 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12*150g) με νέα όρια προδιαγραφών.....	70
Σχήμα 4.2.1.1 Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα ιστορικά δεδομένα των μετρήσεων για την Τούρτα Σοκολατίνας.....	71
Σχήμα 4.2.1.2 Ιστόγραμμα ιστορικών δεδομένων για την Τούρτα Σοκολατίνας .....	72
Σχήμα 4.2.3.1 Βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) – Ιστορικά δεδομένα.....	74
Σχήμα 4.2.3.2 ΔΕ I για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) – Φάση II.....	75
Σχήμα 4.2.3.3 ΔΕ EWMA για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) – Φάση II.....	76
Σχήμα 4.2.3.4 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) με αυστηρά όρια προδιαγραφών.....	77
Σχήμα 4.2.3.5 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) με νέα όρια προδιαγραφών.....	78
Σχήμα 4.3.1.1 Διάγραμμα αλληλεπίδρασης χρόνου ψησίματος και ανάδευσης.....	79
Σχήμα 4.4.1 Διάγραμμα Pareto παρουσίασης των παραπόνων των πελατών.....	81
Σχήμα 4.4.2.1 Διάγραμμα Pareto παρουσίασης των παραπόνων των πελατών.....	86

<b>Σχθήμα 4.4.2.2 Διάγραμμα Pareto παρουσίασης των παραπόνων των πελατών μετά τις διορθωτικές ενέργειες.....</b>	<b>89</b>
<b>Σχήμα 5.1 Διάγραμμα Ροής πριν την προτεινόμενη βελτιστοποίηση.....</b>	<b>94</b>
<b>Σχήμα 5.2 Διάγραμμα Ροής μετά την προτεινόμενη βελτιστοποίηση ζυγίσματος.....</b>	<b>95</b>
<b>Σχήμα 5.1.1 Διάγραμμα Ροής πριν την προτεινόμενη βελτιστοποίηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος.....</b>	<b>97</b>
<b>Σχήμα 5.1.2 Διάγραμμα Ροής μετά την προτεινόμενη βελτιστοποίηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος.....</b>	<b>98</b>

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

### 1.1 Η Πολυπλοκότητα καθορισμένου όρου για την ποιότητα

Με τον πέρασμα των χρόνων, κρίνεται αναγκαίος ο καθορισμός μίας έννοιας για τις προδιαγραφές και τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί ένα προϊόν για να θεωρείται ευρέως αποδεκτό και αξιόλογο. Η έννοια της ποιότητας παίζει αυτόν τον ρόλο του συνδετικού κρίκου επικοινωνίας μεταξύ των κλάδων για την συνεννόηση όταν η επικοινωνία σχετίζεται με ένα προϊόν. Ωστόσο, παρόλο που όλοι, είτε ως επαγγελματίες παραγωγοί είτε ως εταιρείες αγοραστές είτε ως τελικοί καταναλωτές χρησιμοποιούμε τον όρο ποιότητα δεν είναι πολύ εύκολο να καθορίσουμε αυτήν την έννοια με λίγες λέξεις και μόνο με έναν τρόπο. Όμως υπάρχουν αρκετές πηγές όπου οι συγγραφείς προσπαθούν να ορίσουν την έννοια αυτή τόσο για να είναι κατανοητή για τον ενδιαφερόμενο αναγνώστη αλλά κυρίως για να μπορεί να υπάρχει ένας κοινός κώδικας επικοινωνίας.

Σύμφωνα με το Δερβιτσιώτη (2001) οι καταναλωτές αποζητούν την καθ' όλα υψηλού επιπέδου ποιότητα σύμφωνα με τις ανάγκες που επιθυμούν να καλύψουν. Αυτό επιτυγχάνεται όταν πληρούνται τρεις σημαντικές προϋποθέσεις. Το πιο σημαντικό φαίνεται να είναι η ευνοϊκή συσχέτιση κόστους και αξίας του είδους στην αγορά ώστε να θεωρεί το ο καταναλωτής κερδοφόρο. Επίσης, η χρονική καταλληλότητα του προϊόντος ανεβάζει την ποιότητά του καθώς θεωρείται επιλέξιμο. Τέλος, η ποιότητα του προϊόντος κρίνεται και εκ του αποτελέσματος όπου φαίνεται η αντοχή του αγαθού στο χρόνο όταν δηλαδή είναι ισόβαθμη με τον χρόνο χρήσης του.

## 1.2 Ποιότητα στη βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών

Τα γλυκά είναι σύνθετα προϊόντα τα οποία αποτελούνται από διάφορες πρώτες ύλες. Επομένως, η ποιότητα τους εξαρτάται και ως μεγάλο βαθμό στην ποιότητα των πρώτων υλών.

Συχνά το βασικό συστατικό των γλυκών είναι το γάλα και τα γαλακτοκομικά προϊόντα τα οποία θα πρέπει να επιλέγονται σύμφωνα με την ποιότητα τους. Η ποιότητα των γαλακτοκομικών προϊόντων εξαρτάται από την χημική τους σύσταση σε πρωτεΐνες, λακτόζη, λίπος και στερεά υλικά, στην παρουσία αντιμικροβιακών στοιχείων, στην οσμή και στη γεύση (Stefanakis et al 2007, Ahmad et al., 2012).

Άλλα σημαντικά στοιχεία που κρίνουν την ποιότητα του γάλακτος και κατ' επέκταση των κρεμών που δομούν τα γλυκά είναι το ιξώδες, το χρώμα, το σημείο πήξεως καθώς και το σημείο ζέσεως. Τα χαρακτηριστικά αυτά μπορούν να επηρεαστούν κι από άλλες ύλες όπως το αυγό και το αλεύρι.

Σε κάθε περίπτωση, το σημαντικότερο μέτρο ποιότητας είναι η ασφάλεια του καταναλωτή. Αυτό σημαίνει ότι κάθε πρώτη ύλη αλλά και το τελικό προϊόν πρέπει να εξετάζεται για την ύπαρξη μικροοργανισμών δυνητικά παθογόνων για τον άνθρωπο. Τα σκάρτα προϊόντα πρέπει να απορρίπτονται και τα καλά να περνούν στη συντήρηση και τη διατήρηση. Οι κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας περιβάλλοντος και συντήρησης καθώς και διακίνησης συμβάλλουν καταλυτικά στην τελική υψηλή ποιότητα του προϊόντος.

Τέλος, η διατήρηση ενός τυπικού βάρους ορισμένου για το κάθε γλυκό προσθέτει εμπιστοσύνη στην εταιρεία παραγωγής διότι φαίνεται αξιόπιστη αφού προσφέρει αυτό που υπόσχεται.

## 1.3 Σύστημα διασφάλισης ποιότητας στη βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών

Στη βιομηχανία τροφίμων ο όρος της ποιότητας τείνει να προσεγγιστεί μέσω συστημάτων που έχουν δημιουργηθεί με σκοπό την χρήση προϋποθέσεων για επίτευξη κοινών και υψηλών απαιτήσεων στα αγαθά.

Το πιο βασικό κριτήριο για να θεωρείται ένα τρόφιμο καλό είναι η ασφάλεια του ως προς το καταναλωτή κι αυτό επιτυγχάνεται όταν μπορεί να εξασφαλιστεί η ακεραιότητα του από την προσβολή μικροοργανισμών. Η μικροβιολογική ανάλυση για τον χρόνο διάρκειας του τροφίμου είναι άκρως σημαντική και τα περισσότερα συστήματα ποιότητας φροντίζουν να εστιάζουν ιδιαίτερος σε αυτό το στοιχείο. Η ασφάλεια του τροφίμου βασίζεται στη σωστή και προστατευμένη παραγωγή τόσο με αγνά υλικά αλλά και με προστατευμένο περιβάλλον και συνθήκες παραγωγής και συντήρησης του τροφίμου.

Καθώς αυτές οι αρχές είναι βασικές για τη βιομηχανία των τροφίμων, εφαρμόζονται και στην κατηγορία των γλυκών και δει των κατεψυγμένων τα οποία χρειάζονται έξτρα προσοχή στις συνθήκες συντήρησης τους. Ο τελικός καταναλωτής θα λάβει το γλυκό αφού θα έχει περάσει στάδιο απόψυξης από το εκάστοτε πελάτη-ζαχαροπλαστείο της βιομηχανίας. Οι διεργασίες ψύξης και απόψυξης τόσο από τη βιομηχανία όσο και από τα ζαχαροπλαστεία θα πρέπει να ακολουθούν βασικούς κανόνες συνθηκών συντήρησης και καθαριότητας σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα των συστημάτων ώστε να εξασφαλίζουν πρωτίστως την ασφάλεια του καταναλωτή και μετέπειτα την υψηλή ποιότητα και αναλόγως την υψηλή πώληση.

Η ενσωμάτωση των συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων σε ένα συνεκτικό σύστημα διαχείρισης ποιότητας μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης που συνδυάζει τις απαιτήσεις για ασφάλεια και ποιότητα τροφίμων. Αυτή η ενσωμάτωση εξασφαλίζει ότι η διαχείριση της ποιότητας και της ασφάλειας αντιμετωπίζεται από κοινού, χωρίς διαχωρισμό, επιτυγχάνοντας μεγαλύτερη απόδοση και συνέπεια σε όλα τα επίπεδά της.

Παρακάτω αναφέρονται οι βασικοί τρόποι ενσωμάτωσης:

- Υιοθέτηση διεθνών προτύπων: Η ενσωμάτωση συστημάτων όπως το ISO 9001 (Διαχείριση Ποιότητας) και ISO 22000 (Ασφάλεια Τροφίμων) σε ένα ενιαίο πλαίσιο διαχείρισης είναι εφικτή, καθώς τα πρότυπα αυτά έχουν κοινές αρχές και συμβατή δομή. Το ISO 22000 ενσωματώνει την ανάλυση επικινδυνότητας και τα κρίσιμα σημεία ελέγχου (HACCP), τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν στις διαδικασίες ISO 9001, λαμβάνοντας τόσο την ποιότητα όσο και την ασφάλεια.

- Ολοκληρωμένες διαδικασίες ελέγχου: Τα πρωτόκολλα ελέγχου ποιότητας και ασφάλειας μπορούν να ενοποιηθούν σε ένα σύστημα όπου οι έλεγχοι συμμόρφωσης καλύπτουν και τις δύο περιοχές. Για παράδειγμα, η εφαρμογή Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών (SPC) μπορεί να παρακολουθεί ταυτόχρονα τις κρίσιμες παραμέτρους ποιότητας του προϊόντος και την ασφάλεια, όπως η θερμοκρασία ή η διάρκεια ζωής των τροφίμων.
- Ενιαία διαχείριση εγγράφων και Διαδικασιών: Η δημιουργία ενός ενιαίου συστήματος διαχείρισης εγγράφων, που περιλαμβάνει τα στοιχεία της ποιότητας και της ασφάλειας, διευκολύνει τη λειτουργία της εταιρείας και μειώνει τη γραφειοκρατία. Ένα κοινό σύστημα καταγραφής και διατήρησης δεδομένων μπορεί να περιλαμβάνει τις απαραίτητες διαδικασίες για τη συμμόρφωση με τα πρότυπα ασφάλειας τροφίμων και ποιότητας ταυτόχρονα.
- Εκπαίδευση προσωπικού: Η εκπαίδευση του προσωπικού σε θέματα που αφορούν την ποιότητα και την ασφάλεια τροφίμων είναι κρίσιμη. Η διαμόρφωση ενιαίων εκπαιδευτικών προγραμμάτων που καλύπτουν και τις δύο πτυχές επιτρέπουν στο προσωπικό να αντιλαμβάνεται την άρρηκτη σχέση μεταξύ αυτών των τομών και να εφαρμόζει τις βέλτιστες πρακτικές σε καθημερινή βάση.
- Συνεχής βελτίωση μέσω κοινών εργαλείων: Η συνεχής βελτίωση μπορεί να υποστηριχθεί με τη χρήση εργαλείων όπως το Six Sigma , που στοχεύει στη μείωση της μεταβλητότητας και στην αποτροπή σφαλμάτων τόσο στην ποιότητα όσο και στην ασφάλεια των τροφίμων. Μέσα από κοινές διαδικασίες ελέγχου και ανάλυσης, η βελτίωση της απόδοσης μπορεί να καλύπτει και τα δύο πεδία.
- Ενσωμάτωση των οργανοληπτικών ελέγχων: Στη βιομηχανία τροφίμων, οι οργανοληπτικοί έλεγχοι (π.χ. γεύση, υφή, άρωμα) είναι τόσο σημαντικοί για την ποιότητα όσο και για την ασφάλεια των προϊόντων. Ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης μπορεί να ενσωματώσει τις δοκιμές αυτών, ώστε να επαληθεύει την παρακολούθηση των προδιαγραφών για την ποιότητα και τη συμμόρφωση με τα κριτήρια ασφαλείας.
- Ανάλυση Κινδύνων και Διαχείριση Κρίσεων: Η ανάλυση κινδύνων και η προετοιμασία για την αντιμετώπιση κρίσεων μπορεί να συνδυάσει θέματα ασφάλειας



και ποιότητας. Για παράδειγμα, η Ανάλυση Τρόπων και Επιπτώσεων Αποτυχίας (FMEA) μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη κινδύνων τόσο για την ποιότητα των προϊόντων όσο και για την ασφάλεια, εντοπίζοντας πιθανά προβλήματα στο πρώτο στάδιο.

- Συστηματική ανάλυση και μετρήσεις: Η χρήση δεδομένων από τους ελέγχους ποιότητας και ασφάλειας μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη δεικτών απόδοσης (KPIs) που παρακολουθούν την αποτελεσματικότητα των διεργασιών σε ένα ενιαίο σύστημα. Αυτό επιτρέπει στη διοίκηση να λαμβάνει αποφάσεις βασισμένες σε συνδυαστικές πληροφορίες για τη συνολική απόδοση της ποιότητας και της ασφάλειας.
- Προληπτικές Δράσεις: Η πρόβλεψη προβλημάτων και η προετοιμασία προληπτικών δράσεων είναι βασική για ένα ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης. Η FMEA και η Ανάλυση Επικινδυνότητας (Risk Assessment) μπορεί να βοηθήσουν στην αναγνώριση πιθανών σημείων αποτυχίας τόσο από πλευράς ποιότητας όσο και ασφάλειας, επιτρέποντας την προληπτική δράση.

Η ενσωμάτωση των συστημάτων διαχείρισης της ασφάλειας των τροφίμων σε ένα συνεκτικό σύστημα διαχείρισης ποιότητας δεν είναι μόνο εφικτή, αλλά χρειάζεται για τη βελτίωση της απόδοσης και της αξιοπιστίας των προϊόντων. Μέσω κοινών διαδικασιών, εκπαίδευσης και εργαλείων, οι εταιρείες μπορούν να επιτύχουν τη μέγιστη δυνατή συνέπεια και τη συμμόρφωση, διασφαλίζοντας την ποιότητα και την ασφάλεια των προϊόντων τους.

## 1.4 ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ISO

### 1.4.1 ISO 22000

Το ίσως πιο ευρέως αποδεκτό ISO παγκοσμίως είναι το 22000 όσον αφορά στη βιομηχανία τροφίμων και κατ' επέκταση και στη βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών. Προσφέρει έναν ολοκληρωμένο τρόπο διαχείρισης της παραγωγής σε όλα τα στάδια ξεκινώντας από την Πρωτογενή Παραγωγή έως ότου φτάσει στο τελικό στάδιο της συντήρησης και διακίνησης των αγαθών. Τα μη ασφαλή τρόφιμα απορρίπτονται με αποτέλεσμα την προστασία της

βιομηχανίας ή της εταιρείας από ηθική και υλική ζημία λόγω πιθανών βλαβών του καταναλωτή λόγω κινδύνου από τροφική δηλητηρίαση. Για να μπορεί μία εταιρεία να είναι επιλέξιμη με την συγκεκριμένη πιστοποίηση πρέπει να έχει καταφέρει να αδειοδοτηθεί κατάλληλα για τη διαχείριση των αποβλήτων της, για τις κτιριακές της εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό που χρησιμοποιεί καθώς και την αξιόπιστη συντήρησή του. Τα φύλλα ελέγχου που θα εξηγηθούν παρακάτω καθώς και πιστοποιημένα καταγραφικά βοηθούν στην απόδειξη αυτών. Τέλος, ένας έλεγχος για την πιστοποίηση αυτή περιλαμβάνει οπωσδήποτε την υγιεινή του προσωπικού.

#### **1.4.2 ISO 9001**

Το 9001 ISO στοχεύει στη συνεχή αξιολόγηση και στη συνεχή βελτίωση ανταπόκρισης στις απαιτήσεις τόσο των πελατών όσο και της ίδιας της εταιρείας παραμένοντας στα όρια των κανονιστικών προϋποθέσεων για το προϊόν.

#### **1.4.3 BRC Food**

Το BRC Food είναι ένα τεχνικό πρότυπο που έχει εκδοθεί ήδη από το 1998 από τον Βρετανικό Οργανισμό Λιανεμπορίου (BRC) και στοχεύει στις εταιρείες παραγωγής προϊόντων ιδιωτικής ετικέτας, προϊόντων που θα καταλήξουν σε σούπερ μάρκετ και προϊόντων που θα εξαχθούν. Το πρότυπο αυτό εξασφαλίζει την προστασία του καταναλωτή μέσω της βοήθειας των πωλητών λιανικής να εμπίπτουν στα νομικά πλαίσια με έλεγχο των ουσιών που προκαλούν αλλεργίες αλλά και των συνθηκών που μπορεί να προκαλέσουν άλλους φυσικούς κινδύνους.

### **1.5 Στόχος της εργασίας**

Η παρούσα εταιρεία παραγωγής κατεψυγμένων γλυκών που θα μελετηθεί ως case study θα χρησιμοποιηθεί ως παράδειγμα για να παρατηρηθεί και να αναλυθεί η διαδικασία παραγωγής σε σχέση με το ποιοτικό πρότυπο ως προς το βάρος δύο προϊόντων. Επίσης, με παραγοντικό σχεδιασμό μελετάται η μείωση του κόστους παραγωγής ενός παντεσπανιού,

επικεντρώνοντας στο συνδυασμό χρόνου ψησίματος και χρόνου ανάδευσης με τα βέλτιστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά. Επίσης, μελετάται η ικανοποίηση ή μη των πελατών.

## Κεφάλαιο 2. Στατιστικός έλεγχος ποιότητας

### 2.1 Εισαγωγή

Η ποιότητα στις παραγωγικές διαδικασίες είναι άμεσα συνυφασμένη με την συμμόρφωση με τις εκάστοτε προδιαγραφές. Σε μια βιομηχανία τροφίμων, οι αποκλίσεις από προϊόν σε προϊόν μπορούν να προκύψουν λόγω διαφόρων αιτιών. Αυτά τα αίτια διακρίνονται σε κοινές ή τυχαίες αιτίες και σε ειδικές αιτίες. Παρακάτω παρατίθενται παραδείγματα για κάθε κατηγορία:

- Κοινές ή Τυχαίες Αιτίες: Οι κοινές αιτίες είναι οι φυσιολογικές διακυμάνσεις που προκύπτουν από το ίδιο το σύστημα παραγωγής. Είναι συνήθως αναμενόμενες και επηρεάζουν τη διαδικασία παραγωγής σε σταθερή βάση. Παραδείγματα κοινών αιτιών στη βιομηχανία τροφίμων περιλαμβάνουν: μικρές διακυμάνσεις στη θερμοκρασία του εξοπλισμού, φυσικές διαφορές στις πρώτες ύλες, φθορά εξοπλισμού, αστάθειες στις συνθήκες αποθήκευσης.
- Ειδικές Αιτίες: Οι ειδικές αιτίες είναι μη αναμενόμενα γεγονότα ή καταστάσεις που προκαλούν ασυνήθιστες αποκλίσεις και συνήθως σχετίζονται με κάποιο σφάλμα ή μη τυπική κατάσταση στη διαδικασία παραγωγής. Αυτές οι αιτίες απαιτούν άμεση παρέμβαση και διόρθωση. Παραδείγματα ειδικών αιτιών στη βιομηχανία τροφίμων περιλαμβάνουν: βλάβη εξοπλισμού, λανθασμένη συνταγή ή δόση, μόλυνση ή ακατάλληλες συνθήκες υγιεινής σφάλμα χειριστή, διακοπή ρεύματος ή ανεπάρκεια συστημάτων ψύξης.

Οι κοινές αιτίες είναι μέρος των φυσιολογικών διακυμάνσεων της παραγωγικής διαδικασίας και συνήθως δεν απαιτούν άμεση παρέμβαση, καθώς είναι δύσκολο ή ακριβό να εξαλειφθούν πλήρως. Αντίθετα, η διαχείρισή τους στοχεύει στη βελτιστοποίηση της διαδικασίας για να μειωθούν οι επιπτώσεις τους.

Οι ειδικές αιτίες είναι συγκεκριμένα προβλήματα που οδηγούν σε σημαντικές αποκλίσεις από την επιθυμητή ποιότητα και πρέπει να εντοπίζονται και να διορθώνονται άμεσα, καθώς μπορεί να οδηγήσουν σε σοβαρά προβλήματα ποιότητας ή ασφάλειας των τροφίμων.

Συνολικά, η διάκριση μεταξύ κοινών και ειδικών αιτίων είναι κρίσιμη για τη σωστή διαχείριση της ποιότητας στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς οι εταιρείες πρέπει να παρακολουθούν συνεχώς τις διαδικασίες παραγωγής για να εντοπίζουν και να αντιμετωπίζουν τα αίτια που προκαλούν αποκλίσεις.

Ο Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας (Statistical Quality Control, SQC) σύμφωνα με την American Society for Quality (ASQ) αφορά την εφαρμογή στατιστικών μεθόδων για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της ποιότητας μιας παραγωγικής διαδικασίας, ενώ συχνά χρησιμοποιείται εναλλακτικά ο όρος Στατιστικός Έλεγχος Διαδικασίας (Statistical Process Control, SPC). Τέτοιου τύπου έλεγχοι μπορούν να εφαρμοστούν σε κάθε διαδικασία που συνοδεύεται από μετρήσιμο έξοδο και εξασφαλίζουν ότι η διαδικασία λειτουργεί αποτελεσματικά, παράγοντας προϊόντα που πληρούν τις προδιαγραφές. Ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας (SQC) στη βιομηχανία τροφίμων έχει τεράστια σημασία, καθώς συμβάλλει στη διασφάλιση της ποιότητας και της ασφάλειας των προϊόντων, ενώ παράλληλα αυξάνει την αποδοτικότητα της παραγωγής. Ειδικά στον τομέα των τροφίμων, όπου οι απαιτήσεις για ασφάλεια, υγιεινή και συνέπεια είναι εξαιρετικά αυστηρές, η παρακολούθηση και ο έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας είναι ζωτικής σημασίας για τους εξής λόγους:

- Διασφάλιση σταθερής ποιότητας: Η ποιότητα των τροφίμων πρέπει να είναι συνεπής σε κάθε παρτίδα παραγωγής, ώστε οι καταναλωτές να λαμβάνουν το ίδιο προϊόν κάθε φορά. Ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας βοηθά στον εντοπισμό και τη διόρθωση αποκλίσεων, διασφαλίζοντας ότι τα προϊόντα πληρούν τις προκαθορισμένες προδιαγραφές ποιότητας, όπως γεύση, υφή και εμφάνιση.

- Εξασφάλιση της ασφάλειας των τροφίμων: Η παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας μέσω στατιστικών εργαλείων βοηθά στον εντοπισμό προβλημάτων που μπορεί να επηρεάσουν την ασφάλεια των τροφίμων. Ο στατιστικός έλεγχος επιτρέπει την έγκαιρη ανίχνευση μη ασφαλών προϊόντων ή διαδικασιών (π.χ., θερμοκρασίες που ξεφεύγουν από το αποδεκτό εύρος) και την πρόληψη της διάθεσής τους στην αγορά.
- Μείωση αποβλήτων και κόστους παραγωγής: Ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας επιτρέπει τη συνεχή παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας και τον εντοπισμό τυχόν σφαλμάτων ή αποδόσεων εκτός των επιτρεπτών ορίων. Με την έγκαιρη διόρθωση αυτών των αποκλίσεων, η βιομηχανία μπορεί να μειώσει τα ελαττωματικά προϊόντα και τα απόβλητα, βελτιώνοντας έτσι την αποδοτικότητα και μειώνοντας το κόστος παραγωγής.
- Συμμόρφωση με κανονισμούς και πρότυπα: Η βιομηχανία τροφίμων υπόκειται σε αυστηρούς κανονισμούς και πρότυπα ασφάλειας και ποιότητας, όπως τα HACCP, ISO 22000 και άλλους εθνικούς και διεθνείς κανονισμούς. Ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας παρέχει δεδομένα και τεκμηρίωση που αποδεικνύουν τη συμμόρφωση με αυτά τα πρότυπα, προστατεύοντας την εταιρεία από νομικά ζητήματα και διασφαλίζοντας τη φήμη της στην αγορά.
- Εντοπισμός κοινών και ειδικών αιτίων αποκλίσεων: Ο στατιστικός έλεγχος επιτρέπει στη βιομηχανία τροφίμων να διακρίνει ανάμεσα σε κοινές αιτίες (συνεχείς, μικρές διακυμάνσεις που είναι φυσιολογικές στη διαδικασία παραγωγής) και ειδικές αιτίες (απρόβλεπτες αποκλίσεις που υποδηλώνουν σοβαρό πρόβλημα). Αυτό επιτρέπει την καλύτερη διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας και την ταχύτερη διόρθωση ειδικών προβλημάτων.
- Βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας μέσω συνεχούς βελτίωσης: Ο στατιστικός έλεγχος ποιότητας υποστηρίζει τη συνεχή βελτίωση της παραγωγικής διαδικασίας. Μέσα από την ανάλυση δεδομένων και την παρακολούθηση των αποκλίσεων, οι βιομηχανίες μπορούν να εντοπίσουν αδύναμα σημεία στη διαδικασία παραγωγής και να εφαρμόσουν μέτρα βελτίωσης, όπως την προσαρμογή των παραμέτρων ή την αναβάθμιση του εξοπλισμού.

- Ανταγωνιστικό πλεονέκτημα: Η χρήση στατιστικού ελέγχου ποιότητας μπορεί να προσδώσει στην εταιρεία ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα, εξασφαλίζοντας υψηλή και συνεπή ποιότητα στα προϊόντα της. Αυτό οδηγεί σε αυξημένη εμπιστοσύνη των πελατών και δημιουργεί πιστότητα στην αγορά.
- Προστασία της φήμης και της εμπιστοσύνης των πελατών: Η διασφάλιση υψηλής ποιότητας και ασφάλειας τροφίμων μέσω στατιστικού ελέγχου ποιότητας μειώνει την πιθανότητα απόσυρσης προϊόντων ή κακής φήμης στην αγορά. Οι καταναλωτές απαιτούν ασφαλή και ποιοτικά προϊόντα, και η τήρηση αυτών των προτύπων προστατεύει τη φήμη της εταιρείας και την εμπιστοσύνη των πελατών.

Η παρακολούθηση και ο έλεγχος της παραγωγικής διαδικασίας στη βιομηχανία τροφίμων μέσω στατιστικού ελέγχου ποιότητας είναι ζωτικής σημασίας, διότι εξασφαλίζει την ποιότητα, την ασφάλεια και την αποδοτικότητα της παραγωγής. Με τη συνεχή παρακολούθηση και την έγκαιρη διόρθωση αποκλίσεων, οι εταιρείες τροφίμων μπορούν να διατηρούν υψηλά επίπεδα απόδοσης, να μειώνουν τα κόστη και να παραμένουν ανταγωνιστικές στην αγορά.

Οι τρεις βασικοί άξονες που συγκροτούν τον Στατιστικό Έλεγχο Ποιότητας είναι (Αντζουλάκος, 2009):

- Ο Σχεδιασμός και Ανάλυση Πειραμάτων (Design of Experiments): το σύνολο τεχνικών που συνεισφέρουν στην αποσαφήνιση της επίδρασης των διαφορετικών επιπέδων μιας μεταβλητής στα χαρακτηριστικά ποιότητας του τελικού προϊόντος.
- Η Δειγματοληψία Αποδοχής (Acceptance Sampling): το σύνολο των δειγματοληπτικών τεχνικών που μας επιτρέπουν υπέρ ή κατά της αποδοχής μιας παρτίδας προϊόντων.
- Ο Στατιστικός Έλεγχος Διεργασιών (Statistical Process Control): το σύνολο των τεχνικών που επιτρέπουν την παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας και τη διασφάλιση της επαναληψιμότητας των παραγόμενων από αυτήν προϊόντων.

Από τους άξονες αυτούς, ο Στατιστικός Έλεγχος Διεργασιών αποτελεί κεντρικό σημείο στα πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας και στηρίζεται στα επτά ακόλουθα εργαλεία (Αντζουλάκος, 2009):

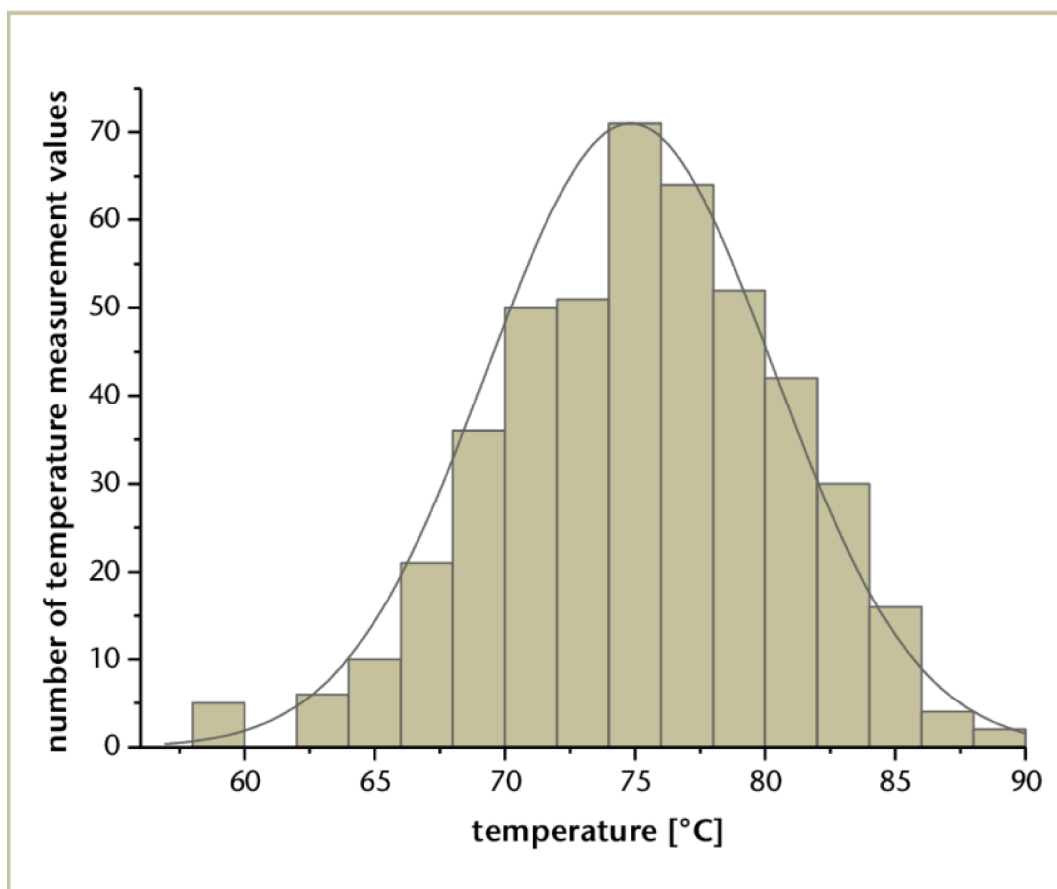
1. Ιστόγραμμα (Histogram)
2. Φύλλο Ελέγχου (Check Sheet)
3. Διάγραμμα Pareto (Pareto Chart)
4. Διάγραμμα Αιτίας-Αποτελέσματος (Cause-and-Effect Diagram)
5. Διάγραμμα Συγκέντρωσης Ελαττωμάτων (Defect Concentration Diagram)
6. Διάγραμμα Διασποράς ή Διασκόρπισης (Scatter Plot)
7. Διάγραμμα Ελέγχου (Control Chart)

## **2.2 Εργαλεία ελέγχου διεργασιών**

### **2.2.1 Ιστόγραμμα**

Το ιστόγραμμα, γνωστό και ως διάγραμμα Μίσχου – Φύλλων (Stem-and-Leaf Plot) απεικονίζει γραφικά έναν πίνακα συχνοτήτων, κάνοντας εύκολα εμφανή σημαντικά περιγραφικά στατιστικά μέτρα. Για παράδειγμα, το σχήμα του ιστογράμματος μπορεί να μας ενημερώσει αποτελεσματικά για τον τύπο της κατανομής που περιγράφει τα αναπαριστώμενα δεδομένα (Αντζουλάκος, 2009).





Σχήμα 2.2.1.1 Ιστόγραμμα σεβριρίσματος του καφέ σε οικείες και σε βιομηχανία τροφίμων (n = 460) σε σύγκριση με κανονική κατανομή Verst, Lisa-Marie & Winkler, Gertrud & Lachenmeier, Dirk. (2018).

## 2.2.2 Φύλλο Ελέγχου

Το φύλλο ελέγχου αποτελεί ένα απλό μέσο για τη συλλογή δεδομένων, στο οποίο μπορούν να καταγραφούν πληροφορίες για το είδος και το χρόνο των παρατηρούμενων σφαλμάτων, τυχόν ελέγχους που πρέπει να γίνουν και γενικότερα συμπληρωματικά στοιχεία γύρω από μία διεργασία (Αντζουλάκος, 2009).

Μπορεί να υπάρχει φύλλο ελέγχου για κάθε ξεχωριστή διεργασία της βιομηχανίας για παράδειγμα για τον έλεγχο των θερμοκρασιών του ψυγείου οι οποίες θα πρέπει να



καταγράφονται σε τακτά χρονικά διαστήματα και να κυμαίνονται στα αποδεκτά όρια (συνήθως 2-8 βαθμούς Κελσίου) Κάθε απόκλιση θα πρέπει να παρατηρείται και να αναλύεται για την περίπτωση ανάγκης αποκλεισμού του προϊόντος.

ΕΝΤΥΠΟ 1: ΗΜΕΡΗΣΙΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΡΕΟΠΩΛΕΙΟΥ						ΙΣΧΥΕΙ ΑΠΟ: 21/12/12			
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ:.....									
<b>1. ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ/ Α ΥΛΩΝ</b> (ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ)						<b>2. ΜΕΤΡΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΧΩΡΩΝ ΚΑΙ ΨΥΓΕΙΩΝ</b> (ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ)			
ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΗΣ	ΠΡΟΪΟΝ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ	ΘΕΡΜ. ΠΡΟΪΟΝ	ΗΜΕΡ. ΣΦΑΓΗΣ / ΛΗΣΗΣ	ΧΩΡΟΙ ΚΑΙ ΨΥΓΕΙΑ	08:00	12:00	16:00
						ΨΥΓΕΙΟ 1			
						ΨΥΓΕΙΟ 2			
						ΨΥΓΕΙΟ 3			
						ΨΥΓΕΙΟ 4			
						ΨΥΓΕΙΟ 5			
						ΨΥΓΕΙΟ 6			
						ΨΥΓΕΙΟ 7			
						ΨΥΓΕΙΟ 8			
						ΨΥΓΕΙΟ 9			
						ΨΥΓΕΙΟ 10			
						ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΤΗΡΑΣ			
						ΑΙΘΟΥΣΑ ΚΡΕΑΤΟΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ			
						<b>ΟΡΙΑ</b> ΨΥΓΕΙΟ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ : (0) - (+2) °C (συνιστώμενη) ΚΑΤΑΨΥΞΗ: ≤-18 °C ΑΠΟΣΤΕΙΡΩΤΗΣ : ≥ 82 °C ΒΙΤΡΙΝΑ: (-1) - (+2) °C ΚΙΜΑΣ ≤+2 °C ΧΩΡΟΣ ΓΙΑ ΚΡΕΑΤΟΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ: ≤+15 °C			
<b>3. ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΘΑΡΙΟΤΗΤΑΣ</b> (ΕΑΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ/ΜΗ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΕΙΣ)									
ΧΩΡΟΙ / ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ		ΑΡΜΟΔΙΟΣ ΠΡΟΣ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ		ΕΠΙΒΕΒΑΙΩΣΗ/ ΥΠΟΓΡΑΦΗ	<b>4. ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΑ ΣΕ ΠΕΛΑΤΕΣ</b> (ΕΑΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ)			
ΠΑΡΑΛΑΒΗ / ΠΛΥΣΙΜΟ						ΕΙΔΟΣ	ΠΑΡΑΛΗΠΤΗΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΥΠΟΓΡΑΦΗ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ / ΚΟΠΗ ΚΡΕΑΤΩΝ									
ΑΠΟΘΗΚΗ / ΓΡΑΦΕΙΟ									
ΨΥΓΕΙΑ / ΚΑΤΑΨΥΚΤΕΣ									
ΕΞΥΠΗΡΕΤΗΣΗ ΠΕΛΑΤΩΝ									
ΑΤΟΜΙΚΗ ΥΓΙΕΙΝΗ									

© Copyright h.s.i Foodtech Laboratories Ltd

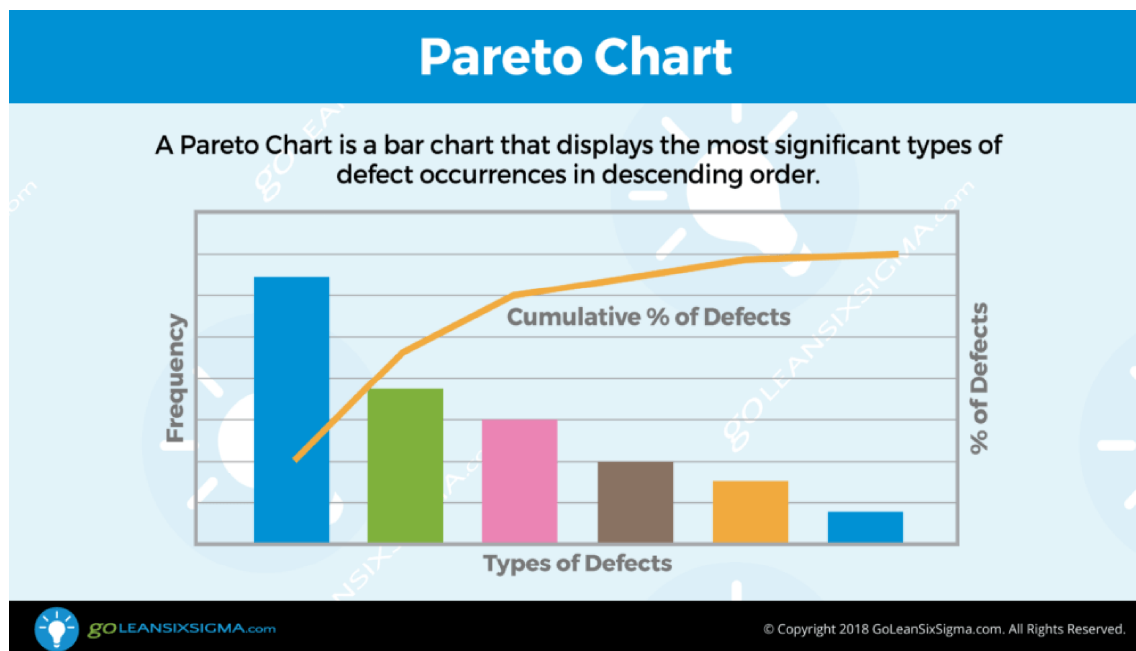
- 1 -



Πίνακας 2.2.2.1 Παράδειγμα φύλλου ελέγχου Copyright h.s.i Foodtech Laboratories Ltd

## 2.2.3 Διάγραμμα Pareto

Το διάγραμμα Pareto αποσκοπεί στον εντοπισμό των σημαντικότερων παραμέτρων ενός προβλήματος. Η δημιουργία του ξεκινά με την καταγραφή, μέτρηση και διάταξη όλων των στοιχείων, τη δημιουργία αθροιστικών κατανομών, και τέλος τη σχεδίαση και ερμηνεία του διαγράμματος (Αντζουλάκος, 2009).

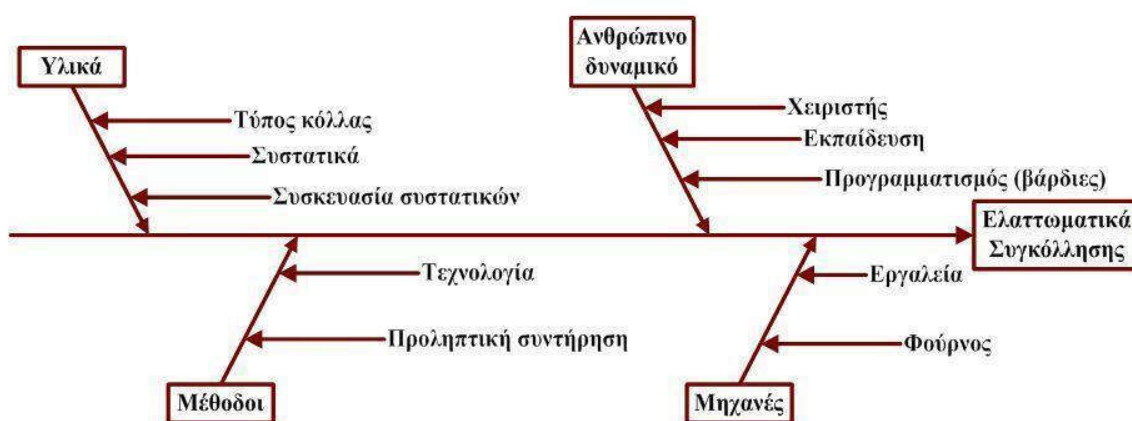


Σχήμα 2.2.3.1 Παράδειγμα διαγράμματος Pareto που δείχνει τη συχνότητα κάθε τύπου των ελαττωμάτων μιας διεργασίας (go learn sigma Copyright 2018)

## 2.2.4 Διάγραμμα Αιτίου - Αποτελέσματος

Το διάγραμμα αιτίου – αποτελέσματος, γνωστό και ως διάγραμμα Ishikawa ή διάγραμμα Fishbone, καταγράφει και απεικονίζει τα στοιχεία που συνεισφέρουν στην εκδήλωση ενός προβλήματος, αποσκοπώντας στην ανίχνευση των αιτίων πίσω από αυτό. Ο σκελετός του διαγράμματος παρουσιάζει τα κεντρικά αίτια, τα οποία μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω (Αντζουλάκος, 2009).

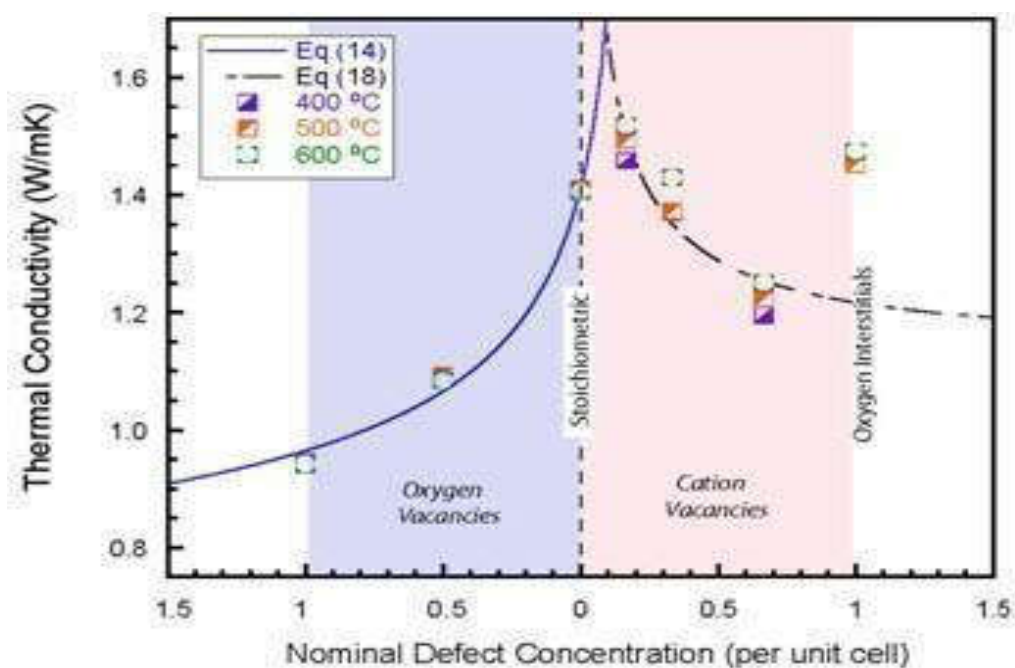
## Διάγραμμα Αιτίου-Αποτελέσματος



Σχήμα 2.2.4.1 Παράδειγμα διαγράμματος αιτίου/αποτελέσματος που δείχνει όλα τα αίτια των ελαττωματικών συγκόλλησης (Εξελικτική πορεία της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (ΔΟΠ))

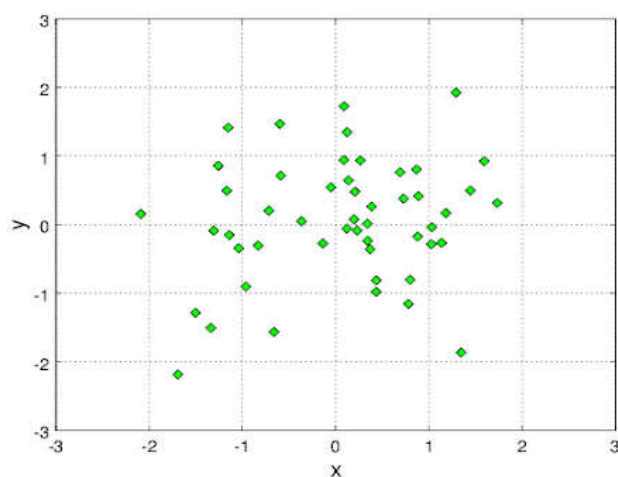
### 2.2.5 Διάγραμμα Συγκέντρωσης Ελαττωμάτων

Το διάγραμμα συγκέντρωσης ελαττωμάτων έχει ως σκοπό να εντοπίσει γραφικά τα ακριβή σημεία ενός προϊόντος τα οποία συγκεντρώνουν ελαττώματα, κάτι που συνεισφέρει στην ανίχνευση των υποκείμενων πρακτικών κατά την παραγωγή που ευθύνονται γι' αυτά (Αντζουλάκος, 2009).



Σχήμα 2.2.5.1 Παράδειγμα διαγραμμάτων συγκέντρωσης ελαττωμάτων

## 2.2.6 Διάγραμμα Διασποράς ή Διασκόρπισης

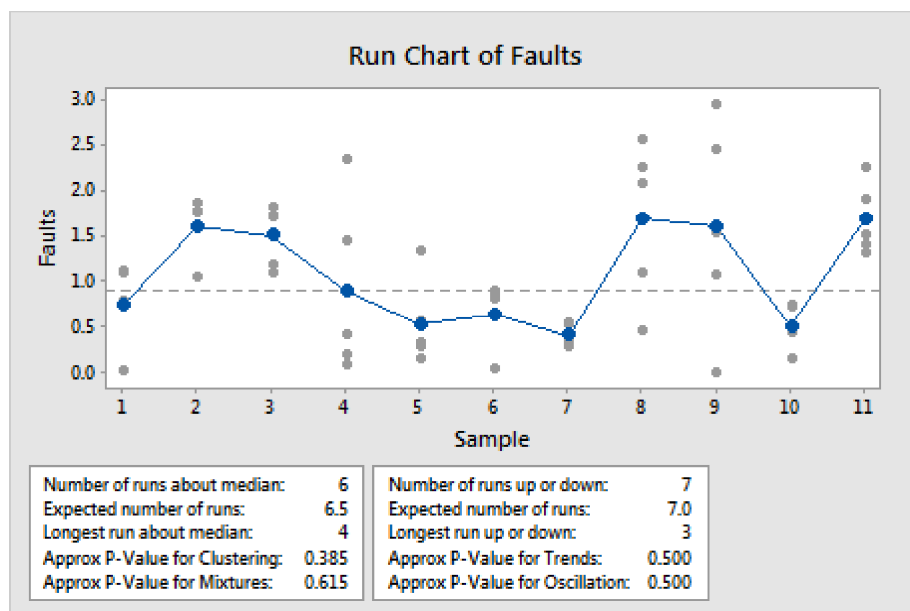


Σχήμα 2.2.6.1 Παράδειγμα διαγράμματος διασποράς ή διασκόρπισης (Σταυρακούδης, 2024)

Το διάγραμμα διασποράς αναπαριστά τις τιμές δύο μεταβλητών ως σημεία σε ένα επίπεδο και είναι χρήσιμη για την αποκάλυψη τυχόν σχέσεων μεταξύ των απεικονιζόμενων μεταβλητών (Αντζουλάκος, 2009).

### 2.2.7 Διάγραμμα Διαδοχικών Τιμών

Τέλος, το διάγραμμα διαδοχικών τιμών (run chart) παρουσιάζει τα δεδομένα σε σχέση με το χρόνο εμφάνισης τους, διευκολύνοντας την παρατήρηση τάσεων, φαινομένων που επαναλαμβάνονται με περιοδικό τρόπο ή άλλων ακραίων καταστάσεων (Αντζουλάκος, 2009).



Σχήμα 2.2.7.1 Παράδειγμα Διαγράμματος Διαδοχικών Τιμών (run chart) (minitab support, 2024)

## 2.3 Χαρακτηριστικά διαγραμμάτων ελέγχου

Δεδομένης της μεταβλητότητας που μπορεί να παρουσιάζει μια παραγωγική διαδικασία, ιδιαίτερης σημασίας για την ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος είναι τα όρια προδιαγραφών, εντός των οποίων πρέπει να βρίσκονται οι τιμές που καθορίζουν την ποιότητά του, και τα οποία έχουν ήδη καθοριστεί στο στάδιο σχεδιασμού:

- Ανώτερο όριο προσδιορισμού (upper specification limit, USL)
- Κατώτερο όριο προσδιορισμού (lower specification limit, LSL)

Παράλληλα με τα όρια προσδιορισμού για ένα προϊόν, καθορίζεται και η τιμή στόχος (target value, T), η οποία αποτελεί συνήθως το μέσο του διαστήματος μεταξύ του ανώτερου και κατώτερου ορίου προσδιορισμού και είναι η επιθυμητή τιμή για το εκάστοτε χαρακτηριστικό ποιότητας του προϊόντος.

Για τον προσδιορισμό του ποσοστού ελαττωματικών προϊόντων σε μια παρτίδα, όταν είναι γνωστά τα όρια προδιαγραφών, συνήθως χρησιμοποιούνται οι έννοιες του στατιστικού ελέγχου διαδικασίας (SPC) και οι παράμετροι της διαδικασίας, όπως η μέση τιμή ( $\mu$ ) και η τυπική απόκλιση ( $\sigma$ ). Τα όρια προδιαγραφών (specification limits) ορίζουν τις αποδεκτές τιμές για ένα προϊόν.

Τα όρια προδιαγραφών αποτελούνται από το κατώτερο όριο προδιαγραφών (Lower Specification Limit, LSL) και το ανώτερο όριο προδιαγραφών (Upper Specification Limit, USL). Το ποσοστό των ελαττωματικών προϊόντων μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας την κανονική κατανομή, υποθέτοντας ότι η κατανομή των δεδομένων είναι κανονική.

Ας σημειώσουμε:

- $\mu$  = Μέση τιμή της διαδικασίας
- $\sigma$  = Τυπική απόκλιση της διαδικασίας
- LSL = Κατώτερο όριο προδιαγραφών
- USL = Ανώτερο όριο προδιαγραφών

Το ποσοστό των ελαττωματικών προϊόντων μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας τις περιοχές κάτω από την κανονική κατανομή που βρίσκονται έξω από τα όρια προδιαγραφών. Αυτές οι περιοχές αντιπροσωπεύουν τα προϊόντα που είναι εκτός των αποδεκτών προδιαγραφών.

1. Υπολογισμός του ποσοστού των προϊόντων κάτω από το LSL:

$$P(X < LSL) = \Phi[(LSL - \mu)/\sigma] \quad (1)$$

όπου  $\Phi$  είναι η συνάρτηση κατανομής της κανονικής κατανομής.

2. Υπολογισμός του ποσοστού των προϊόντων πάνω από το USL:

$$P(X > USL) = 1 - \Phi[(USL - \mu)/\sigma] \quad (2)$$

Συνολικό ποσοστό ελαττωματικών προϊόντων:

$$P_{\text{defective}} = P(X < LSL) + P(X > USL) \quad (3)$$

Η γενικευμένη σχέση για το ποσοστό ελαττωματικών προϊόντων σε μια παρτίδα, όταν είναι γνωστά τα όρια προδιαγραφών, είναι:

$$P_{\text{defective}} = \Phi[(LSL - \mu)/\sigma] + \{1 - \Phi[(USL - \mu)/\sigma]\} \quad (4)$$

Αυτή η σχέση επιτρέπει τον υπολογισμό του συνολικού ποσοστού των προϊόντων που δεν πληρούν τις προδιαγραφές.

Παρουσία ειδικής μεταβλητότητας μπορεί να μετατοπίσει σημαντικά την κατανομή των ποιοτικών χαρακτηριστικών ενός προϊόντος, αλλάζοντας έτσι το ποσοστό των παραγόμενων

προϊόντων που βρίσκονται εντός των επιθυμητών ορίων των προδιαγραφών. Κατά συνέπεια, ο βασικός στόχος του Στατιστικού Ελέγχου Διεργασιών είναι η ανίχνευση ειδικών αιτιών μεταβλητότητας σε μια παραγωγική διαδικασία, με τα διαγράμματα ελέγχου (ΔΕ) να είναι τα κυριότερα μέσα για την επίτευξη αυτού του στόχου. Ανάλογα με το είδος της μεταβλητής που αντιστοιχεί στο χαρακτηριστικό ποιότητας τα ΔΕ μπορούν να τοποθετηθούν σε δύο ευρύτερες κατηγορίες:

- ΔΕ για συνεχή χαρακτηριστικά – μεταβλητές (charts for variables)
- ΔΕ για διακριτά χαρακτηριστικά – ιδιότητες (charts for attributes)

Για τον χαρακτηρισμό ενός προϊόντος ως μη συμμορφωμένο ή ελαττωματικό (nonconforming or defective product) είναι σημαντικό τόσο το εάν όλα τα δείγματα βρίσκονται εντός των ορίων προδιαγραφών, αλλά και ο αριθμός των ελαττωμάτων ή ατελειών (defects or nonconformities) που αυτό παρουσιάζει.

Στην περίπτωση που παρατηρηθεί ότι κάποιο σημείο βρίσκεται εκτός των ορίων ελέγχου σε ένα ΔΕ, αυτό είναι αρκετό για την έναρξη περαιτέρω ερευνών για τον εντοπισμό των υπεύθυνων ειδικών αιτιών μεταβλητότητας και την επακόλουθη λήψη των απαραίτητων διορθωτικών κινήσεων.

Ωστόσο, ακόμη και όταν όλα τα σημεία ενός ΔΕ βρίσκονται εντός των επιθυμητών ορίων, η παρουσία μοτίβων μπορεί να αποτελεί ένδειξη ότι η διεργασία είναι εκτός ελέγχου. Προκειμένου να ενισχυθεί η ευαισθησία των ΔΕ για την ανίχνευση πιθανώς προβληματικών περιπτώσεων στην παραγωγική διαδικασία μπορούν να χρησιμοποιηθεί μια σειρά επιλογών, συμπεριλαμβανομένων των εσωτερικών προειδοποιητικών ορίων (warning limits), αλλά και ειδικών συνόλων κανόνων (Αντζουλάκος, 2009).

Υπάρχουν δύο φάσεις στην στατιστική ανάλυση με διαγράμματα ελέγχου. Στην Φάση I μελετάται ικανός αριθμός μετρήσεων του χαρακτηριστικού που έχει επιλεγεί για μελέτη και παράλληλα παρατηρείται με αυστηρούς όρους. Από τη συλλογή των δεδομένων τα οποία ονομάζονται ιστορικά εκτιμώνται οι παράμετροι εντός ελέγχου όπως η διασπορά και η μέση τιμή, καθώς και κατά πόσο η κατανομή είναι κανονική. Κατ' επέκταση, προκύπτει το πρότυπο όπου υπολογίζονται τα όρια κεντρικής γραμμής και ελέγχου τα οποία χρησιμοποιούνται στη Φάση II. Στην Φάση II γίνεται συλλογή καινούριων δεδομένων και ο

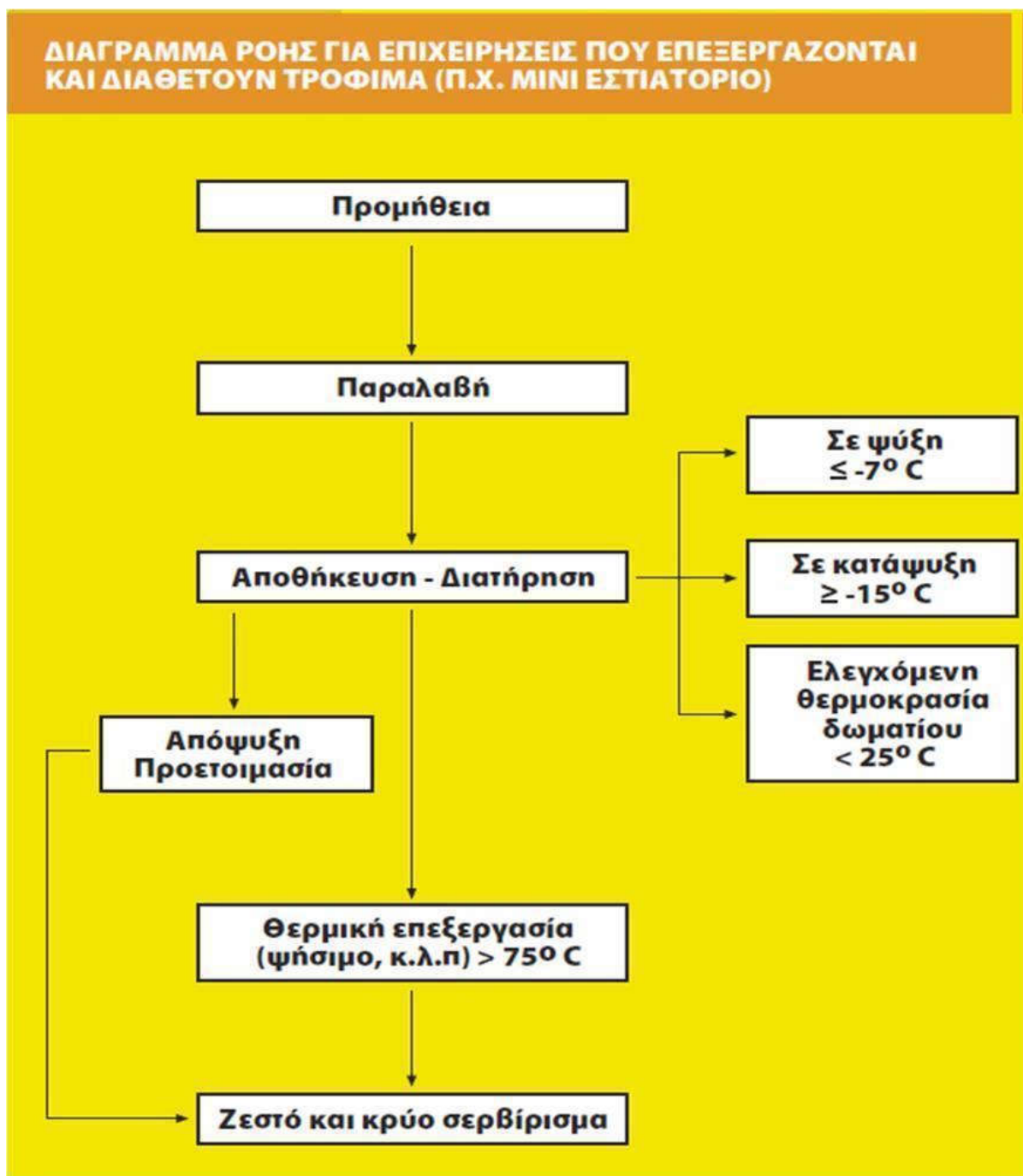


ρόλος της είναι να διαπιστώσουν οι μελετητές αν η διαδικασία συνεχίζει να βρίσκεται εντός στατιστικού ελέγχου. (Κούτρας, 2008)

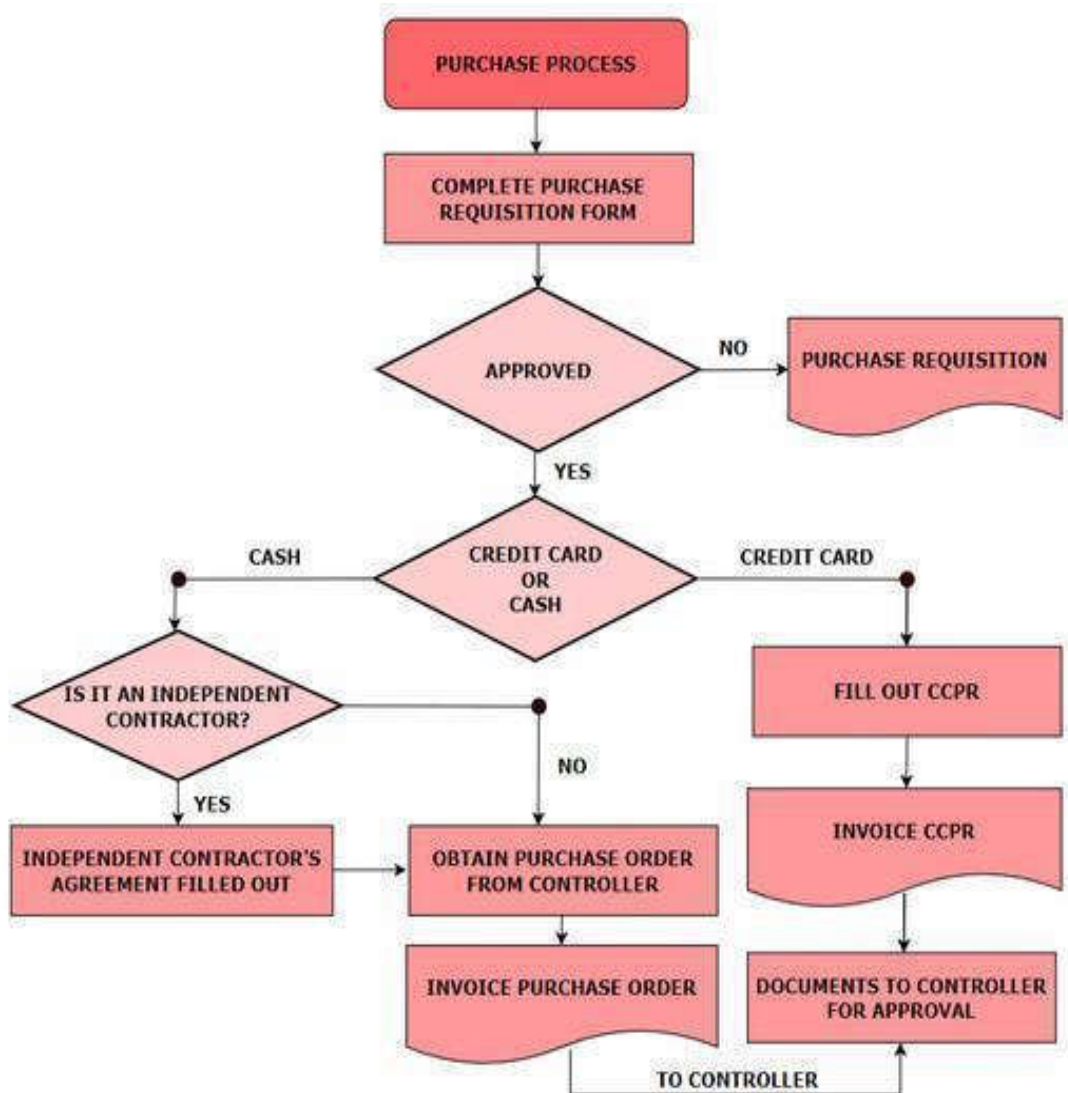
Με αυτόν τον τρόπο μπορούν να γίνονται αντιληπτές οι αλλαγές στη μέση τιμή του υπό μελέτη χαρακτηριστικού γεγονός που καθορίζει την ποιότητα του τελικού προϊόντος. Όσο πιο έγκαιρα ανιχνεύονται αυτές οι αλλαγές τόσο πιο άμεσα γίνονται διορθωτικές ενέργειες.

## 2.4 Διαγράμματα ροής

Τα διαγράμματα ροής είναι σχεδιαγράμματα με την εμφάνιση πλαισίων που το καθένα περιγράφει ένα βήμα της πορείας ή της διαδικασίας που περιγράφεται. Ένα διάγραμμα ροής μπορεί να χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων για παράδειγμα με σκοπό να περιγράψει την πορεία παραγωγής, συντήρησης και διακίνησης του τελικού φαγώσιμου προϊόντος. Κάθε πλαίσιο οδηγεί σε άλλο με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένα πιο απλό ή πιο πολύπλοκο σχήμα ανάλογα με τις σχέσεις μεταξύ των βημάτων και των διαδικασιών. Για τη δημιουργία ενός διαγράμματος ροής χρησιμοποιούνται διαφορετικά σχήματα που δηλώνουν ένα συγκεκριμένο τύπο διεργασίας. Η έλλειψη χρησιμοποιείται για την αρχή και την ολοκλήρωση μίας λειτουργίας, το τετράγωνο υποδηλώνει την εκτέλεση ενεργειών, ο ρόμβος δείχνει μια ερώτηση που οδηγεί σε διαφορετικές πορείες/απαντήσεις και το πλάγιο παραλληλόγραμμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την είσοδο και την έξοδο στοιχείων. Σε γενικές γραμμές τα διαγράμματα ροής φαίνονται χρήσιμα στην ανάλυση ή τον έλεγχο μιας διαδικασίας αλλά και στη σχεδίαση ή στην επικαιροποίηση της. Παρακάτω παρουσιάζεται ένα παράδειγμα διαγράμματος ροής.



Σχήμα 2.4.1 Παράδειγμα απλού διαγράμματος ροής *Περιβαλλοντική Υγιεινή & Δημόσια Υγεία* (2013)



Σχήμα 2.4.2 Παράδειγμα σύνθετου διαγράμματος ροής για τη διαδικασία αγοράς προϊόντος (Τζαντ Μοράλες, 2023)

## 2.5 FMEA (Failure Modes and Effects analysis)

Η μέθοδος FMEA επιτρέπει να προβλεφθούν πιθανά λάθη κατά τα πρώτα στάδια σχεδιασμού και εστιάζει στην τεχνική και φυσική υπόσταση της διαδικασίας παραγωγής ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αποτυχία (Management technology Policy, University of Cambridge).

Η λογική αυτή της πρόληψης που ακολουθείται μπορεί να ενταχθεί σε ένα χαρτί εργασίας το οποίο θα κινείται σε συγκεκριμένες πορείες εστίασης. Αρχικά είναι καλό να οριστεί το επίπεδο της ανάλυσης. Μπορεί να είναι το πρότζεκτ, το προϊόν, ένα σύστημα ή ένα υποσύστημα ή και ένα στοιχείο του προϊόντος ή της διαδικασίας. Αν η περιγραφή αυτή γίνει ιεραρχικά από τη μεγάλη εικόνα προς την πιο λεπτομερή, η ομάδα θα μπορεί σε κάθε στάδιο να προστρέξει στη λεπτομέρεια αν χρειαστεί. Σε οποίο στάδιο γίνεται κάποια ανάλυση καλό είναι να σημειώνεται το πρόσωπο από το οποίο έγινε και η ημερομηνία.

Το πιο δημιουργικό μέρος της ανάλυσης αυτής είναι η φάση κατά την οποία προσπαθούν να προβλεφθούν οι πιθανοί λόγοι και τρόποι αποτυχίας. Αυτό γίνεται θέτοντας ανοιχτά ερωτήματα όπως για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες κάτι μπορεί να γίνει λάθος (για παράδειγμα αν δεν κλεισει καλά η πόρτα του ψυγείου η θερμοκρασία θα ανέβει). Αφού έχουν οριστεί τα πιθανά σημεία λάθους, θα πρέπει να υπολογιστεί το αποτέλεσμα αυτών. Για παράδειγμα αν ανέβει η θερμοκρασία του ψυγείου τα τρόφιμα θα χαλάσουν. Για τέτοιες περιπτώσεις το ποσοστό αποτυχίας λόγω του αποτελέσματος μπορεί να είναι μεγάλο και πρέπει να μπορεί να προβλεφθεί όσο το δυνατόν πιο λεπτομερώς.

Κάθε αποτυχία δεν είναι της ίδια σοβαρότητας διότι δε δημιουργεί της ίδιας σοβαρότητας πρόβλημα στην ποιότητα και στην εταιρεία. Το ίδιο εφαρμόζεται και με την πιθανότητα ύπαρξης του κάθε προβλήματος. Τα σφάλματα που είναι πιο πιθανό

να συμβούν συχνά και αυτά που είναι ιδιαίτερα σοβαρά πρέπει να προβλεφθούν και να ελεγχθούν εξ' αρχής ώστε στην παραγωγική διαδικασία να υπάρχουν δικλείδες ασφαλείας ώστε η ομάδα να τα ανακαλύπτει άμεσα και να τα αντιμετωπίζει κατάλληλα. Επομένως, μία διαβάθμιση της σοβαρότητας του ζητήματος από μη σημαντικό, μη συχνό ή και τα δύο έως άκρως σημαντικό, συχνό ή και τα δύο είναι απαραίτητη.

Οι προϋποθέσεις που προαναφέρθηκαν μπορούν να συμπεριληφθούν στο Risk Priority Number (RPN) δηλαδή μία μέτρηση της προτεραιότητας που πρέπει να δοθεί για συγκεκριμένη ενέργεια. Η μέτρηση αυτή προκύπτει από τη σοβαρότητα (severity), την πιθανότητα να συμβεί ένα πρόβλημα (occurrence) και τον έγκαιρο εντοπισμό του προβλήματος (detection).

$$\text{RPN} = \text{Severity rating} \times \text{Occurrence rating} \times \text{Detection rating} = \text{S} \times \text{O} \times \text{D}$$

Τα στοιχεία με υψηλότερες τιμές RPN χρειάζονται προτεραιότητα και άμεση αντιμετώπιση.

Βασιζόμενοι σ' αυτόν τον αριθμό μπορούν επίσης να προταθούν λύσεις βελτίωσης.

### Πλήρη παραγοντικά πειράματα

Οι παραγοντικοί σχεδιασμοί είναι ένας τρόπος σχεδίασης πειραμάτων όπου η εστίαση γίνεται στην επίδραση περισσότερων του ενός παραγόντων στο σύστημα ή στο προϊόν. Πιο αναλυτικά, οι σχεδιασμοί αυτοί εξετάζουν όλους τους συνδυασμούς που μπορούν να προκύψουν από όλα τα επίπεδα όλων των επιλεγμένων παραγόντων σε κάθε δοκιμή του πειράματος. Σύμφωνα με τους Wu και Hamada, 2000 σε ένα φανταστικό πείραμα μελετούνται οι παράγοντες Α και Β (δύο) και τα επίπεδα που μελετούνται είναι ένα για τον καθένα (α και β αντίστοιχα). Σε αυτήν την περίπτωση όλοι οι συνδυασμοί αβ που θα προκύψουν θα πρέπει να συμπεριλαμβάνονται σε κάθε

πλήρη δοκιμή του πειράματος που σχεδιάζεται. Επομένως, τα πειράματα αυτά ονομάζονται πλήρη παραγοντικά.

### **Πλήρη δι-παραγοντικά πειράματα**

Τα πλήρη παραγοντικά πειράματα μπορούν να χωριστούν σε κατηγορίες. Η παρούσα διπλωματική θα χρησιμοποιήσει διπαραγοντικά πειράματα το οποίο σημαίνει ότι θα μελετηθούν δυο παράγοντες σε τρία επίπεδα.

Ο παραγοντικός σχεδιασμός είναι μια μέθοδος πειραματικού σχεδιασμού που χρησιμοποιείται για τη μελέτη της επίδρασης πολλών παραγόντων σε μια διαδικασία ταυτόχρονα. Σε έναν παραγοντικό σχεδιασμό, εξετάζονται όλοι οι πιθανοί συνδυασμοί των επιπέδων των παραγόντων, επιτρέποντας στους ερευνητές να αναλύσουν τόσο την ανεξάρτητη επίδραση κάθε παράγοντα όσο και την αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Ο στόχος είναι να βελτιστοποιηθούν οι συνθήκες παραγωγής και να επιτευχθεί ο καλύτερος συνδυασμός παραγόντων για να βελτιωθεί η απόδοση, να μειωθεί το κόστος ή να αυξηθεί η ποιότητα.

Ας δούμε ένα παράδειγμα παραγοντικού πειράματος στη βιομηχανία τροφίμων που στοχεύει στη μείωση του κόστους παραγωγής ενός τυποποιημένου σνακ.

Θα θεωρήσουμε τρεις βασικούς παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν το κόστος παραγωγής:

1. Θερμοκρασία Ψησίματος (παράγοντας Α) – δύο επίπεδα (χαμηλή, υψηλή)
2. Χρόνος Ψησίματος (παράγοντας Β) – δύο επίπεδα (μικρός, μεγάλος)
3. Τύπος Α' Ύλης (παράγοντας Γ) – δύο επίπεδα (ακριβή πρώτη ύλη, οικονομική πρώτη ύλη)

### Πειραματικός Σχεδιασμός:

Ακολουθώντας έναν πλήρη παραγοντικό σχεδιασμό, θα δοκιμάσουμε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς αυτών των παραγόντων. Κάθε παράγοντας έχει δύο επίπεδα, άρα συνολικά θα έχουμε  $(2^3 = 8)$  συνδυασμούς για να δοκιμάσουμε:

1. Χαμηλή θερμοκρασία, μικρός χρόνος, ακριβή πρώτη ύλη
2. Χαμηλή θερμοκρασία, μικρός χρόνος, οικονομική πρώτη ύλη
3. Χαμηλή θερμοκρασία, μεγάλος χρόνος, ακριβή πρώτη ύλη
4. Χαμηλή θερμοκρασία, μεγάλος χρόνος, οικονομική πρώτη ύλη
5. Υψηλή θερμοκρασία, μικρός χρόνος, ακριβή πρώτη ύλη
6. Υψηλή θερμοκρασία, μικρός χρόνος, οικονομική πρώτη ύλη
7. Υψηλή θερμοκρασία, μεγάλος χρόνος, ακριβή πρώτη ύλη
8. Υψηλή θερμοκρασία, μεγάλος χρόνος, οικονομική πρώτη ύλη

Ο στόχος είναι να βρεθεί ο καλύτερος συνδυασμός θερμοκρασίας, χρόνου ψήσιματος και τύπου πρώτης ύλης που θα ελαχιστοποιήσει το κόστος παραγωγής χωρίς να υποβαθμίσει την ποιότητα του προϊόντος.

Σε κάθε συνδυασμό, θα μετρηθεί το κόστος παραγωγής (π.χ. ενέργεια για ψήσιμο, κόστος πρώτης ύλης, κόστος από απορρίμματα) και η ποιότητα του προϊόντος (π.χ. γεύση, υφή, εμφάνιση). Στη συνέχεια, θα αναλυθούν τα αποτελέσματα για να διαπιστωθεί ποιοι παράγοντες έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στη μείωση του κόστους και αν υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ τους.

Ερμηνεία Αποτελεσμάτων: Εάν, για παράδειγμα, ο συνδυασμός υψηλής θερμοκρασίας και μικρού χρόνου ψήσιματος με οικονομική πρώτη ύλη δίνει χαμηλό κόστος και καλή ποιότητα προϊόντος, τότε αυτός ο συνδυασμός θα θεωρηθεί ο βέλτιστος. Από τα αποτελέσματα, μπορεί επίσης να φανεί αν η χρήση ακριβής πρώτης



ύλης είναι πραγματικά αναγκαία ή αν μπορεί να αντικατασταθεί με μια φθηνότερη πρώτη ύλη χωρίς να επηρεαστεί η ποιότητα.

Με αυτόν τον τρόπο, ο παραγοντικός σχεδιασμός μπορεί να προσφέρει ποσοτικά τεκμηριωμένες προτάσεις για τη βελτιστοποίηση της διαδικασίας και τη μείωση του κόστους παραγωγής.

### **Οργανοληπτικός έλεγχος**

Οι οργανοληπτικές δοκιμές (sensory review) είναι εξαιρετικά σημαντικές στη βιομηχανία τροφίμων, καθώς αξιολογούν τα προϊόντα με βάση τις αισθητηριακές τους υλικό, όπως γεύση, άρωμα, υφή, όψη και ήχος. Πρόκειται για μια μέθοδο που βασίζεται στις ανθρώπινες αισθήσεις για την αξιολόγηση της ποιότητας των τροφίμων, και είναι κρίσιμη σε κάθε στάδιο παραγωγής και ανάπτυξης νέων προϊόντων.

Σημασία των Οργανοληπτικών Δοκιμών:

- Εξασφάλιση ποιότητας: Οι οργανοληπτικές δοκιμές βοηθούν στη διασφάλιση της ποιότητας των τροφίμων, καθώς οι αισθητηριακές ιδιότητες είναι από τους πιο σημαντικούς παράγοντες που επηρεάζουν την απόφαση των καταναλωτών να αγοράσουν ή να απορρίψουν ένα προϊόν. Η συνέπεια στη γεύση, η υφή και η εμφάνιση είναι κρίσιμη για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης των πελατών.
- Ανίχνευση ελαττωμάτων: Μέσω των οργανοληπτικών δοκιμών, είναι δυνατή η ανίχνευση μικρών ελαττωμάτων που μπορεί να μην εντοπίζονται μέσω άλλων μεθόδων. Τέτοια ελαττώματα μπορούν να προκύψουν κατά την παραγωγή, τη συσκευασία ή τη διανομή των προϊόντων και να επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα και την αποδοχή τους από την παραγωγή τους.



- Συμμόρφωση με τις προσδοκίες των καταναλωτών: Τα αισθητηριακά χαρακτηριστικά είναι κρίσιμα για τη συνολική εμπειρία του καταναλωτή. Μέσω των δοκιμών αυτών, οι βιομηχανίες εξασφαλίζουν ότι τα προϊόντα τους πληρώνουν τις προσδοκίες των καταναλωτών όσον αφορά τη γεύση, την υφή και το άρωμα.

#### Ρόλος στην Ανάπτυξη Προϊόντων:

- Ανάπτυξη νέων προϊόντων: Οι οργανοληπτικές δοκιμές παίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη νέων προϊόντων. Κατά τη διαδικασία ανάπτυξης, δοκιμάζονται διάφορες μορφές για να διαπιστωθεί ποια εκδοχή είναι η καλύτερη από αισθητηριακή άποψη. Αυτό επιτρέπει στις εταιρείες να λανσάρουν προϊόντα που όχι μόνο είναι ασφαλή και ποιοτικά αλλά και αρεστά στους ακριβείς.
- Βελτιστοποίηση προϊόντος: Με τις οργανοληπτικές δοκιμές, μπορούν να γίνουν τροποποιήσεις στη σύνθεση των προϊόντων, π.χ., στη γεύση, τη γλυκύτητα, την αλμύρα ή την υφή, ώστε να επιτευχθεί η βέλτιστη εμπειρία κατανάλωσης. Δεν επηρεάζουν αρνητικά την ποιότητα.
- Σύγκριση με ανταγωνιστικά προϊόντα: Οι οργανοληπτικές δοκιμές μπορούν επίσης να βοηθήσουν στην αξιολόγηση του προϊόντος σε σχέση με τα ανταγωνιστικά προϊόντα της αγοράς. Έτσι, οι εταιρείες μπορούν να δουν πού βρίσκονται οι διαφορές και πώς μπορούν να βελτιώσουν τα προϊόντα τους για να αποκτήσουν πλεονέκτημα.

#### Ρόλος στη Διασφάλιση Ποιότητας:

- Έλεγχος συνέπειας: Η συνέπεια στη γεύση, η υφή και η εμφάνιση είναι ζωτικής σημασίας για τη διατήρηση της εμπιστοσύνης των καταναλωτών. Οι οργανοληπτικές δοκιμές διασφαλίζουν ότι κάθε παρτίδα του προϊόντος πληροί τα ίδια υψηλά πρότυπα ποιότητας.

- Αντιμετώπιση αποκλίσεων: Όταν παρατηρούνται αποκλίσεις από τα επιθυμητά χαρακτηριστικά, οι οργανοληπτικές δοκιμές βοηθούν στην ταυτοποίηση των αιτίων, π.χ., λόγω αλλαγών στην προμήθεια πρώτων υλών, στη διαδικασία παραγωγής ή στη συσκευασία.
- Αξιολόγηση αποδοχής από τον καταναλωτή: Οι δοκιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να καταλάβουν οι εταιρείες ποια προϊόντα αποδέχονται από αυτούς και σε ποιο βαθμό, βοηθώντας τους να προσαρμόσουν τις προτιμήσεις τους σύμφωνα με τις προτιμήσεις της αγοράς.

Οι οργανοληπτικές δοκιμές είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ποιότητας και την ανάπτυξη νέων προϊόντων στη βιομηχανία τροφίμων. Συμβάλλουν στην εξασφάλιση ότι τα προϊόντα που πληρούν τα πρότυπα ποιότητας, είναι αρεστά στα αποτελέσματα και μπορούν να διατηρηθούν σταθερά ποιοτικά στην αγορά. Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα χρησιμοποιηθεί οργανοληπτικός έλεγχος στη βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών.

### **Βασικές Έννοιες και Στόχοι:**

#### **1. Αξιολόγηση Ποιότητας:**

- Ο οργανοληπτικός έλεγχος βοηθά στην αξιολόγηση της ποιότητας των προϊόντων, διασφαλίζοντας ότι πληρούν τα καθορισμένα πρότυπα.

#### **2. Ανάπτυξη Προϊόντων:**

- Χρησιμοποιείται στην ανάπτυξη νέων προϊόντων για την αξιολόγηση της αποδοχής από τους καταναλωτές και την προσαρμογή των χαρακτηριστικών του προϊόντος σύμφωνα με τις προτιμήσεις τους.

#### **3. Έλεγχος Σταθερότητας:**

- Εξετάζει τις αλλαγές στις αισθητηριακές ιδιότητες των προϊόντων κατά την αποθήκευση, βοηθώντας στην εκτίμηση της διάρκειας ζωής τους.

## Μέθοδοι Οργανοληπτικού Ελέγχου:

### 1. Περιγραφικές Δοκιμές (Descriptive Tests):

- Χρησιμοποιούνται για να προσδιορίσουν και να ποσοτικοποιήσουν τις συγκεκριμένες αισθητηριακές ιδιότητες ενός προϊόντος, όπως η υφή, η γεύση και το άρωμα.

### 2. Δοκιμές Διακριτικής Ικανότητας (Discrimination Tests):

- Χρησιμοποιούνται για να διαπιστωθεί αν υπάρχουν αντιληπτές διαφορές μεταξύ δύο ή περισσότερων προϊόντων.

### 3. Δοκιμές Αποδοχής (Acceptance Tests):

- Εκτιμούν την προτίμηση των καταναλωτών για ένα συγκεκριμένο προϊόν.

### 4. Δοκιμές Προτιμήσεων (Preference Tests):

- Συγκρίνουν δύο ή περισσότερα προϊόντα για να διαπιστώσουν ποιο προτιμάται περισσότερο από τους καταναλωτές.

## Δείγμα Δοκιμών:

### ● Δοκιμή Τρίγωνου (Triangle Test):

- Οι συμμετέχοντες καλούνται να εντοπίσουν το διαφορετικό δείγμα ανάμεσα σε τρία δείγματα, δύο από τα οποία είναι πανομοιότυπα.

### ● Δοκιμή Ζεύγους (Paired Comparison Test):

- Οι συμμετέχοντες συγκρίνουν δύο δείγματα για μια συγκεκριμένη ιδιότητα και δηλώνουν ποιο από τα δύο έχει την εντονότερη ιδιότητα.

## Προετοιμασία και Διεξαγωγή:

### 1. Επιλογή και Εκπαίδευση Δοκιμαστών:

- Οι δοκιμαστές πρέπει να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένοι ώστε να αξιολογούν σωστά τις αισθητηριακές ιδιότητες.

## 2. Περιβάλλον Δοκιμών:

- Οι δοκιμές πρέπει να διεξάγονται σε περιβάλλοντα που είναι απαλλαγμένα από οσμές, θόρυβο και άλλους παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν τα αποτελέσματα.

## 3. Παρουσίαση Δειγμάτων:

- Τα δείγματα πρέπει να παρουσιάζονται με τυχαία σειρά και να έχουν ομοιόμορφη εμφάνιση για να αποφεύγονται οι προκαταλήψεις.

## Εργαλεία και Τεχνικές:

### ● Γλωσσολογική Ανάλυση:

- Χρησιμοποιείται για την περιγραφή των αισθητηριακών ιδιοτήτων με συγκεκριμένους όρους.

### ● Στατιστική Ανάλυση:

- Η ανάλυση των αποτελεσμάτων πραγματοποιείται με στατιστικές μεθόδους για την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων.

## ISO 8586:2012

- Το πρότυπο για την εκπαίδευση και την επιλογή των αισθητηριακών αξιολογητών.

Ο οργανοληπτικός έλεγχος μπορεί να συνδυαστεί με διπαραγοντικά πειράματα (full factorial experiments) για να μελετηθεί η επίδραση δύο παραγόντων στις αισθητηριακές ιδιότητες ενός προϊόντος. Αυτός ο συνδυασμός επιτρέπει την ανάλυση της κύριας επίδρασης κάθε παράγοντα, καθώς και των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραγόντων.

## Σχεδιασμός και Διεξαγωγή Διπαραγοντικού Οργανοληπτικού Ελέγχου

### 1. Επιλογή Παραγόντων και Επιπέδων:

- Καθορίστε τους δύο παράγοντες που θέλετε να μελετήσετε (π.χ. θερμοκρασία ψησίματος και ποσότητα αλατιού).
- Καθορίστε τα επίπεδα για κάθε παράγοντα (π.χ. θερμοκρασία ψησίματος: 150°C, 200°C, 250°C και ποσότητα αλατιού: 0.5%, 1%, 1.5%).

### 2. Δημιουργία Πειραματικού Σχεδιασμού:

- Συνδυάστε τα επίπεδα των δύο παραγόντων για να δημιουργήσετε όλους τους δυνατούς συνδυασμούς.
- Για παράδειγμα, αν έχετε δύο παράγοντες με τρία επίπεδα ο καθένας, θα έχετε  $3 \times 3 = 9$  συνδυασμούς.

### 3. Προετοιμασία Δειγμάτων:

- Προετοιμάστε τα δείγματα σύμφωνα με τους συνδυασμούς των επιπέδων των παραγόντων.
- Διασφαλίστε ότι όλα τα δείγματα είναι ομοιόμορφα και έτοιμα για αξιολόγηση.

### 4. Διεξαγωγή Οργανοληπτικού Ελέγχου:

- Χρησιμοποιήστε εκπαιδευμένους δοκιμαστές για την αξιολόγηση των αισθητηριακών ιδιοτήτων των δειγμάτων.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθούν διάφορες μέθοδοι αξιολόγησης, όπως περιγραφικές δοκιμές, δοκιμές αποδοχής ή δοκιμές προτίμησης.

### 5. Συλλογή και Καταγραφή Δεδομένων:

- Συλλέξτε τις αξιολογήσεις των δοκιμαστών για κάθε συνδυασμό παραγόντων.
- Καταγράψτε τα δεδομένα με ακρίβεια για περαιτέρω ανάλυση.

## Στατιστική Ανάλυση των Δεδομένων

### 1. Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA):

- Χρησιμοποιήστε ανάλυση διακύμανσης για να εξετάσετε την κύρια επίδραση κάθε παράγοντα και την αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων στις αισθητηριακές ιδιότητες.
- Για παράδειγμα, η ANOVA μπορεί να δείξει αν η θερμοκρασία ψησίματος και η ποσότητα αλατιού έχουν σημαντική επίδραση στη γεύση ή στην υφή του προϊόντος.

### 2. Ανάλυση Αλληλεπίδρασης:

- Αναλύστε την αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων για να κατανοήσετε πώς η συνδυασμένη επίδραση των δύο παραγόντων επηρεάζει τις αισθητηριακές ιδιότητες.
- Για παράδειγμα, μπορεί να διαπιστώσετε ότι η επίδραση της θερμοκρασίας ψησίματος στην υφή του προϊόντος εξαρτάται από την ποσότητα αλατιού.

### 3. Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA) και Πολυδιάστατη Ανάλυση Κλιμάκωσης (MDS):

- Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε αυτές τις μεθόδους για να οπτικοποιήσετε τα δεδομένα και να αναγνωρίσετε τις κύριες συνιστώσες ή τις ομοιότητες μεταξύ των δειγμάτων.

## Κεφάλαιο 3. Μεθοδολογία

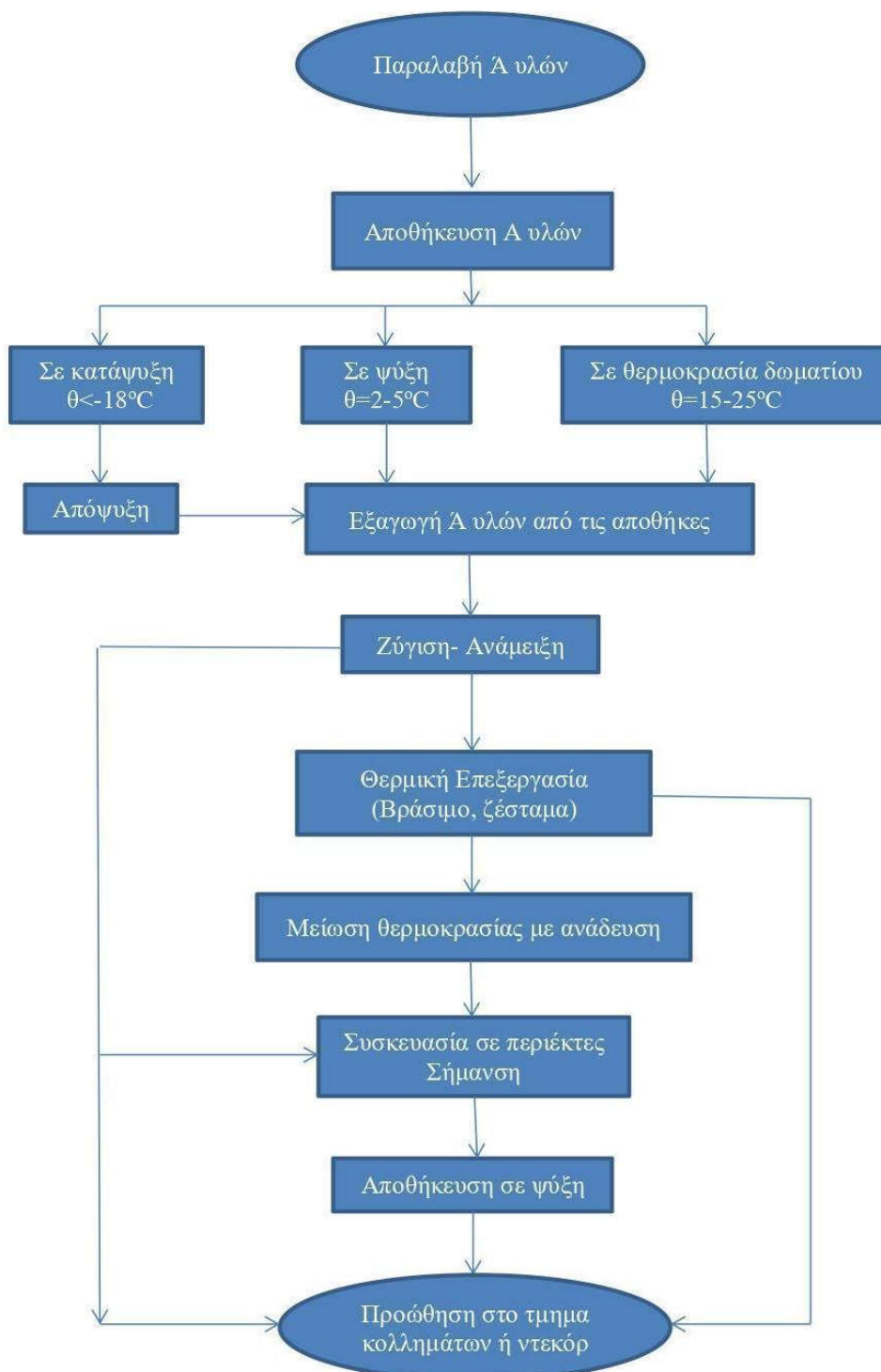
### 3.1 Σκοπός και παρουσίαση βιομηχανικής διαδικασίας

Η εξασφάλιση της ποιότητας των παραγόμενων προϊόντων αποτελεί κρίσιμο σημείο που μπορεί να προσφέρει ανταγωνιστικό πλεονέκτημα σε μια επιχείρηση, μιας και η ποιότητα των προϊόντων, καθώς και η τιμή τους, θεωρούνται από τα βασικότερα κριτήρια με βάση τα οποία οι καταναλωτές επιλέγουν μεταξύ ομοειδών προϊόντων.

Στόχος της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εφαρμογή στατιστικών μεθόδων ελέγχου ποιότητας, και ειδικότερα διαγραμμάτων ελέγχου για μεταβλητές, για την παρακολούθηση της παραγωγικής διαδικασίας σε μια εταιρία παραγωγής κατεψυγμένων γλυκών.

Η εταιρεία αυτή εδρεύει στην Αττική και δραστηριοποιείται τόσο στο εσωτερικό της Ελλάδας, όσο και στο εξωτερικό, σε Αμερική, Ευρώπη και Αφρική. Η εταιρεία ακολουθεί τα πρότυπα ISO ISO 9001:2015, ISO 22000:2018 και BRC όπως αναλύθηκαν προηγουμένως.

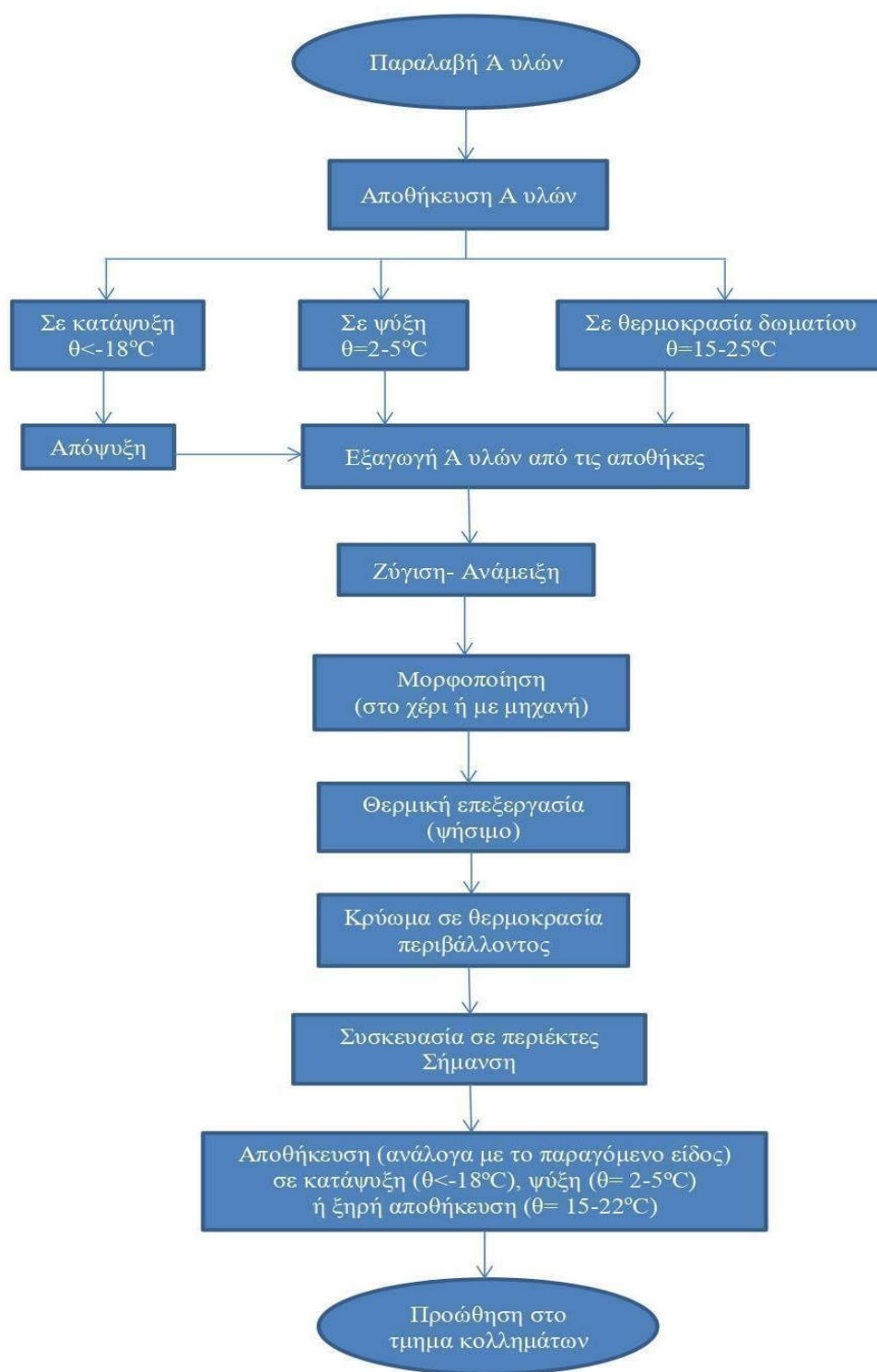
Η εταιρία δεν επιθυμεί τη συμμετοχή της στην παρούσα διπλωματική, συνεπώς χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία με βάση την εμπειρία μου στην εταιρία και τα πειράματα δεν είναι πραγματικά αλλά θεωρητικά. Κατά την παραγωγική διαδικασία και ακολουθώντας τις προϋποθέσεις των πιστοποιήσεων έχει χτίσει μία ακολουθία διαδικασιών για την παραγωγή κατεψυγμένων γλυκών, τη συντήρηση και την διακίνησή τους. Η διαδικασίες αυτές παρουσιάζονται με διαγράμματα ροής.



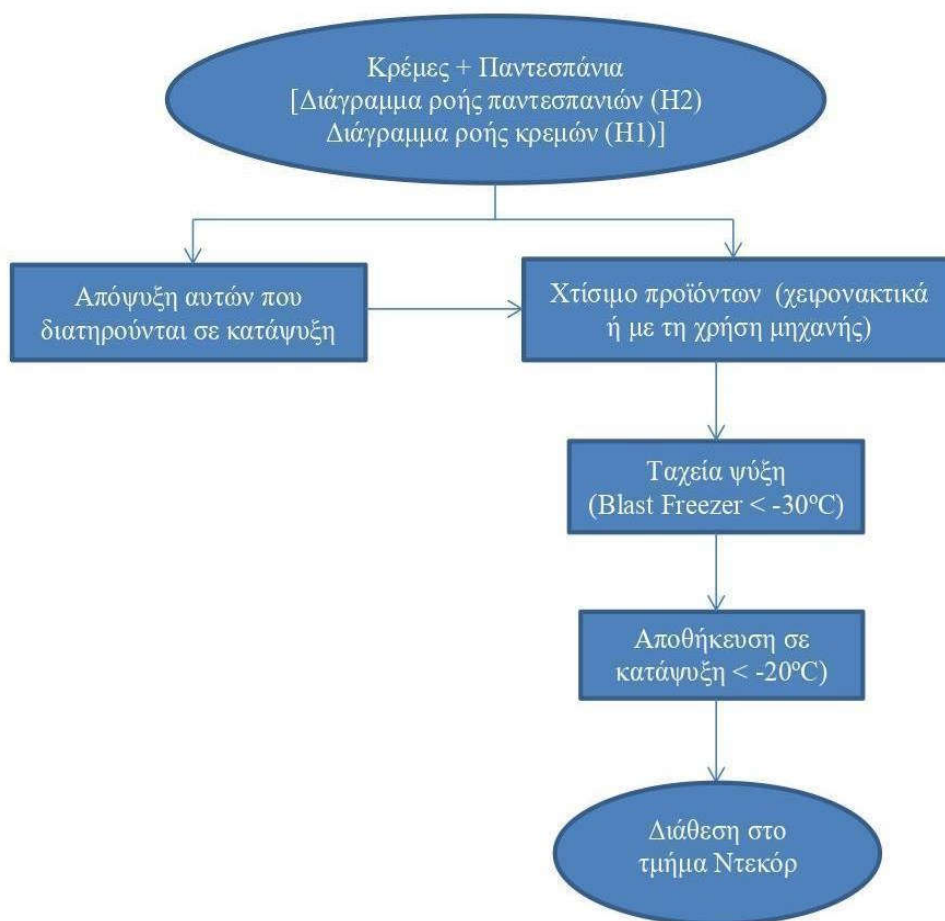
Διάγραμμα ροής παραγωγής ζεστών και κρύων κρεμών (H1)

Σχήμα 3.1.1 Διάγραμμα ροής παραγωγής ζεστών και κρύων κρεμών (H1)

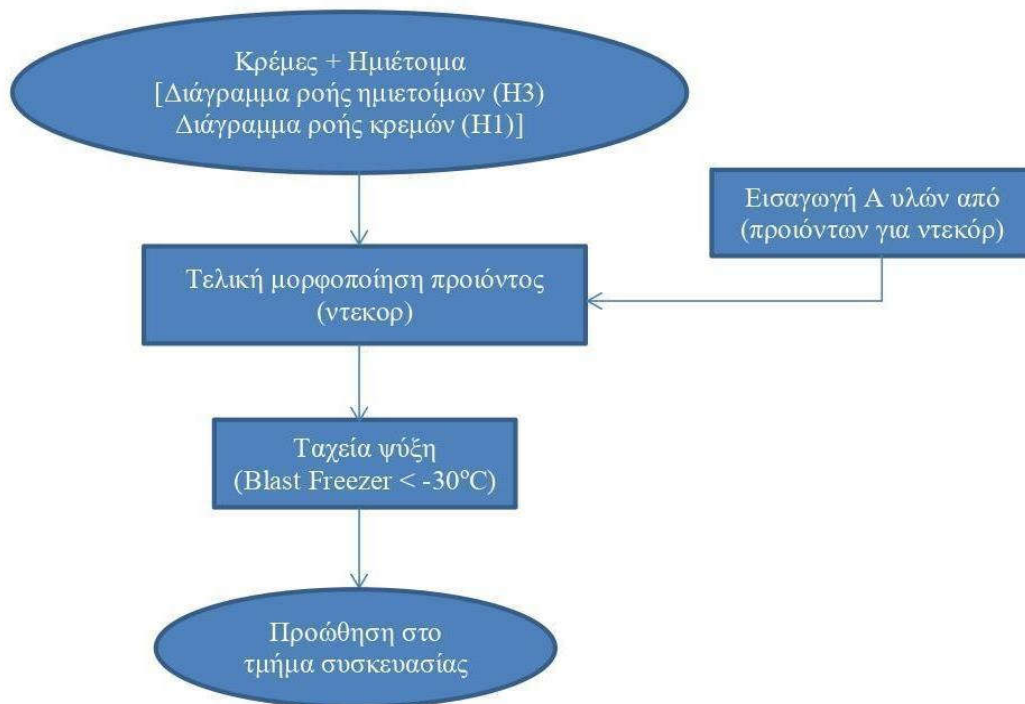




Σχήμα 3.1.2 Διάγραμμα ροής παραγωγής παντεσπανιών (H2)

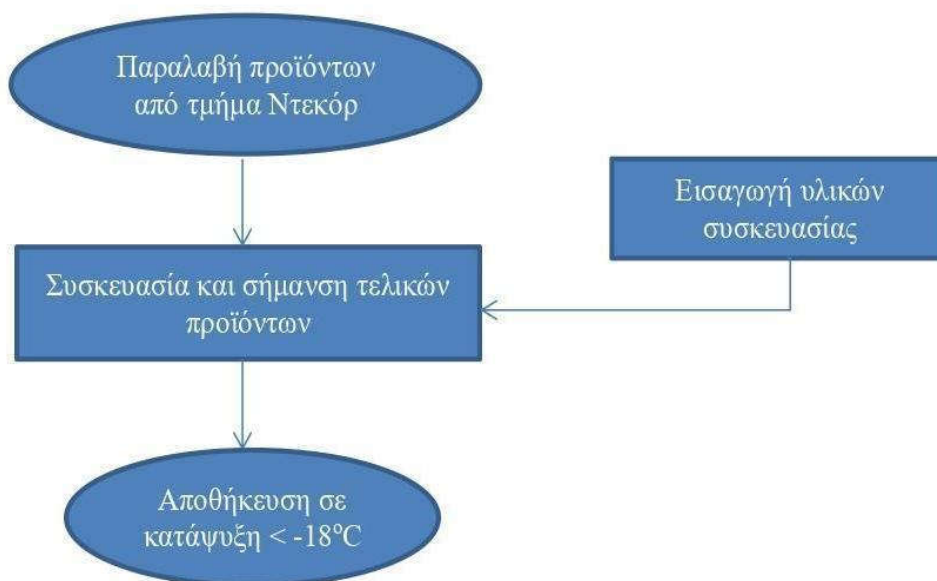


Σχήμα 3.1.3.1 Διάγραμμα ροής παραγωγής ημιέτοιμων (H3)



Διάγραμμα ροής παραγωγής τμήματος Ντεκόρ

Σχήμα 3.1.3.2 Διάγραμμα ροής παραγωγής τμήματος Ντεκόρ



Σχήμα 3.1.4 Διάγραμμα ροής παραγωγής τμήματος συσκευασίας

Μια σειρά ελέγχων, σε διαφορετικά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας εφαρμόζεται για τον έλεγχο και την εξασφάλιση της ποιότητας των προϊόντων:

1. Κατά την παραλαβή των πρώτων υλών: έλεγχος μέσων μεταφοράς, θερμοκρασίας προϊόντος κατά την παραλαβή, εξωτερική και εσωτερική εμφάνιση, οργανοληπτικά χαρακτηριστικά πρώτων υλών (όπου αυτό είναι εφικτό)
2. Ενδιάμεσα στάδια:
  - Έλεγχος θερμοκρασίας με λήψη μετρήσεων ανά μία ώρα:
    - a. των παντεσπανιών μετά το ψήσιμο και την κατάψυξη
    - b. των κρεμών πριν την τοποθέτηση επάνω στα παντεσπάνια

- c. ημιέτοιμου προϊόντος κατά την έξοδο από την κατάψυξη, πριν την επικάλυψη του (ντεκόρ), πριν την είσοδο του τελικού προϊόντος στην κατάψυξη
- Έλεγχος βάρους με λήψη μετρήσεων ανάλογα με την ποσότητα των παραγόμενων προϊόντων (με βάση την εντολή παραγωγής)
  - a. των παντεσπανιών
  - b. ημιέτοιμου προϊόντος μετά την προσθήκη κρεμών επάνω στα παντεσπάνια
  - c. ημιέτοιμου προϊόντος μετά την επικάλυψη του (ντεκόρ)

Ως μεταβλητή ενδιαφέροντος στην προκειμένη περίπτωση επιλέχθηκε το καθαρό βάρος του τελικού προϊόντος, για δύο διαφορετικά προϊόντα της εταιρίας, μιας και η μεταβλητή αυτή αντικατοπτρίζει την αντικειμενική ομοιομορφία των προϊόντων που γίνονται διαθέσιμα στους καταναλωτές, αλλά και λόγους διευκόλυνσης της δειγματοληπτικής διαδικασίας, μιας και πρόκειται για μη καταστροφικό έλεγχο.

### **3.2 Προδιαγραφές ποιότητας προσυσκευασμένων προϊόντων**

Με βάση με τις τρέχουσες βιομηχανικές πρακτικές, για προϊόντα τα οποία ζυγίζονται, το όριο στόχος είναι η διατήρηση της διακύμανσης μεταξύ του 5 και 10% της ονομαστικής ποσότητας προϊόντος.

Παράλληλα, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, η αγοραπωλησία προπαρασκευασμένων προϊόντων θα πρέπει να γίνεται με βάση την καθαρή ποσότητα περιεχομένου, μη υπολογίζοντας πρόσθετα μέσα συσκευασίας (ΦΕΚ 2983/Β` 30.7.2017).

Τυχόν αποκλίσεις από την αναγραφόμενη ένδειξη όγκου ή μάζας θα πρέπει να βρίσκονται εντός ορισμένων ορίων.

- Στην περίπτωση προσυσκευασμένων προϊόντων που φέρουν τη σήμανση «e» το πραγματικό περιεχόμενο των προσυσκευασιών δεν πρέπει να είναι κατώτερο κατά μέσο όσο από την ονομαστική ποσότητα, ενώ το ποσοστό των προσυσκευασιών με

αρνητικό σφάλμα ίσο ή ανώτερο του μέγιστου ανεκτού σφάλματος πρέπει να είναι αρκετά μικρό, και σε καμία περίπτωση μεγαλύτερο του διπλάσιου του μέγιστου ανεκτού σφάλματος

Ονομαστική ποσότητα του προϊόντος (Qn) σε γραμμάρια ή χιλιοστόλιτρα (g ή ml)	Μέγιστα ανεκτά σφάλματα	
	% του Qn	g ή ml
5-50	9	
50-100		4,5
100-200	4,5	
200-300		9
300-500	3	
500-100		15
1.000-10.000	1,5	

**Πίνακας 3.2.1 Μέγιστα ανεκτά σφάλματα ανά ποσότητα προϊόντος για προσυσκευασμένα προϊόντα που φέρουν τη σήμανση «e»**

Αντίστοιχα, στην περίπτωση προσυσκευασμένων προϊόντων που δεν φέρουν τη σήμανση «e» το πραγματικό περιεχόμενο των προσυσκευασίων πρέπει να είναι κατά μέσο τουλάχιστον ίσο με την ονομαστική ποσότητα, ενώ καμία συσκευασία δεν επιτρέπεται να έχει αρνητικό σφάλμα ανώτερο του μέγιστου ανεκτού σφάλματος.

Ονομαστική ποσότητα του προϊόντος (Qn)	Μέγιστα ανεκτά σφάλματα
--	-------------------------

σε γραμμάρια ή χιλιοστόλιτρα (g ή ml)	% του Qn	g ή ml
0-50	9	
50-100		4,5
100-200	4,5	
200-300		9
300-500	3	
500-1000		15
1.000-10.000	1,5	
10.000-15.000		150
>15.000	1	

**Πίνακας 3.2.2 Μέγιστα ανεκτά σφάλματα ανά ποσότητα προϊόντος για προσυσκευασμένα προϊόντα που δεν φέρουν τη σήμανση «e»**

Επιπλέον, στην περίπτωση μη καταστροφικού ελέγχου, ορίζεται ο αριθμός των συσκευασιών ανά παρτίδα που θα πρέπει να ελέγχονται στις εγκαταστάσεις του παραγωγού/συσκευαστή ή εισαγωγέα/διανομέα.

- Για μέχρι 100 προσυσκευασίες ανά παρτίδα: Έλεγχος όλων των δειγμάτων
- Για 100-500 προσυσκευασίες ανά παρτίδα: Έλεγχος 50 δειγμάτων
- Για 500-3200 προσυσκευασίες ανά παρτίδα: Έλεγχος 80 δειγμάτων
- Για 3200 και άνω προσυσκευασίες ανά παρτίδα: Έλεγχος 125 δειγμάτων

### 3.3 Συλλογή δεδομένων

Στόχος της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι η εφαρμογή στατιστικών ελέγχων ποιότητας σε μία πάστα σοκολάτας και μία τούρτα σοκολάτας για την εξασφάλιση της παραγωγής προϊόντων με καθορισμένες προδιαγραφές, και τον εντοπισμό πιθανών σημείων εκτός στατιστικού ελέγχου, τα οποία συνεπάγονται ποιοτικές αποκλίσεις στο τελικό προϊόν.

Το πρώτο προϊόν αφορά μια πάστα σοκολάτας που παρασκευάζεται από παντεσπάνι, κρέμα μους σοκολάτα και επικάλυψη γκανάζ σοκολάτας. Κάθε συσκευασία περιέχει 12 τεμάχια, με ονομαστικό βάρος τεμαχίου τα 150g, και κατά συνέπεια το τελικό καθαρό βάρος προϊόντος στη συσκευασία αναμένεται να είναι 1800g (150g\*12).

Το δεύτερο προϊόν αφορά μια στρογγυλή τούρτα σοκολατίνας με παρόμοια περιγραφή με την παραπάνω πάστα. Σε αυτή την περίπτωση ωστόσο το τελικό προϊόν περιλαμβάνει 1 τεμάχιο, βάρους 1100g.

Λαμβάνοντας υπόψιν τις βιομηχανικές πρακτικές (το τελικό προϊόν να μην αποκλίνει περισσότερο του 5-10% του βάρους του προϊόντος) αλλά και της νομοθεσίας (απόκλιση βάρους το πολύ της τάξης του 1.5%, μιας και το τελικό βάρος των προϊόντων ενδιαφέροντος είναι άνω των 1000g και κάτω των 10000g), είναι επιθυμητό οι μέσες τιμές βάρους των δύο γλυκών παρασκευασμάτων να συμμορφώνονται με τα παρακάτω εύρη τιμών:

Προϊόν	Τούρτα σοκολατίνα	Πάστα σοκολατίνα
Ονομαστικό βάρος	1100	1800
5% όριο	1045-1155	1710-1890
10% όριο	990-1210	1620-1980
1.5% όριο	1083,5-1116,5	1773-1827



### Πίνακας 3.3.1 Εύρη τιμών συμμόρφωσης με νομοθεσία και βιομηχανικές πρακτικές σχετικά με βάρη τούρτας και πάστας

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση ζυγού Kern ακριβείας EMS 6K0.1 με ικανότητα ζύγισης 6kg και υποδιαίρεση 0,1g. Ο ζυγός βαθμονομείται μια φορά το χρόνο από εξωτερικό συνεργάτη και μια φορά το μήνα από την εταιρεία.



Εικόνα 3.3.1 Σταθμισμένος ζυγός μέτρησης βαρών

Τέλος, η επεξεργασία δεδομένων και η δημιουργία των διαγραμμάτων ελέγχου πραγματοποιήθηκε με το στατιστικό πακέτο MINITAB έκδοση XX

.

## 3.4 Πλήρη παραγοντικά πειράματα

Σχεδιασμός πειράματος για Παντεσπάνι τσέρκι 20cm

Με βάση τη συνταγή έχουμε:

- χρόνο ανάδευσης: 15 λεπτά
- χρόνος ψησίματος: 30 λεπτά

Ο Στόχος είναι η μείωση του κόστους παραγωγής ενός παντεσπανιού, επικεντρώνοντας στο συνδυασμό χρόνου ψησίματος και χρόνου ανάδευσης με τα βέλτιστα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά.

Αξιολόγηση των δειγμάτων μέσω οργανοληπτικού έλεγχου.

Παράγοντες και επίπεδα

Χρόνος ανάδευσης: 5, 10 15 λεπτά

Χρόνος ψησίματος: 20, 25, 30 λεπτά

Χρησιμοποιούμε ένα πλήρες παραγοντικό πείραμα  $3^3$ , το οποίο περιλαμβάνει 9 διαφορετικούς συνδυασμούς παραγόντων και επιπέδων.

Εκτέλεση πειράματος

1. Παρασκευή δειγμάτων

παρασκευάσαμε 9 δειγματοληπτικά παντεσπάνια σύμφωνα με τους συνδέσμους χρόνος ανάδευσης κ χρόνος ψησίματος

A: χρόνος ανάδευσης 5 λεπτά, χρόνος ψησίματος 20 λεπτά,

B: χρόνος ανάδευσης 5 λεπτά, χρόνος ψησιματος25 λεπτά,

Γ: χρόνος ανάδευσης 5 λεπτά, χρόνος ψησίματος 30 λεπτά,

Δ: χρόνος ανάδευσης 10 λεπτά, χρόνος ψησιματος20 λεπτά,

E: χρόνος ανάδευσης 10 λεπτά, χρόνος ψησιματος25 λεπτά,

ΣΤ: χρόνος ανάδευσης 10λεπτα, χρόνος ψησίματος 30 λεπτά,

Z: χρόνος ανάδευσης 15 λεπτά, χρόνος ψησιματος20 λεπτά,

H: χρόνος ανάδευσης 15 λεπτά, χρόνος ψησιματος25 λεπτά,

Θ: χρόνος ανάδευσης 15 λεπτά, χρόνος ψησίματος 30 λεπτά)

‘Όλες οι υπόλοιποι παράμετροι ήταν σταθεροί (συστατικά, ποσότητες, θερμοκρασία ψησίματος)

2. Οργανοληπτικός έλεγχος δειγμάτων και καταγραφή αποτελεσμάτων

α. προετοιμασία δειγμάτων (ανακάτεμα κ αρίθμηση δειγμάτων)

β. επιλογή ομάδας δοκιμαστών, 4 συνολικά άτομα (ένα άτομο του ποιοτικού ελεγχου (1), ένα άτομο της παραγωγής (2), ένα άτομο της διοίκησης (3) κ ο υπεύθυνος παραγωγής (4))

γ. προετοιμασία χώρου δοκίμων (καθαρός χώρος χωρίς θορύβους και οσμές, παρέχεται κράκερ και νερό για τον καθαρισμό του ουρανίσκου των δοκιμαστών)

δ. παρουσίαση δειγμάτων

ε. αξιολόγηση δειγμάτων ως προς τη γεύση, υφή, εμφάνιση και οσμή (αν μυρίζει ανγό) τελικού προϊόντος, βαθμολογία από το 0 έως το 7, με το 0 να είναι πολύ κακή και 7 αρίστη

### 3. Συλλογή δεδομένων

ΔΕΙΓΜΑ	ΣΚΟΡ 2	ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ
A	3,5	20	5
B	4,0625	20	10
Γ	5,1875	20	15
Δ	5,8125	25	5
E	6,625	25	10
Z	5,375	25	15
H	5,8125	30	5
Θ	6,4375	30	10
ΣΤ	6,25	30	15

**Πίνακας 3.4.1 Πίνακας συλλογής δεδομένων ως προς χρόνο ψησίματος και ανάδευσης**

ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 1						ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 2					
ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ
A	3	3	4	4	14	A	3	3	3	3	12
B	4	4	4	5	17	B	3	3	3	4	13
Γ	4	5	5	6	20	Γ	5	5	4	6	20
Δ	6	5	6	6	23	Δ	6	5	6	5	22
E	6	7	7	7	27	E	7	6	7	6	26
ΣΤ	7	5	5	7	24	ΣΤ	6	6	6	7	25
Z	5	5	5	6	21	Z	6	5	5	6	22
H	5	6	6	6	23	H	6	6	6	6	24
Θ	6	6	7	7	26	Θ	7	6	6	7	26
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 3						ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 4					
ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ
A	4	3	4	3	14	A	4	4	4	4	16
B	5	3	4	5	17	B	5	4	4	5	18
Γ	6	5	5	6	22	Γ	5	5	5	6	21
Δ	5	5	6	5	21	Δ	7	7	6	7	27
E	7	6	7	6	26	E	7	7	7	6	27
ΣΤ	6	6	6	7	25	ΣΤ	7	6	6	7	26
Z	5	5	5	5	20	Z	6	5	6	6	23
H	6	5	5	6	22	H	6	6	6	6	24
Θ	6	6	6	7	25	Θ	7	6	6	7	26

**Πίνακας 3.4.2 Πίνακες αξιολογήσεων δοκιμαστών ως προς υφή, εμφάνιση, οσμή**

## Κεφάλαιο 4. Αποτελέσματα

Στην ενότητα των αποτελεσμάτων θα παρουσιαστεί πρώτα η ανάλυση των μετρήσεων των προϊόντων σύμφωνα με το βάρος τους και στην συνέχεια θα αναλυθεί με πλήρη παραγοντικά πειράματα το κόστος παραγωγής και τα παράπονα των πελατών.

Αρχικά, ακολουθούν τα διαγράμματα ποιότητας για τα δύο προϊόντα, τα οποία βασίζονται σε 50 μετρήσεις ανά προϊόν. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο φάσεις. Στη πρώτη φάση, Φάση I, λήφθηκαν 20 μετρήσεις, οι οποίες θα χρησιμεύσουν ως τα ιστορικά δεδομένα της ανάλυσης, ενώ στη δεύτερη, Φάση II, λήφθηκαν 30 νέες μετρήσεις, οι οποίες θα αποτελέσουν τα δεδομένα για την πραγματοποίηση του στατιστικού ελέγχου. Τελικό στόχος είναι ο εντοπισμός ειδικών αιτιών που πιθανόν θέτουν την παραγωγική διαδικασία εκτός στατιστικού ελέγχου.

### 4.1 Στατιστικός έλεγχος ποιότητας πάστας σοκολάτας

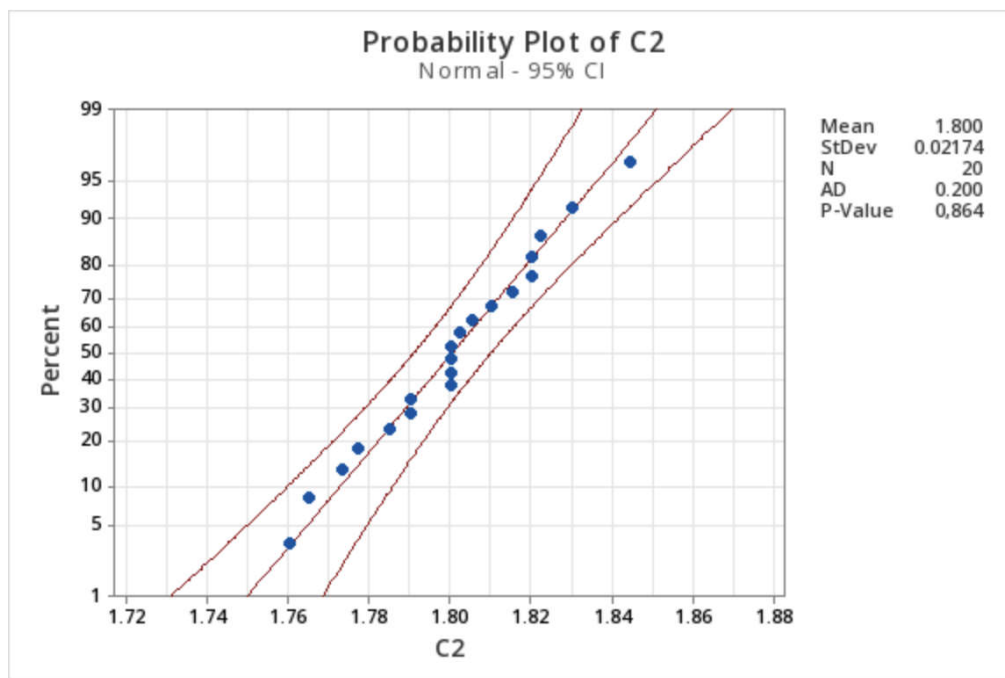
Στην περίπτωση της πάστας σοκολάτας, η ονομαστική ποσότητα ανά τεμάχιο αντιστοιχεί σε 150g προϊόντος. Δεδομένου ότι κάθε συσκευασία περιλαμβάνει 12 τεμάχια, το τελικό βάρος του προϊόντος ανάγεται στα 1800g (ή 1,8kg).

#### 4.1.1 Έλεγχος κανονικότητας ιστορικών δεδομένων

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε έλεγχος της κανονικότητας των 20 πρώτων μετρήσεων (ιστορικά δεδομένα), τόσο στατιστικά όσο και γραφικά.

Όπως προκύπτει από το αντίστοιχο Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας (Normal Probability Plot), όλες οι παρατηρήσεις βρίσκονται εντός των γραμμών που αντιστοιχούν στα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης της κανονικής κατανομής, ενώ παράλληλα ο έλεγχος Anderson-Darling επιστρέφει επίπεδο σημαντικότητας (p-value) ίσο με 0,864 (μεγαλύτερο του 0.05), υποστηρίζοντας την απουσία επαρκών στοιχείων για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης

(Σχήμα 1). Συνεπώς μπορούμε να συμπεράνουμε ότι τα δεδομένα που ελήφθησαν προσεγγίζονται από την κανονική κατανομή. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για τις 20 ιστορικές αυτές μετρήσεις, το μέσο βάρος είναι 1.800 g με τυπική απόκλιση 0,02 g.

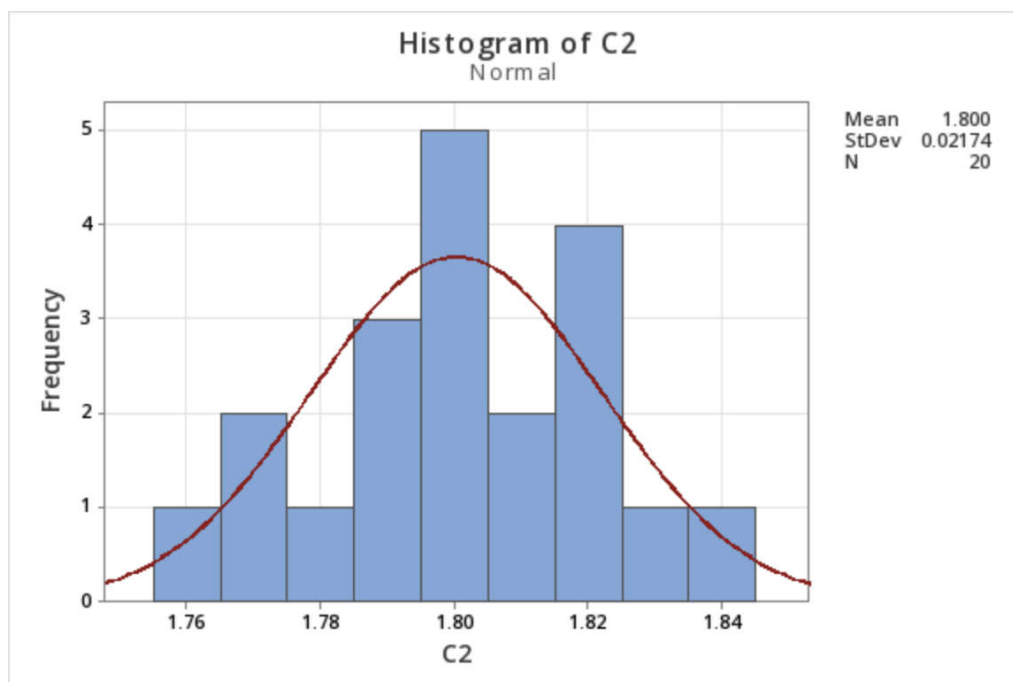


**Σχήμα 4.1.1.1 Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα ιστορικά δεδομένα των μετρήσεων για την Πάστα Σοκολατίνας**

[Βήματα στο minitab: Graph>Normal Probability Plot>Single

όπου ως Graph Variables χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που αντιστοιχούν στις 20 πρώτες μετρήσεις]

Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγουμε παρατηρώντας και το αντίστοιχο ιστόγραμμα που παρουσιάζει τη συχνότητα των τιμών βάρους για τις πρώτες 20 μετρήσεις (Σχήμα 2).



**Σχήμα Σχήμα 4.1.1.2 Ιστογράμμο ιστορικών δεδομένων για την Πάστα Σοκολατίνας**

[Βήματα στο minitab: Graph>Gistogram>With fit]

#### 4.1.2 Έλεγχος αυτοσυσχέτισης ιστορικών δεδομένων

Επιπλέον, πριν την κατασκευή του διαγράμματος ελέγχου ΔΕ Ι (μεμονωμένων παρατηρήσεων), πραγματοποιήθηκε έλεγχος αυτοσυσχέτισης των δεδομένων που συγκεντρώθηκαν στις 20 πρώτες μετρήσεις, για το εντοπισμό τυχόν επίδρασης της σειράς δειγματοληψίας στις μετρήσεις, κάτι που θα απαιτούσε επιλογή καταλληλότερου διαγράμματος ελέγχου. Από τον αντίστοιχο μη παραμετρικό έλεγχο, η p-value είναι ίση με 0.963 (μεγαλύτερη του 0,05), κι επομένως δεν υπάρχουν επαρκή δεδομένα για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης (ότι δηλαδή η σειρά των δεδομένων είναι τυχαία).

Descriptive Statistics		
		Number of Observations

N	K	$\leq K$	$> K$
20	1,8004	11	9

K = sample mean

---

**Test**

Null hypothesis ( $H_0$ ): The order of the data is random

Alternative hypothesis ( $H_1$ ): The order of the data is not random

Number of Runs		
Observed	Expected	P-Value
11	10,90	0,963

The p-value may not be accurate for samples with fewer than 11 observations above K or fewer than 11 below.

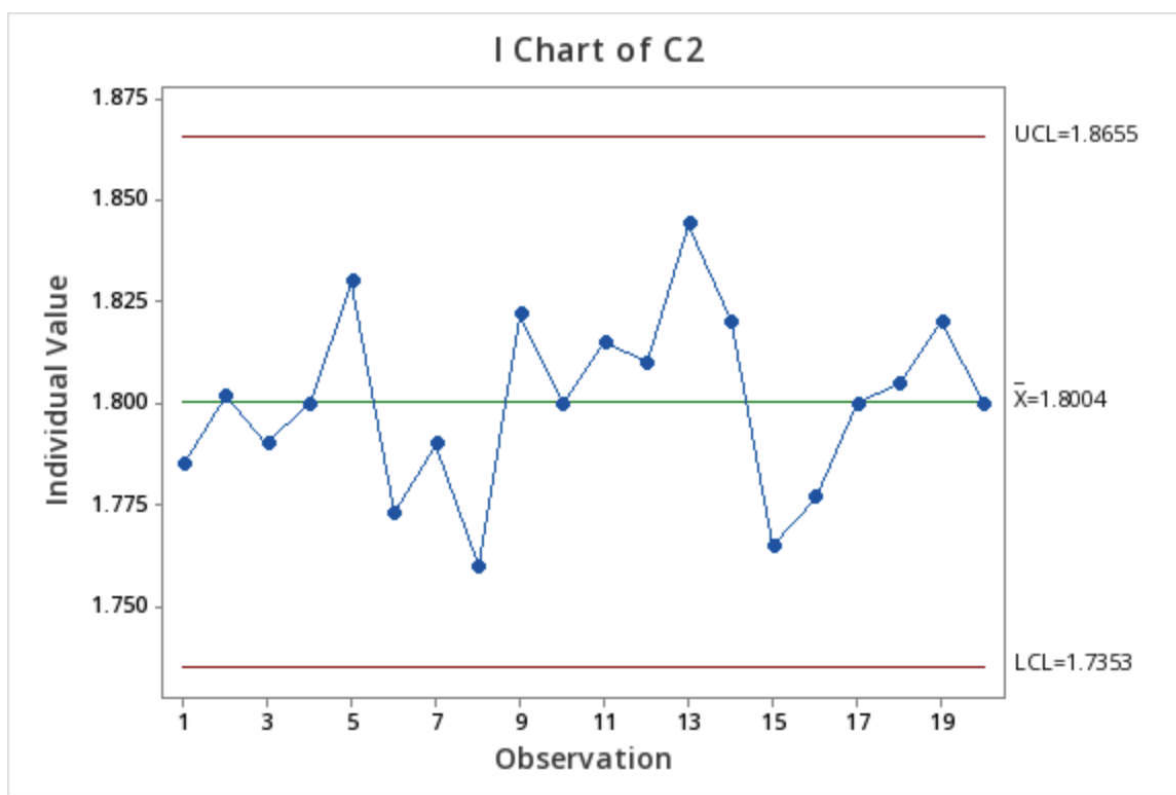
[Βήματα στο minitab: Stat>Nonparametrics>Runs Test]

#### Πίνακας 4.1.2.1 Descriptive statistics για την αυτοσυσχέτιση ιστορικών δεδομένων

### 4.1.3 Διαγράμματα ελέγχου ποιότητας ιστορικών δεδομένων

Έχοντας επιβεβαιώσει με τους παραπάνω ελέγχους ότι τα δεδομένα προσεγγίζονται από την κανονική κατανομή, ενώ δεν υπάρχουν ενδείξεις αυτοσυσχέτισης, ακολουθεί η δημιουργία του ΔΕ I, όπου αποτυπώνονται ως μεμονωμένα σημεία οι 20 μετρήσεις που λήφθηκαν στη φάση I, περιβαλλόμενες από το ανώτατο και κατώτατο όριο που προκύπτει από αυτές.





**Σχήμα 4.1.3.1 ΔΕ Ι για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12\*150g) – Ιστορικά δεδομένα (Φάση Ι)**

[Βήματα στο minitab: Stat>Control Charts>Variable Charts for Individuals>Individuals, όπου ως Variables εισάγονται τα δεδομένα της Φάσης Ι, ενώ στο πεδίο I chart options επιλέγεται «Preform all tests for special causes»]

Σύμφωνα με αυτό το διάγραμμα, το ανώτερο όριο ελέγχου (UCL) είναι ίσο με 1,8655 ενώ το κατώτερο όριο ελέγχου (LCL) με 1,73753. Αυτές οι τιμές και τα όρια ακολουθούν τις σχέσεις:

$$AOE = \mu_w + k\sigma_w \quad (4)$$

$$ΚΓ = \mu_w \quad (5)$$

$$ΚΟΕ = \mu_w - k\sigma_w \quad (6)$$

AOE : Ανώτερο όριο ελέγχου (upper control limit, UCL).

ΚΓ (CL): (Central Line)

KOE: Κατώτερο όριο ελέγχου or UCL (Lower Control Limit)

Ακόμη, παρατηρούμε ότι η φάση αυτή βρίσκεται εντός στατιστικού ελέγχου, μιας και κανένα σημείο δεν βρίσκεται εκτός των ορίων ελέγχου, με τη μέση τιμή να είναι ίση με 1,8004. Τέλος, παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία που αφορούν τις ιστορικές μετρήσεις, οι οποίες θα αποτελέσουν το πρότυπο για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ελέγχου των δεδομένων του 2<sup>ου</sup> σταδίου.

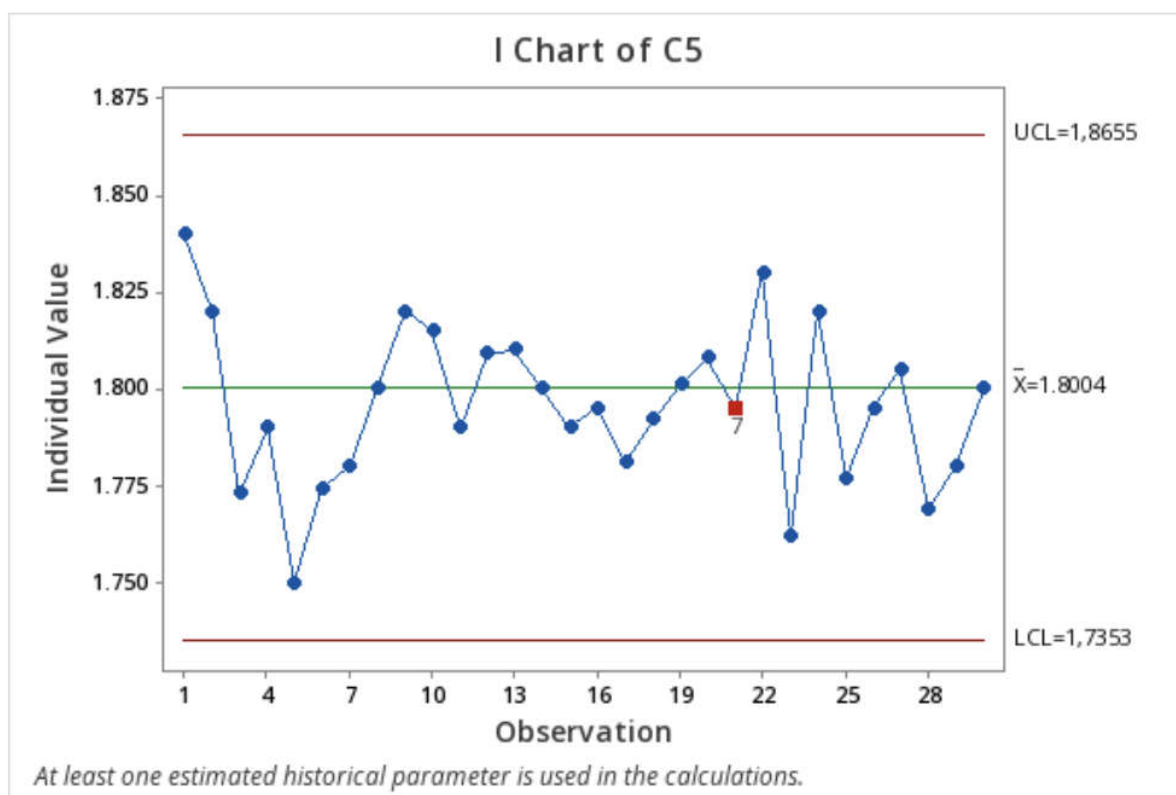
Statistics										
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
C2	20	0	1.8004	0.00486	0.0217	1.7600	1.7862	1.8000	1.8188	1.8440

[Βήματα στο minitab: Stat>Basic Statistics>Display Descriptive Statistics]

**Πίνακας 4.3.1.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία ιστορικών μετρήσεων ως πρότυπο για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ελέγχου του 2<sup>ου</sup> σταδίου.**

Βασιζόμενοι στις παραμέτρους που υπολογίστηκαν κατά τη Φάση I (όρια ελέγχου, τυπική απόκλιση και μέση τιμή), επόμενος στόχος είναι ο έλεγχος του αν οι μετρήσεις της Φάσης II παραμένουν εντός στατιστικού ελέγχου.

Παρότι στο ΔΕ I που προκύπτει από τα δεδομένα της Φάσης II (Σχήμα 4.1.3.2) δεν υπάρχει κάποιο στοιχείο που να βρίσκεται εκτός των ορίων ελέγχου, παρατηρούμε ότι η 21<sup>η</sup> μέτρηση οδηγεί σε αποτυχία στο κριτήριο 7 (15 σημεία εντός μίας τυπικής απόκλισης από την κεντρική γραμμή, πάνω και κάτω της κεντρικής γραμμής).



#### Σχήμα 4.1.3.2 ΔΕ I για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12\*150g) – Φάση II

[Βήματα στο minitab: Stats>Control Charts>Variables Charts for Individuals,

όπου ως Variables εισάγονται οι μετρήσεις της Φάσης II, ενώ στο πεδίο I chart options εισάγονται οι τιμές των mean, standard deviation, UCL και LCL όπως προέκυψαν από τη Φάση I. Ακόμη επιλέγεται Permorn all tests for special causes]

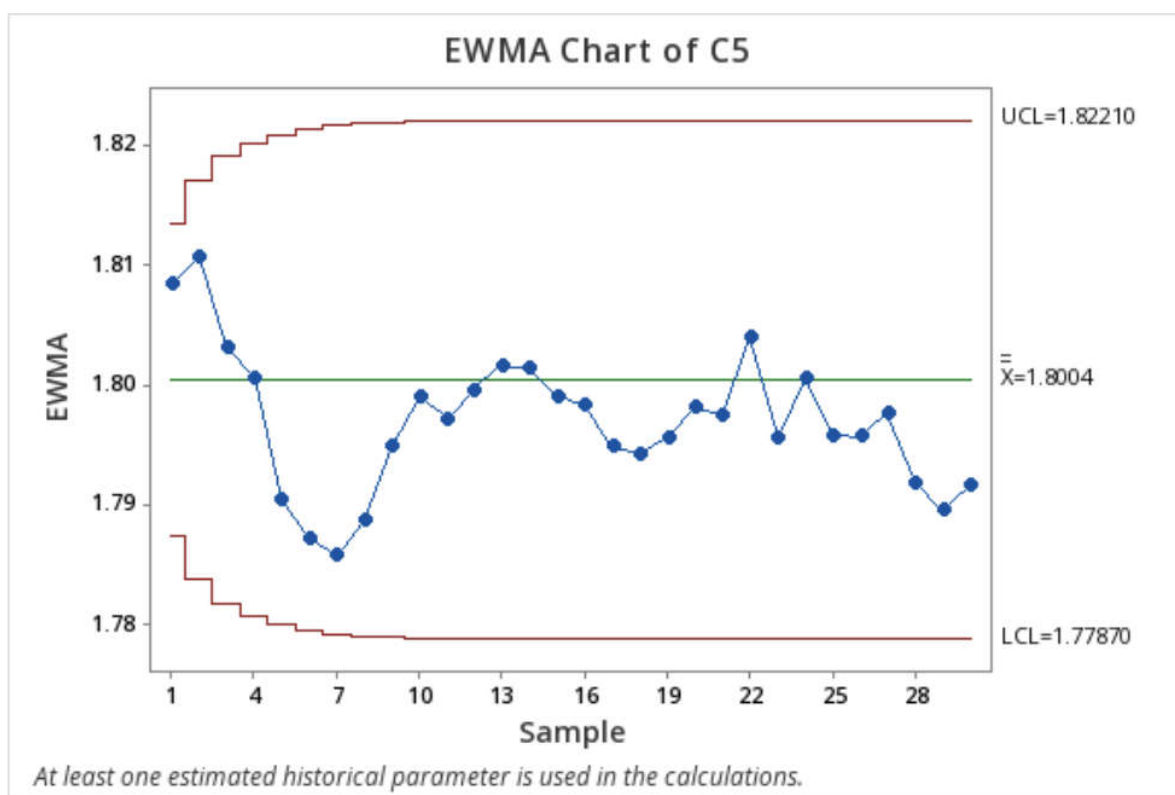
#### Test Results for I Chart of C5

TEST 7. 15 points within 1 standard deviation of center line (above and below CL).

Test Failed at points: 21

#### Πίνακας 4.1.3.2 Αποτελέσματα του τεστ για το διάγραμμα του σχήματος 4.1.3.2

Επομένως, ακολουθεί η κατασκευή του πιο ευαίσθητου διαγράμματος ελέγχου EWMA, το οποίο επιτρέπει την ανίχνευση μικρών, σταδιακών αλλαγών (Σχήμα 4.1.3.2.1). Σύμφωνα με αυτό, δεν παρατηρείται κάποιο σημείο εκτός στατιστικού ελέγχου κατά τη διάρκεια της Φάσης II, ωστόσο η εμφάνιση του μοτίβου αυτού κατά το ΔΕ I (Σχήμα 4.1.3.2) θα μπορούσε να είναι ένδειξη μιας οριακής συμπεριφοράς, η οποία απαιτεί περαιτέρω διερεύνηση.

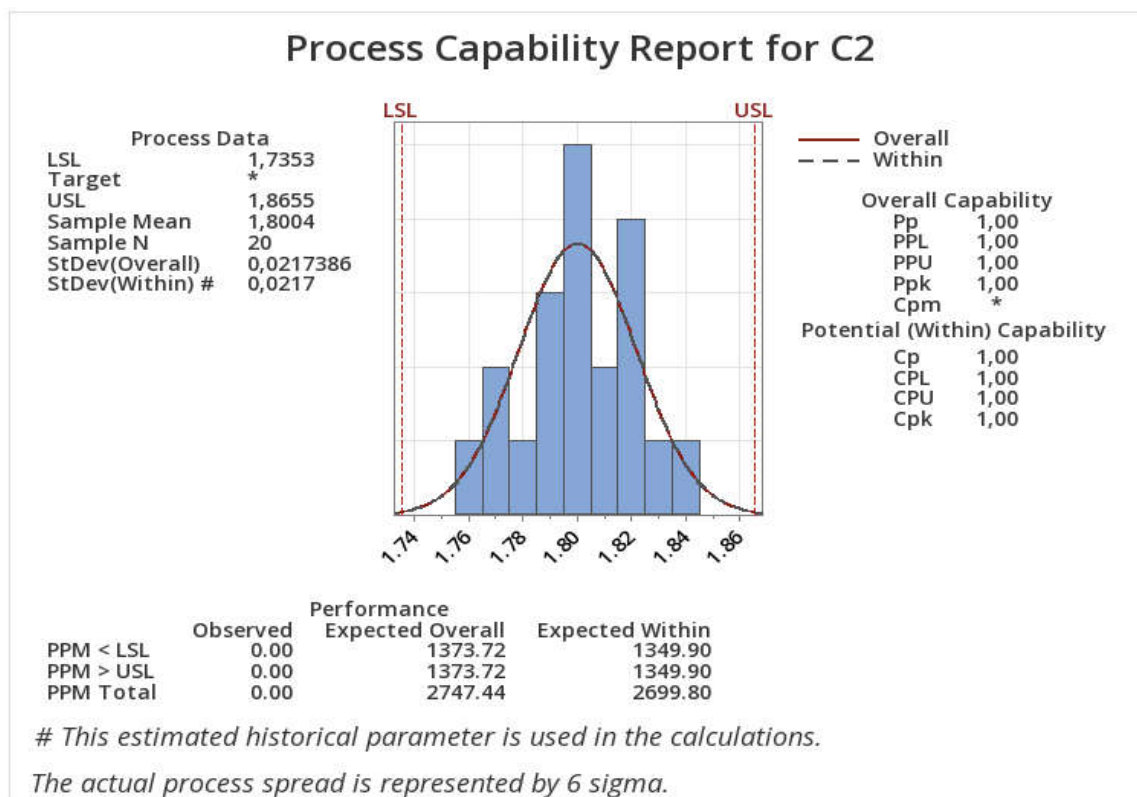


**Σχήμα 4.1.3.2.1 ΔΕ EWMA για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12\*150g) – Φάση II**

[Βήματα στο minitab: Stat>Control Charts>Time weighted charts>EWMA,

με δεδομένα τις μετρήσεις της Φάσης II, subgroup size=1 και Weight of EWMA=0.2 (η προεπιλεγμένη τιμή)]

Τέλος, πραγματοποιήθηκε ανάλυση ικανότητας διεργασίας, με υπολογισμό των αντίστοιχων Δεικτών Ικανότητας Διεργασίας, προκειμένου να γίνει κατανοητό εάν η συγκεκριμένη παραγωγική διαδικασία είναι ικανή να παράγει προϊόντα εντός ορισμένων ποιοτικών προδιαγραφών. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν και πάλι οι παράμετροι που προέκυψαν από τα δεδομένα της Φάσης I. Το διάγραμμα που προκύπτει παρουσιάζεται στο Σχήμα 6 και παρατηρούμε ότι ο κρίσιμος δείκτης  $C_p$  είναι ακριβώς ίσος με τη μονάδα. Ο δείκτης αυτός δίνεται από τη σχέση  $C_p = (AOPI - KOPI) / 6\sigma$  (3) όπου AOPI: ανώτερο όριο προδιαγραφών, KOPI: κατώτερο όριο προδιαγραφών και  $\sigma$ : τυπική απόκλιση των τιμών του δείγματος. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης αυτός τόσο πιο αποδεκτό και εντός προδιαγραφών είναι το προϊόν.

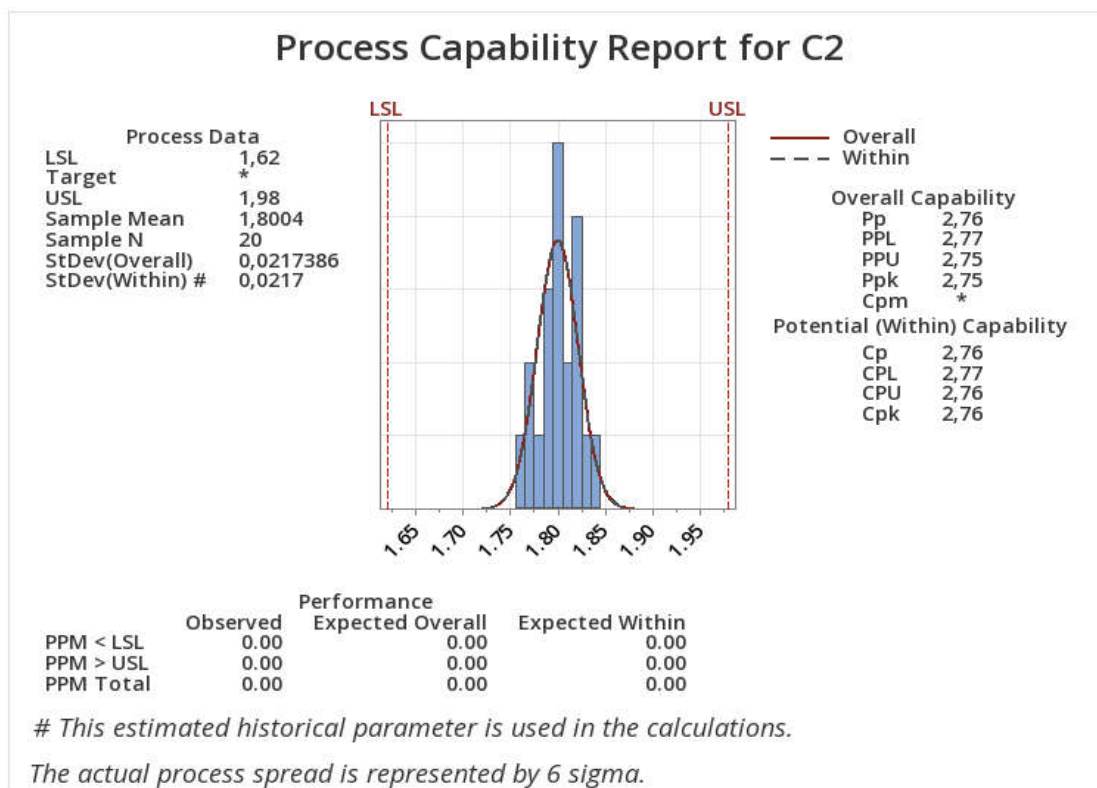


**Σχήμα 4.1.3.3 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12\*150g) με αυστηρά όρια προδιαγραφών**

[Βήματα στο minitab: Stat>Quality Tools>Capability Analysis>Normal,

εισάγοντας τις τιμές των παρατηρήσεων της Φάσης I στο πεδίο single column, και τις τιμές των UCL, LCL, historical standard deviation, όπως προέκυψαν από τη Φάση I ]

Ακολούθως, επαναλαμβάνεται η παραπάνω ανάλυση χρησιμοποιώντας νέα όρια προδιαγραφών (Σχήμα 4.1.3.4). Με βάση αυτά η τιμή του κρίσιμου δείκτη  $C_p$  είναι ίση με 2.76, ενώ και η πιθανότητα επιλογής προϊόντων με βάρος είτε μικρότερο του κατώτερου ορίου ( $PPM < LSL$ ) είτε μεγαλύτερο του ανώτερου ορίου ( $PPM > USL$ ) είναι 0.



Σχήμα 4.1.3.4 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την πάστα σοκολατίνας (12\*150g) με νέα όρια προδιαγραφών

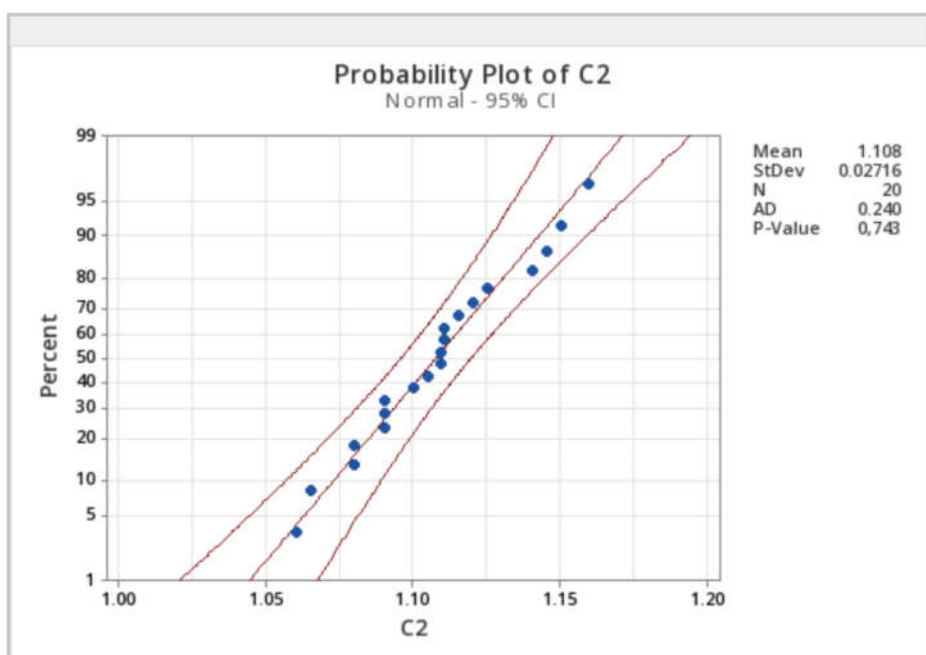
## 4.2 Στατιστικός έλεγχος ποιότητας τούρτας σοκολάτας

Η ίδια σειρά βημάτων εφαρμόζεται και στην περίπτωση της τούρτας σοκολάτας, όπου κάθε συσκευασία αποτελείται από ένα ενιαίο τεμάχιο βάρους 1100g.

### 4.2.1 Έλεγχος κανονικότητας ιστορικών δεδομένων

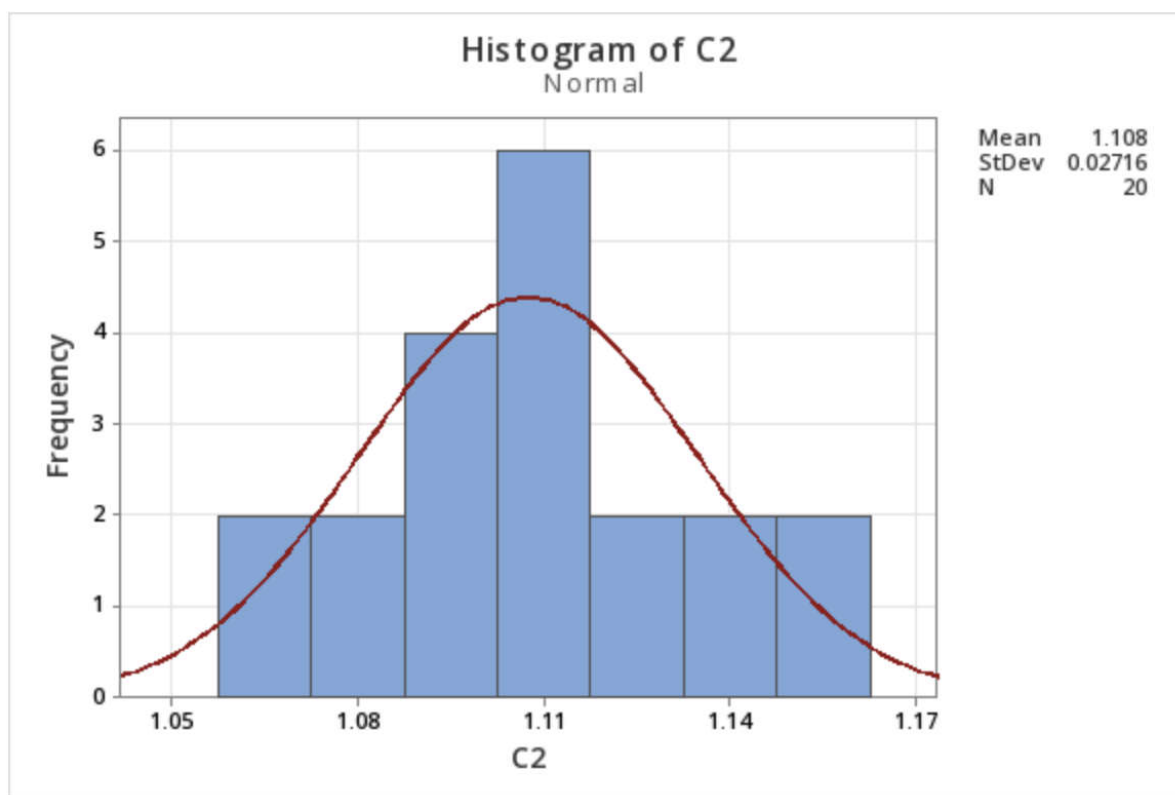
Και σε αυτό το προϊόν, ο έλεγχος της κανονικότητας των 20 πρώτων μετρήσεων (ιστορικά δεδομένα) σύμφωνα με το Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας (Normal Probability Plot) προτείνει ότι όλες οι παρατηρήσεις βρίσκονται εντός των γραμμών που αντιστοιχούν στα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης της κανονικής κατανομής, ενώ η τιμή p-value του ελέγχου

Anderson-Darling είναι ίσο με 0,743, υποστηρίζοντας την απουσία επαρκών στοιχείων για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης (Σχήμα 4.2.1.1). Συνεπώς μπορούμε να συμπεράνουμε ότι και σε αυτή την περίπτωση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν προσεγγίζονται από την κανονική κατανομή. Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για τις 20 ιστορικές αυτές μετρήσεις, το μέσο βάρος είναι 1.108 g με τυπική απόκλιση 0,02 g.



Σχήμα 4.2.1.1 Κανονικό Διάγραμμα Πιθανότητας για τα ιστορικά δεδομένα των μετρήσεων για την Τούρτα Σοκολατίνας

Οι ίδιες παρατηρήσεις υποστηρίζονται και από το ιστόγραμμα των βαρών που έχουν προκύψει από τις 20 πρώτες μετρήσεις για την τούρτα σοκολατίνας (Σχήμα 4.2.1.2).



Σχήμα 4.2.1.2 Ιστόγραμμα ιστορικών δεδομένων για την Τούρτα Σοκολατίνας

#### 4.2.2 Έλεγχος αυτοσυσχέτισης ιστορικών δεδομένων

Ομοίως, και εδώ, από τον έλεγχο αυτοσυσχέτισης των ιστορικών δεδομένων, προκύπτει τιμή  $p$ -value ίση με 0.057 (μεγαλύτερη του 0.05), που δεν επαρκεί για την απόρριψη της μηδενικής υπόθεσης.

Descriptive Statistics			
N	K	Number of Observations	
		$\leq K$	$> K$
20	1,1076	9	11

K = sample mean

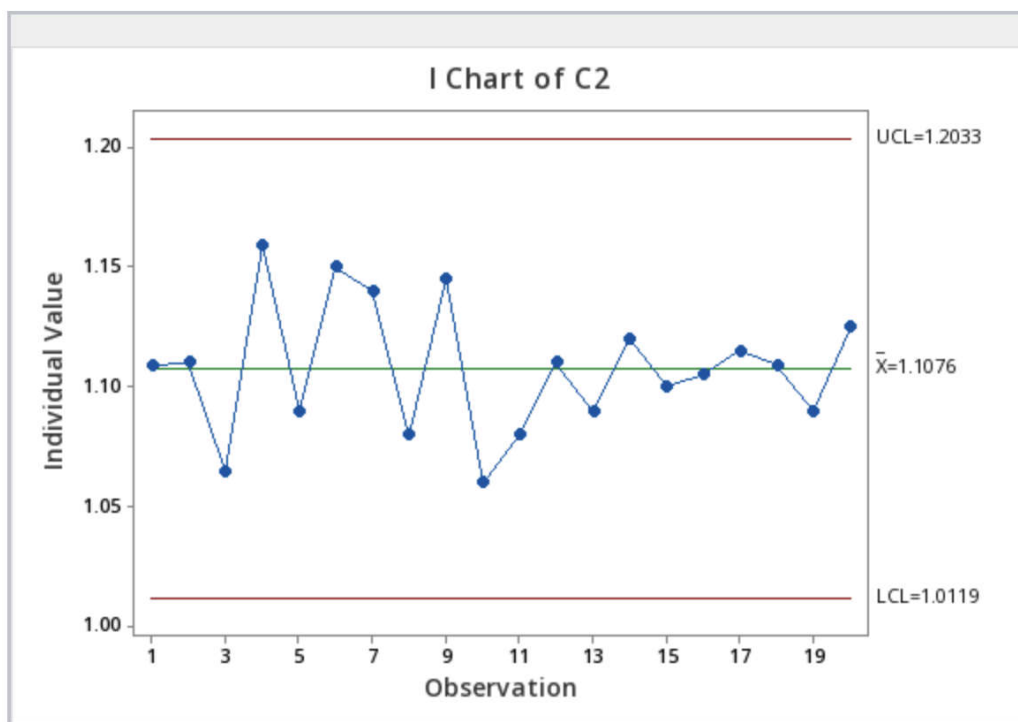


<b>Test</b>											
Null hypothesis		H <sub>0</sub> : The order of the data is random									
Alternative hypothesis		H <sub>1</sub> : The order of the data is not random									
<table border="1"> <tr> <th colspan="2">Number of Runs</th><th></th></tr> <tr> <th>Observed</th><th>Expected</th><th>P-Value</th></tr> <tr> <td>15</td><td>10,90</td><td>0,057</td></tr> </table>			Number of Runs			Observed	Expected	P-Value	15	10,90	0,057
Number of Runs											
Observed	Expected	P-Value									
15	10,90	0,057									
The p-value may not be accurate for samples with fewer than 11 observations above K or fewer than 11 below.											

**Πίνακας 4.2.2.1 Περιγραφικά στοιχεία για p-value**

### 4.2.3 Διαγράμματα ελέγχου ποιότητας ιστορικών δεδομένων

Έχοντας επιβεβαιώσει με τους παραπάνω ελέγχους ότι τα δεδομένα προσεγγίζονται από την κανονική κατανομή, ενώ δεν υπάρχουν ενδείξεις αυτοσυσχέτισης, ακολουθεί η δημιουργία του ΔΕ Ι, όπου αποτυπώνονται ως μεμονωμένα σημεία οι 20 μετρήσεις που λήφθηκαν στη φάση Ι, περιβαλλόμενες από το ανώτατο και κατώτατο όριο που προκύπτει από αυτές.



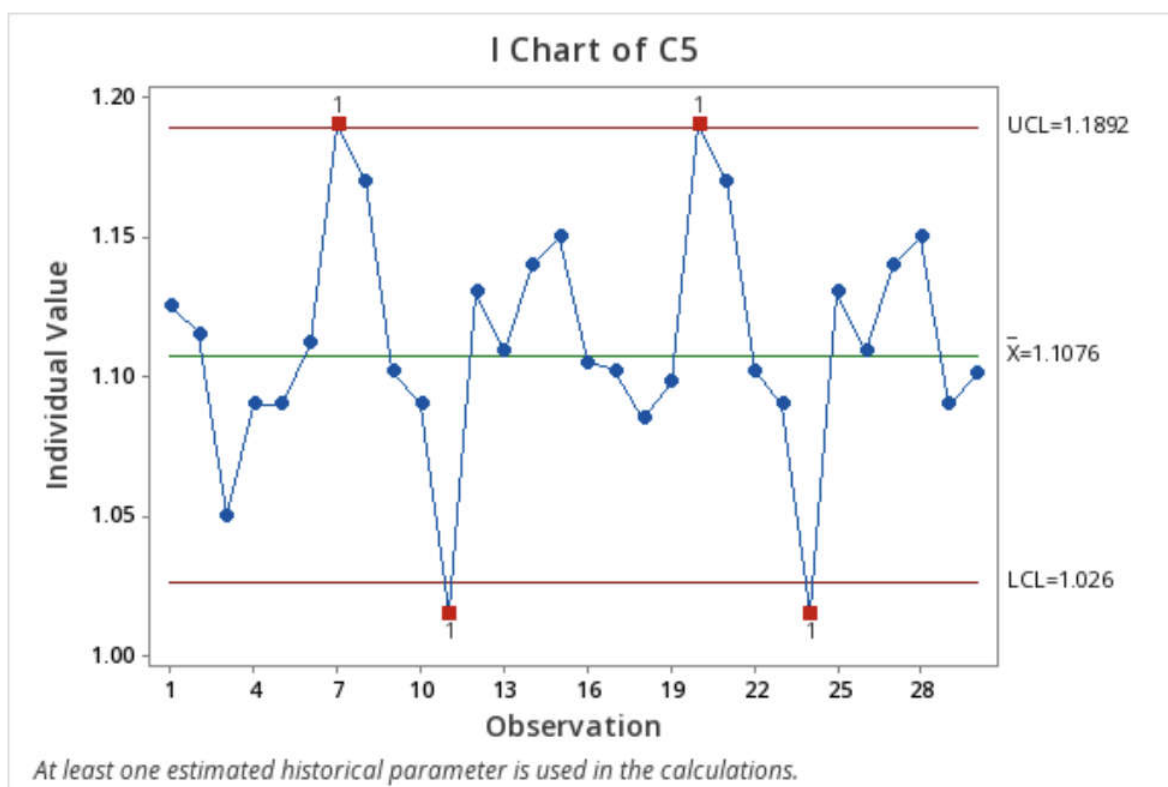
Σχήμα 4.2.3.1 Βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) – Ιστορικά δεδομένα

Σύμφωνα με αυτό το διάγραμμα, το ανώτερο όριο ελέγχου (UCL) είναι ίσο με 1,2033 ενώ το κατώτερο όριο ελέγχου (LCL) με 1,0119. Ακόμη, προκύπτει ότι η φάση αυτή βρίσκεται εντός στατιστικού ελέγχου, μιας και κανένα σημείο δεν βρίσκεται εκτός των ορίων ελέγχου, με τη μέση τιμή να είναι ίση με 1,1076. Τέλος, παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία που αφορούν τις ιστορικές μετρήσεις, οι οποίες θα αποτελέσουν το πρότυπο για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ελέγχου των δεδομένων του 2<sup>ου</sup> σταδίου.

Statistics										
Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
C2	20	0	1,1076	0,00607	0,0272	1,0600	1,0900	1,1090	1,1238	1,1590

Πίνακας 4.2.3.1 Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία ιστορικών μετρήσεων, πρότυπο για τη δημιουργία των διαγραμμάτων ελέγχου 2<sup>ου</sup> σταδίου.

Ακολουθώντας, ελέγχεται εάν οι μετρήσεις που αντιστοιχούν στη Φάση II για την τούρτα σοκολατίνας συμμορφώνονται με τα όρια ελέγχου, δεδομένων των ορίων και των περιγραφικών στατιστικών τιμών που έχουν προκύψει από τα δεδομένα της Φάσης I. Στο διάγραμμα που προκύπτει (Σχήμα 4.2.3.2), παρατηρούμε ότι 4 σημεία είναι εκτός των ορίων ελέγχου. Πιο συγκεκριμένα οι μετρήσεις που αντιστοιχούν στην 4<sup>η</sup> και 20<sup>η</sup> μέτρηση βρίσκονται πάνω από το ανώτερο όριο, ενώ αυτές που αντιστοιχούν στην 11<sup>η</sup> και 24<sup>η</sup> δειγματοληψία βρίσκονται κάτω από το κατώτερο όριο. Επιπλέον, το κριτήριο 1 (ένα σημείο διαφέρει περισσότερες από 3 τυπικές αποκλίσεις από την κεντρική γραμμή) αποτυγχάνει.



Σχήμα 4.2.3.2 ΔΕ I για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) – Φάση II

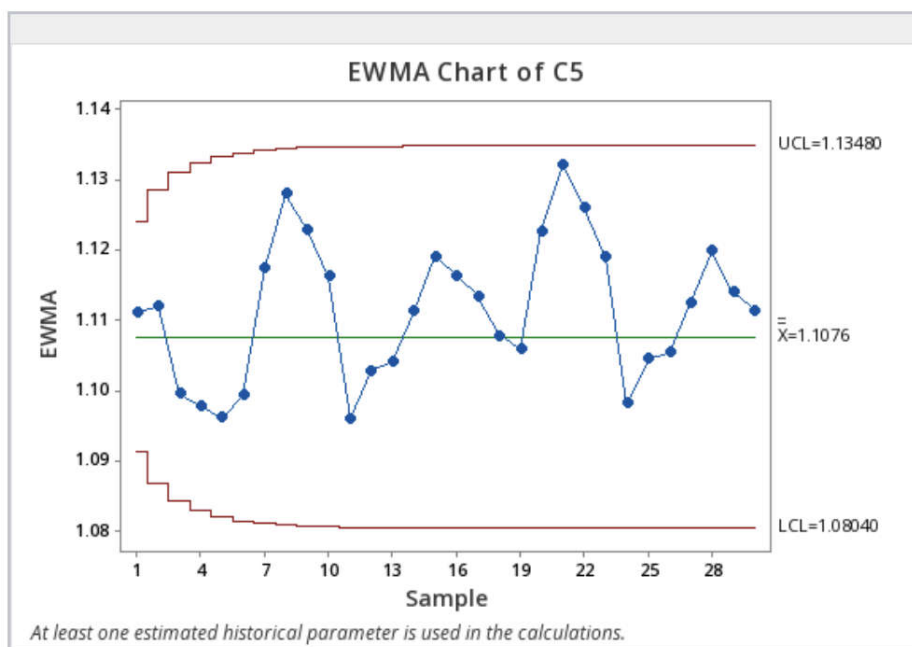
### Test Results for I Chart of C5

TEST 1. One point more than 3,00 standard deviations from center line.

Test Failed at points: 7; 11; 20; 24

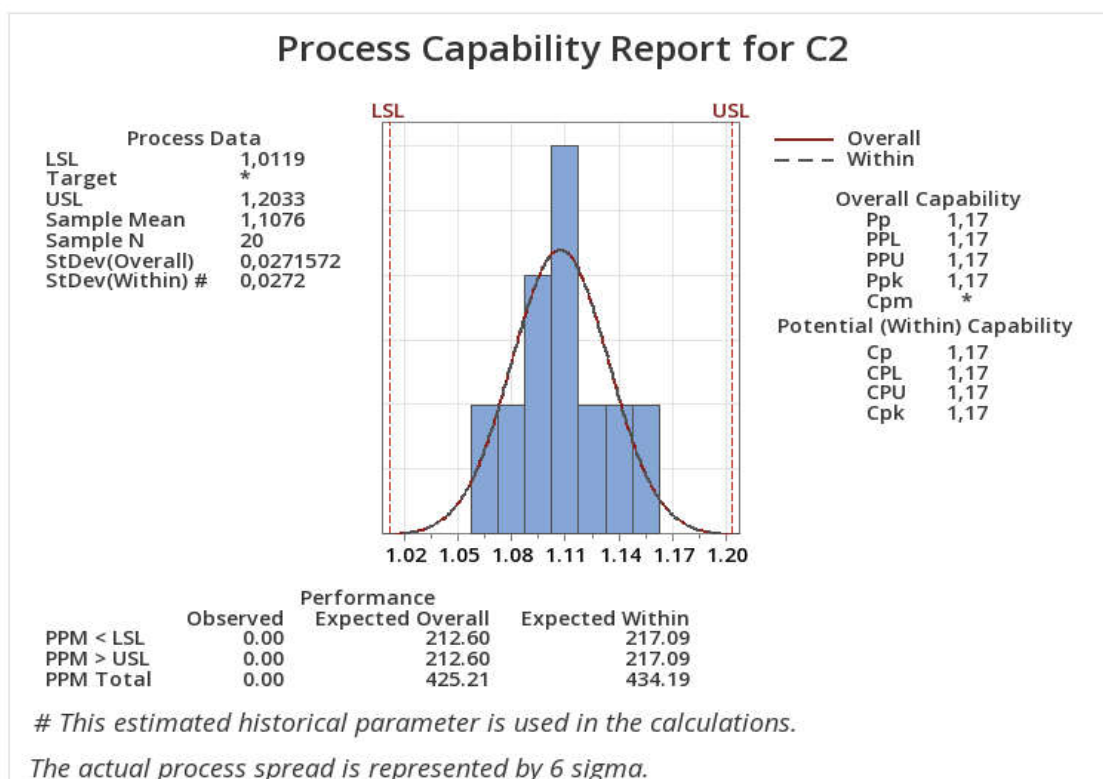
### Πίνακας 4.3.2.2 Στατιστικά αποτελέσματα του διαγράμματος σχήμα 4.3.2.2

Συνεπώς, προκειμένου να αποφασίσουμε με βεβαιότητα εάν η διεργασία παραμένει εντός στατιστικού ελέγχου παρουσιάζεται στη συνέχεια το ΔΕ EWMA (σχήμα 4.2.3.3). Στην περίπτωση αυτή παρατηρούμε ότι δεν υπάρχουν σημεία εκτός στατιστικού ελέγχου.



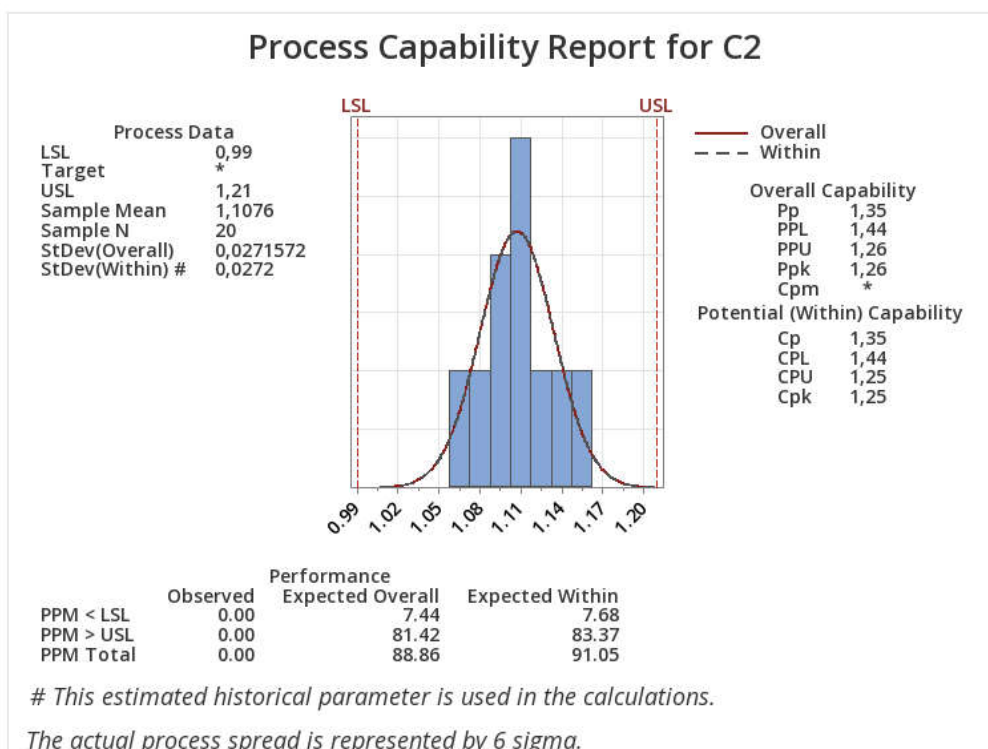
### Σχήμα 4.2.3.3 ΔΕ EWMA για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) – Φάση II

Ως τελικό βήμα της αξιολόγησης του δεύτερου προϊόντος ήταν η Ανάλυση Ικανότητας Διεργασίας. Αρχικά, στο Σχήμα 4.2.3.4 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του ελέγχου χρησιμοποιώντας αυστηρότερα όρια προδιαγραφών, όπως αυτά έχουν προκύψει από τα δεδομένα της Φάσης I, με την τιμή του κρίσιμου δείκτη να είναι ίση με 1.17.



**Σχήμα 4.2.3.4 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) με αυστηρά όρια προδιαγραφών**

Στη συνέχεια, το Σχήμα 4.2.3.5 παρουσιάζει τον ίδιο έλεγχο, χρησιμοποιώντας πιο ανεκτικά όρια προδιαγραφών, τα οποία οδηγούν σε μικρή αύξηση του κρίσιμου δείκτη στο 1.35.



Σχήμα 4.2.3.5 Ανάλυση Δυνατότητας Διεργασίας για το βάρος συσκευασίας για την τούρτα σοκολατίνας (1100g) με νέα όρια προδιαγραφών

## 4.3 Παραγοντικά πειράματα ή πλήρη παραγοντικά πειράματα

### 4.3.1 Πλήρη παραγοντικά πειράματα για βελτιστοποίηση του κόστους παραγωγής

Όπως αναφέρθηκε και στη μεθοδολογία για τα πλήρη παραγοντικά πειράματα έγινε συλλογή δεδομένων τα οποία στην πορεία αναλύθηκαν στατιστικά και δημιουργήθηκαν γραφήματα Pareto ως προς τον χρόνο ανάδευσης και ψησίματος

#### 4. Συλλογή δεδομένων

ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 1						ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 2							
ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ		
A		3	3	4	4	14	A		3	3	3	3	12
B		4	4	4	5	17	B		3	3	3	4	13
Γ		4	5	5	6	20	Γ		5	5	4	6	20
Δ		6	5	6	6	23	Δ		6	5	6	5	22
E		6	7	7	7	27	E		7	6	7	6	26
ΣΤ		7	5	5	7	24	ΣΤ		6	6	6	7	25
Z		5	5	5	6	21	Z		6	5	5	6	22
H		5	6	6	6	23	H		6	6	6	6	24
Θ		6	6	7	7	26	Θ		7	6	6	7	26
ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 3						ΔΟΚΙΜΑΣΤΗΣ 4							
ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ	ΔΕΙΓΜΑ	ΓΕΥΣΗ	ΥΦΗ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ	ΟΣΜΗ	ΑΘΡΟΙΣΜΑ		
A		4	3	4	3	14	A		4	4	4	4	16
B		5	3	4	5	17	B		5	4	4	5	18
Γ		6	5	5	6	22	Γ		5	5	5	6	21
Δ		5	5	6	5	21	Δ		7	7	6	7	27
E		7	6	7	6	26	E		7	7	7	6	27
ΣΤ		6	6	6	7	25	ΣΤ		7	6	6	7	26
Z		5	5	5	5	20	Z		6	5	6	6	23
H		6	5	5	6	22	H		6	6	6	6	24
Θ		6	6	6	7	25	Θ		7	6	6	7	26

Σχήμα 4.3.1.1 Ανάλυση δοκιμασιών στοιχείων οργανοληπτικού ελέγχου

### Statistics

Variable	N	N*	Mean	SE Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
ΓΕΥΣΗ	36	0	5,52778	0,201132	1,20679	3	5	6	6	7
ΥΦΗ	36	0	5,13889	0,191704	1,15022	3	5	5	6	7
ΕΜΦΑΝΙΣΗ	36	0	5,36111	0,187518	1,12511	3	4,25	6	6	7
ΟΣΜΗ	36	0	5,77778	0,187342	1,12405	3	5	6	7	7

Πίνακας 4.3.1.1 Στατιστική Ανάλυση δοκιμασιών στοιχείων οργανοληπτικού ελέγχου

ΔΕΙΓΜΑ	ΣΚΟΡ 2	ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ	ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ
A	3,5	20	5
B	4,0625	20	10
Γ	5,1875	20	15
Δ	5,8125	25	5
E	6,625	25	10
Z	5,375	25	15
H	5,8125	30	5
Θ	6,4375	30	10
ΣΤ	6,25	30	15

Πίνακας 4.3.1.2 Στατιστική Ανάλυση δοκιμασιών στοιχείων οργανοληπτικού ελέγχου

## 5. Ανάλυση δεδομένων

### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ	2	6,5738	3,2869	7,66	0,043
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ	2	0,7717	0,3859	0,90	0,476
Error	4	1,7153	0,4288		
Total	8	9,0608			

Πίνακας 4.3.1.3 Στατιστική Ανάλυση τυπικής απόκλισης ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης

### Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0,654843	81,07%	62,14%	4,16%

Πίνακας 4.3.1.4 Στατιστική Ανάλυση τυπικής απόκλισης ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης

### Coefficients

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	5,451	0,218	24,97	0,000	
ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ					
20	-1,201	0,309	-3,89	0,018	1,33
25	0,486	0,309	1,57	0,190	1,33
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ					
5	-0,410	0,309	-1,33	0,255	1,33
10	0,257	0,309	0,83	0,452	1,33

Πίνακας 4.3.1.5 Στατιστική Ανάλυση coefficients και p-value ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης

### Regression Equation

$$\begin{aligned} \text{ΣΚΟΡ } 2 = & 5,451 - 1,201 \text{ ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ}_{20} + 0,486 \text{ ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ}_{25} \\ & + 0,715 \text{ ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ}_{30} - 0,410 \text{ ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ}_{5} + 0,257 \text{ ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ}_{10} \\ & + 0,153 \text{ ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ}_{15} \end{aligned}$$

Πίνακας 4.3.1.6 Στατιστική Ανάλυση regression equation ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης



## 6. Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

### Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
ΧΡΟΝΟΣ ΨΗΣΙΜΑΤΟΣ	2	6,5738	3,2869	7,66	0,043
ΧΡΟΝΟΣ ΑΝΑΔΕΥΣΗΣ	2	0,7717	0,3859	0,90	0,476
Error	4	1,7153	0,4288		
Total	8	9,0608			

Πίνακας 4.3.1.7 Στατιστική Ανάλυση τυπικής απόκλισης ως προς τον χρόνο ψησίματος και ανάδευσης



Σχήμα 4.3.12 Διάγραμμα αλληλεπίδρασης χρόνου ψησίματος και ανάδευσης

Το διάγραμμα αλληλεπίδρασης που παρέχεται παρουσιάζει σημαντικές πληροφορίες για την επίδραση των δύο παραγόντων (χρόνος ψησίματος και χρόνος ανάδευσης) στη μέση απόκριση (Σκορ 2) του παντεσπανιού.

#### 1. Παρατήρηση των Γραμμών:

- Κάθε χρωματιστή γραμμή στο διάγραμμα αντιπροσωπεύει έναν συγκεκριμένο χρόνο ψησίματος (20, 25, 30 λεπτά).
- Η κλίση των γραμμών δείχνει πώς η μεταβολή του χρόνου ανάδευσης επηρεάζει την απόκριση.

## 2. Ανάλυση των Αποτελεσμάτων:

- Χρόνος Ψησίματος 20 λεπτά (μπλε γραμμή): Υπάρχει μια αυξητική τάση της απόκρισης καθώς ο χρόνος ανάδευσης αυξάνεται. Αυτό υποδεικνύει ότι για μικρό χρόνο ψησίματος, η αύξηση του χρόνου ανάδευσης βελτιώνει την υφή.
- Χρόνος Ψησίματος 25 λεπτά (κόκκινη γραμμή): Η απόκριση αυξάνεται μέχρι τον χρόνο ανάδευσης των 10 λεπτών και στη συνέχεια μειώνεται ελαφρώς. Αυτό δείχνει ότι υπάρχει ένα βέλτιστο σημείο ανάδευσης στα 10 λεπτά για αυτόν τον χρόνο ψησίματος.
- Χρόνος Ψησίματος 30 λεπτά (πράσινη γραμμή): Η απόκριση παραμένει σχεδόν σταθερή ανεξαρτήτως του χρόνου ανάδευσης, υποδεικνύοντας ότι ο χρόνος ανάδευσης έχει μικρότερη επίδραση όταν ο χρόνος ψησίματος είναι μεγαλύτερος.

## 3. Αλληλεπιδράσεις:

- Η μη παράλληλη φύση των γραμμών υποδηλώνει ότι υπάρχει σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Δηλαδή, η επίδραση του χρόνου ανάδευσης στην υφή εξαρτάται από τον χρόνο ψησίματος και το αντίστροφο.

## 4.4 Παράπονα πελατών

Διάγραμμα Pareto για παράπονα πελατών

Τα έντυπα καταγραφής παραπόνων συγκεντρώθηκαν και ομαδοποιήθηκαν τα παράπονα των πελατών για το έτος 2022 στον παρακάτω πίνακα.

ΑΙΤΙΑ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΑΡΑΠΟΝΩΝ
Κακή γεύση	2
Μη ομοιόμορφη υφή	3
Κακή υφή	3
Κακή εμφάνιση	6
Ζημιές κατά τη μεταφορά	6
Αλλοίωση προϊόντος	1
Παράπονα για καθυστερήσεις	10
Σύνολο	31

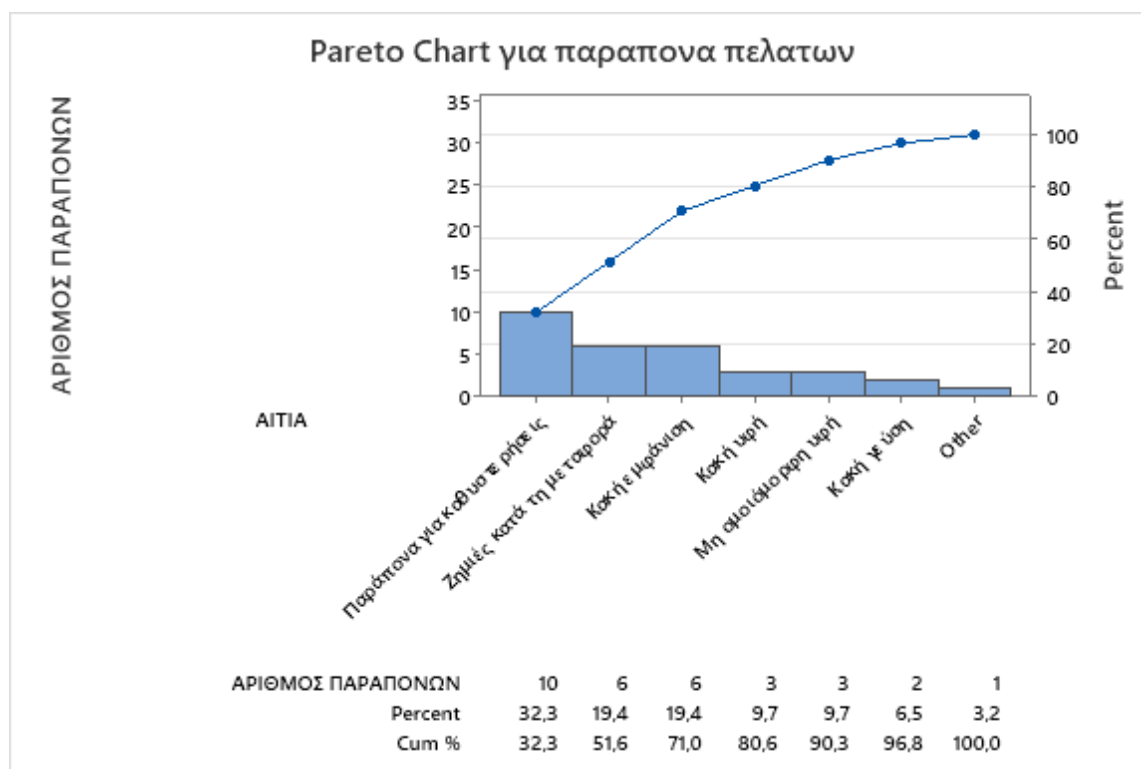
*Πίνακας 4.4.1 Συγκεντρωτικός πίνακας παραπόνων.*

Όπως φαίνεται και από το παρακάτω διάγραμμα Pareto για τα καταγεγραμμένα παράπονα πελατών, η σημαντικότερη αιτία παραπόνων είναι η καθυστέρηση παράδοσης, που έχει σχέση με τη διανομή των προϊόντων. Η αιτία αυτή μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες και συνδέεται με όλα τμήματα. Καθυστέρηση παράδοσης μπορεί να γίνει αν ο οδηγός βρήκε κίνηση στη διαδρομή ή αν τον καθυστέρησε κάποιος άλλος πελάτης ή αν έπαθε κάποια βλάβη, αν άργησε να κοπεί το τιμολόγιο λόγω φόρτου εργασίας ή άργησε η αποθήκη να ετοιμάσει τα προϊόντα για να μπορέσουν να τιμολογηθούν, η αποθήκη μπορεί να άργησε να ετοιμάσει τα προϊόντα είτε λόγω φόρτου εργασίας είτε δεν είχε διαθέσιμο το προϊόν και το περίμενε από τη συσκευασία, η συσκευασία αργεί να συσκευάσει ένα προϊόν όταν δεν είναι διαθέσιμο, άρα σε αυτή την περίπτωση η παραγωγή έχει αργήσει να παράξει το συγκεκριμένο προϊόν είτε λόγω φόρτου εργασίας είτε λόγω έλλειψης κάποιας πρώτης

ύλης, η αποθήκη είτε δεν έχει παραλάβει και ελέγξει την πρώτη ύλη ή υπήρξε καθυστέρηση στην εισαγωγή της στην παραγωγή. Το συγκεκριμένο παράπονο είναι το πιο συχνό, αλλά και το πιο σύνθετο γιατί μπορεί να οφείλεται σε διαφορετικά τμήματα κάθε φορά, παρόλο αυτά επιλέγουμε να το βάζουμε σε μια κατηγορία ανεξάρτητα από το λόγω καθυστέρησης. Με βάση τα έντυπα που συμπληρώνουν όλα τα τμήματα σε καθημερινή βάση, είμαστε σε θέση να γνωρίζουμε το λόγω καθυστέρησης.

Το δεύτερο σημαντικότερο αίτιο παραπόνων είναι δύο, οι ζημιές κατά τη μεταφορά, που συνήθως οφείλονται σε κακή ποιότητα της συσκευασίας, δηλαδή σε λάθος υλικού συσκευασίας και η κακή εμφάνιση του προϊόντος που οφείλεται είτε στο λάθος διακόσμησης του προϊόντος στο τμήμα ντεκόρ είτε στη λάθος συναρμολόγηση του στο τμήμα κολλημάτων.

Τα υπόλοιπα αίτια είναι με φθίνουσα σειρά η κακή υφή, το οποίο οφείλεται σε ανεπαρκές ή υπερβολικό ψήσιμο του προϊόντος, η μη ομοιόμορφη υφή της κρέμας, το οποίο οφείλεται σε λάθος ανάδευση (συνήθως στο χρόνο ανάδευσης κ όχι στην ταχύτητα), η κακή γεύση, το οποίο οφείλεται σε ελαττωματική/ μη κατάλληλη πρώτη ύλη, άλλα αίτια τα οποία βρίσκονται ομαδοποιημένα στην τελευταία κατηγορία όπως λάθος χρώμα χαρτόδισκου (χρυσός αντί για μαύρος, όταν συμβαίνει είναι λόγω μη ενημέρωσης των πελατών ότι δεν υπάρχει διαθεσιμότητα από τον προμηθευτή μας), άλλη διακόσμηση τούρτας/ πάστας, λόγω αλλαγής ντεκόρ από την εταιρία αλλά μη ενημέρωσης των πελατών από το εμπορικό.



**Σχήμα 4.4.1 Διάγραμμα Pareto παρουσίασης των παραπόνων των πελατών**

Μελέτη FMEA – Παραπονα πελατών για τούρτα σοκολατίνα

#### 1. Καθορισμός Σκοπού και Ομάδας

Σκοπός: Μείωση των παραπόνων πελατών για την τούρτα σοκολατίνα.

Ομάδα: Αποτελείται από τους υπεύθυνο παραγωγής, ποιοτικό έλεγχο, εξυπηρέτηση πελατών, υπεύθυνο αποθηκής, υπεύθυνο διακίνησης

#### 2. Καταγραφή Διεργασίας και Πιθανών Αστοχιών

Αριθμός Παραπόνου	Ημερομηνία Παραπόνου	Όνομα Πελάτη	Περιγραφή Παραπόνου	Βήμα Διεργασίας	Αιτία Αστοχίας	Σοβαρότητα (S)	Συχνότητα (O)	Ανιχνευσιμότητα (D)	RPN	Διορθωτικές Ενέργειες	Κατάσταση	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Πίνακας 4.4.2.1 πίνακας παραπόνων καταγραφής παραπόνων

### Επεξήγηση Στηλών

- **Αριθμός Παραπόνου:** Μοναδικός αριθμός για κάθε παράπονο.
- **Ημερομηνία Παραπόνου:** Η ημερομηνία που υποβλήθηκε το παράπονο.
- **Όνομα Πελάτη:** Το όνομα του πελάτη που υπέβαλε το παράπονο.
- **Περιγραφή Παραπόνου:** Σύντομη περιγραφή του παραπόνου.
- **Βήμα Διεργασίας:** Το βήμα στη διαδικασία παραγωγής όπου εντοπίστηκε το πρόβλημα.
- **Αιτία Αστοχίας:** Η αιτία του προβλήματος.
- **Σοβαρότητα (S):** Η σοβαρότητα του προβλήματος σε μια κλίμακα από το 1 έως το 10.
- **Συχνότητα (O):** Η συχνότητα εμφάνισης του προβλήματος σε μια κλίμακα από το 1 έως το 10.
- **Ανιχνευσιμότητα (D):** Η πιθανότητα ανίχνευσης του προβλήματος πριν φτάσει στον πελάτη, σε μια κλίμακα από το 1 έως το 10.
- **RPN (Risk Priority Number):** Ο Αριθμός Προτεραιότητας Κινδύνου, που υπολογίζεται ως το γινόμενο των Σοβαρότητα, Συχνότητα και Ανιχνευσιμότητα ( $RPN = S * O * D$ ).

- **Διορθωτικές Ενέργειες:** Οι ενέργειες που έχουν σχεδιαστεί για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

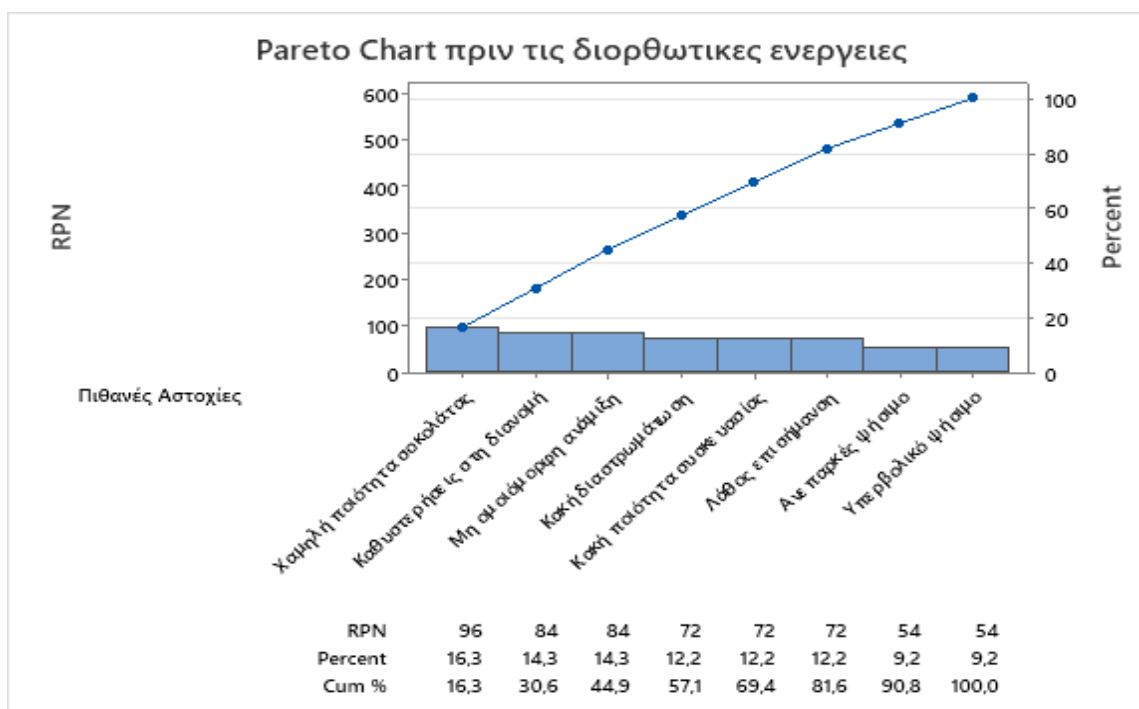
Διεργασία	Πιθανές Αστοχίες	Επιπτώσεις	(S)	Αιτίες Αστοχιών	(O)	Τρόποι Ελέγχου	(D)	RPN	Διορθωτικές Ενέργειες	Υπεύθυνος
Παραλαβή Υλικών	Χαμηλή ποιότητα σοκολάτας	Κακή γεύση	8	Μη κατάλληλοι προμηθευτές	4	Πιστοποιημένοι/ Αξιολογημένοι προμηθευτές και πρώτες ύλες που παίρνουμε απ' αυτούς	3	96	Εύρεση αξιόπιστων προμηθευτών, αξιολόγηση προμηθευτών, συμφωνία για επιστροφή μη αποδεκτών α υλών	Υπεύθυνος Ποιοτικού ελέγχου
Ανάμιξη Υλικών	Μη ομοιόμορφη ανάμιξη	Μη ομοιόμορφη υφή	7	Λάθος χρόνος ανάμιξης	3	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών παραγωγής/ αναδευσης	4	84	Εκπαίδευση προσωπικού, χρήση χρονομέτρων	Υπεύθυνος παραγωγής
Ψήσιμο	Υπερβολικό ψήσιμο	Κακή υφή	9	Λάθος χρόνος/θερμοκρασία	2	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών παραγωγής/ ψήσιματος	3	54	Επικαιροποίηση οδηγιών, χρήση φούρνων με ακριβή έλεγχο	Υπεύθυνος παραγωγής
Ψήσιμο	Ανεπαρκές ψήσιμο	Κακή υφή	9	Λάθος χρόνος/θερμοκρασία	2	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών παραγωγής/ ψήσιματος	3	54	Επικαιροποίηση οδηγιών, χρήση φούρνων με ακριβή έλεγχο	Υπεύθυνος παραγωγής
Συναρμολόγηση Τούρτας	Κακή διαστρωμάτωση	Κακή εμφάνιση	6	Λάθος τεχνική	3	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών κολλήματος/ διακόσμησης	4	72	Εκπαίδευση προσωπικού	Υπεύθυνος παραγωγής Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου
Συσκευασία	Κακή ποιότητα συσκευασίας	Ζημιές κατά τη μεταφορά	8	Λάθος χαρτοκιβώτιο	3	Αύξηση ελέγχων κατά την παραλαβή α υλών	3	72	Έλεγχος ποιότητας συσκευασίας, Επαναξιολόγηση προμηθευτή	Υπεύθυνος αποθήκης Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου
Συσκευασία	Λάθος επισήμανση	Παράπονα πελατών	6	Έλθειψη προτύπων	3	Έλεγχος κατά τη συσκευασία	4	72	Καθιέρωση προτύπων, εκπαίδευση προσωπικού	Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου
Διανομή	Καθυστερήσεις στη διανομή	Παράπονα για καθυστερήσεις	7	Προβλήματα με τη μεταφορά	4	Αύξηση ελέγχων φορτηγών	3	84	Βελτίωση συστήματος διανομής, συνεργασία με αξιόπιστους μεταφορείς	Υπεύθυνος διανομής

Διεργασία	Πιθανές Αστοχίες	Επιπτώσεις	(S)	Αιτίες Αστοχιών	(O)	Τρόποι Ελέγχου	(D)	RPN	(S')	(O')	(D')	RPN'	Διορθωτικές Ενέργειες	Υπεύθυνος
Παραλαβή Υλικών	Χαμηλή ποιότητα σοκολάτας	Κακή γεύση	8	Μη κατόλληλοι προμηθευτές	4	Πιστοποιημένοι/ Αξιολογημένοι προμηθευτές και πρώτες ύλες που παίρνουμε απ' αυτούς	3	96	5	2	2	20	Εύρεση αξιόπιστων προμηθευτών, αξιολόγηση προμηθευτών, συμφωνία για επιστροφή μη αποδεκτών α υλών	Υπεύθυνος Ποιοτικού ελέγχου
Ανάμιξη Υλικών	Μη ομοιόμορφη ανάμιξη	Μη ομοιόμορφη υφή	7	Λάθος χρόνος ανάμιξης	3	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών παραγωγής/ αναδευσης	4	84	4	2	2	16	Εκπαίδευση προσωπικού, χρήση χρονόμετρων	Υπεύθυνος παραγωγής
Ψήσιμο	Υπερβολικό ψήσιμο	Κακή υφή	9	Λάθος χρόνος/θερμοκρασία	2	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών παραγωγής/ ψήσιματος	3	54	6	1	2	12	Επικαιροποίηση οδηγιών, χρήση φούρνων με ακριβή έλεγχο	Υπεύθυνος παραγωγής
Ψήσιμο	Ανεπαρκές ψήσιμο	Κακή υφή	9	Λάθος χρόνος/θερμοκρασία	2	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών παραγωγής/ ψήσιματος	3	54	5	2	1	10	Επικαιροποίηση οδηγιών, χρήση φούρνων με ακριβή έλεγχο	Υπεύθυνος παραγωγής
Συναρμολόγηση Τούρτας	Κακή διαστρωμάτωση	Κακή εμφάνιση	6	Λάθος τεχνική	3	Αύξηση ελέγχων κατά την παραγωγή, έλεγχος διαδικασιών κολλήματος/ διακόσμησης	4	72	4	2	2	16	Εκπαίδευση προσωπικού	Υπεύθυνος παραγωγής
Συσκευασία	Κακή ποιότητα συσκευασίας	Ζημιές κατά τη μεταφορά	8	Λάθος χαρτοκιβώτιο	3	Αύξηση ελέγχων κατά την παραλαβή α υλών	3	72	4	2	2	16	Έλεγχος ποιότητας συσκευασίας, Επανάξιολόγηση προμηθευτή	Υπεύθυνος αποθήκης, Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου
Συσκευασία	Λάθος επισημάνση	Παράπονα πελατών	6	Έλθεψη προτύπων	3	Έλεγχος κατά τη συσκευασία	4	72	4	2	2	16	Καθιέρωση προτύπων, εκπαίδευση προσωπικού	Υπεύθυνος ποιοτικού ελέγχου
Διανομή	Καθυστερήσεις στη διανομή	Παράπονα για καθυστερήσεις	7	Προβλήματα με τη μεταφορά	4	Αύξηση ελέγχων φορτηγών	3	84	4	2	2	16	Βελτίωση συστήματος διανομής συνεργασία με αξιόπιστους μεταφορείς	Υπεύθυνος δικίησης

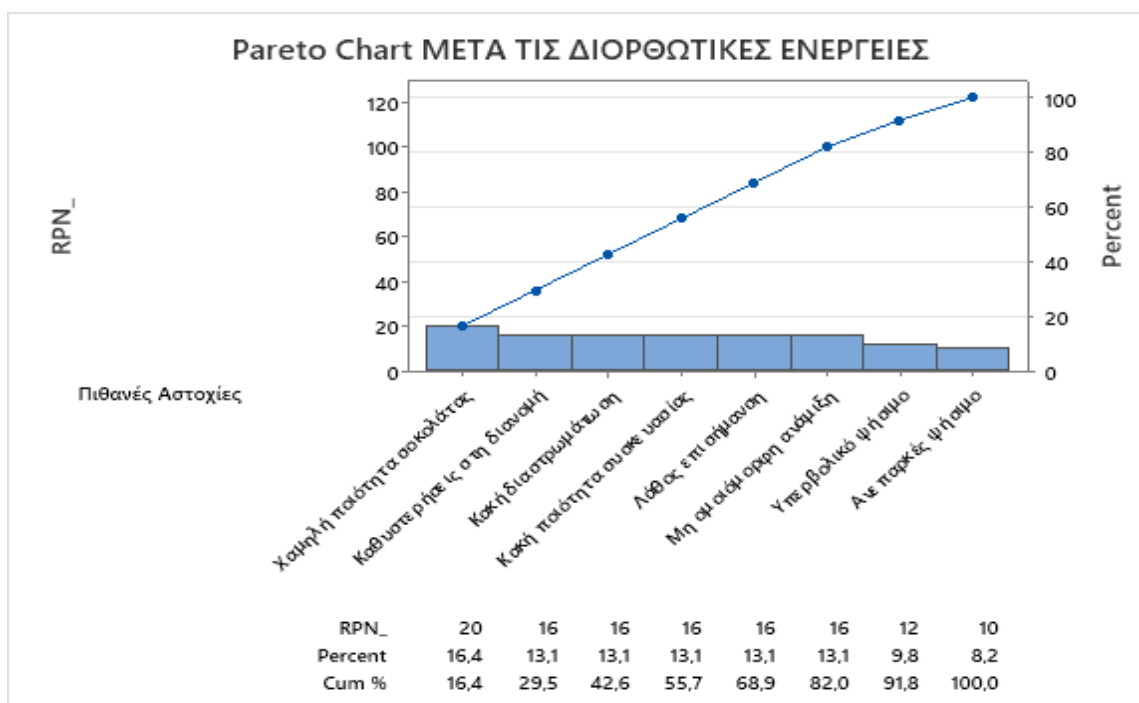
**Πίνακας 4.4.2.2 Συγκεντρωτικός πίνακας παραπόνων καταγραφής παραπόνων**

Από τους RPN που προέκυψαν από την ανάλυση PFMEA κατασκευάζονται τα παρακάτω διαγράμματα Pareto για πριν και μετά την εφαρμογή των διορθωτικών ενεργειών.





Σχήμα 4.4.2.1 Διάγραμμα Pareto παρουσίασης των παραπόνων των πελατών



Σχήμα 4.4.2.2 Διάγραμμα Pareto παρουσίασης των παραπόνων των πελατών μετά τις διορθωτικές ενέργειες

Από τα αποτελέσματα των διορθωτικών ενεργειών με βάση τα δεδομένα και τα γραφήματα Pareto φαίνεται ότι τα RPN μειώθηκαν σημαντικά σε όλες τις κατηγορίες, δείχνοντας ότι οι διορθωτικές ενέργειες ήταν αποτελεσματικές. Επίσης, παρατηρείται ότι οι αρχικές αιτίες με τα υψηλότερα RPN δηλαδή η χαμηλή ποιότητα σοκολάτας, η μη ομοιόμορφη ανάμειξη και η καθυστέρηση στη διανομή, είχαν σημαντική μείωση μετά τις διορθωτικές ενέργειες.

Με βάση τα γραφήματα Pareto πριν τις Διορθωτικές Ενέργειες, οι μεγαλύτερες αιτίες ήταν η χαμηλή ποιότητα σοκολάτας, η μη ομοιόμορφη ανάμειξη και καθυστέρηση στη διανομή με RPN 96 και 84 αντίστοιχα. Άλλες σημαντικές αιτίες περιλάμβαναν την κακή διαστρωμάτωση και λάθος επισήμανση (RPN 72).

Μετά τις Διορθωτικές Ενέργειες, οι τιμές RPN για την ποιότητα σοκολάτας, δηλαδή η μη ομοιόμορφη ανάμειξη και η καθυστέρηση στη διανομή, μειώθηκαν σημαντικά σε 20 και 16 αντίστοιχα. Όλες οι άλλες αιτίες παρουσίασαν παρόμοιες μειώσεις, με τις περισσότερες να έχουν RPN μικρότερο από 20.

## Κεφάλαιο 5. Συζήτηση

Από τα αποτελέσματα παρατηρούμε ότι ο κρίσιμος δείκτης προδιαγραφών και για τα δύο προϊόντα είναι μεγαλύτερος ή ίσος του 1 με αποτέλεσμα να θεωρούνται εντός προδιαγραφών και να γίνονται αποδεκτά. Ωστόσο, όπως είδαμε στα διαγράμματα υπάρχουν κάποιες οριακές τιμές που μπορούν να αναλυθούν περαιτέρω και που αν δε δοθεί προσοχή μπορούν να μας βγάλουν εκτός προδιαγραφών.

Έχοντας αναλύσει τις δυσκολίες ορισμού της ποιότητας καθώς και τις προδιαγραφές που καλό είναι να ακολουθεί μία βιομηχανία τροφίμων για να θεωρηθεί αξιόπιστη γίνεται αντιληπτή η λεπτομέρεια που πρέπει να δοθεί στο σχεδιασμό της παραγωγικής διαδικασίας. Κάθε βήμα πρέπει να έχει μελετηθεί πολυπλεύρως και να ακολουθείται όσο το δυνατόν με μεγαλύτερη ακρίβεια από τους υπαλλήλους. Ακόμα οι βιομηχανίες είναι έμψυχες οντότητες καθώς δεν έχουν μηχανοποιηθεί εντελώς. Αλλά ακόμα και στην περίπτωση της ολικής μηχανοποίησης ο ανθρώπινος παράγοντας δεν είναι αμελητέος καθώς κάποιος θα πρέπει να είναι υπεύθυνος για τη ρύθμιση των μηχανών και τη συντήρησή τους. Επομένως, κρίνεται απαραίτητη η εκπαίδευση και κινητοποίηση του εκάστοτε υπαλλήλου για την ορθότερη ακολουθία των σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας.

Το πιο σημαντικό ίσως μέρος της εκπαίδευσης ενός νέου εργαζομένου είναι η εμφύσηση του οράματος του εργοδότη και η πίστη στην ομαδική δουλειά. Μια βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών στοχεύει στην ευχαρίστηση του τελικού καταναλωτή. Στην προσφορά ενός τροφίμου που η αξία του είναι να ενεργοποιήσει τους γευστικούς κάλυκες του καταναλωτή και να του διεγείρει τις ορμόνες της ευχαρίστησης συνδέοντας το γλυκό με μια όμορφη ανάμνηση όπως τα γενέθλια ενός αγαπημένου προσώπου και την φιλική ατμόσφαιρα του εορτασμού. Για να συμβεί όμως αυτό πρέπει το γλυκό να είναι υψηλής ποιότητας και προφανώς ασφαλές. Για να πετύχει αυτό η βιομηχανία πρέπει να έχει λειτουργήσει σωστά και οι συνδετικοί κρίκοι όλων των σταδίων είναι οι άνθρωποι που δουλεύουν σε κάθε πόστο.

Το ίδιο όραμα πρέπει να εμφυσηθεί και σε κάθε παλιό εργαζόμενο καθώς η μετεκπαίδευση κατά τη διάρκεια της εργασίας αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο ώστε οι εργαζόμενοι να

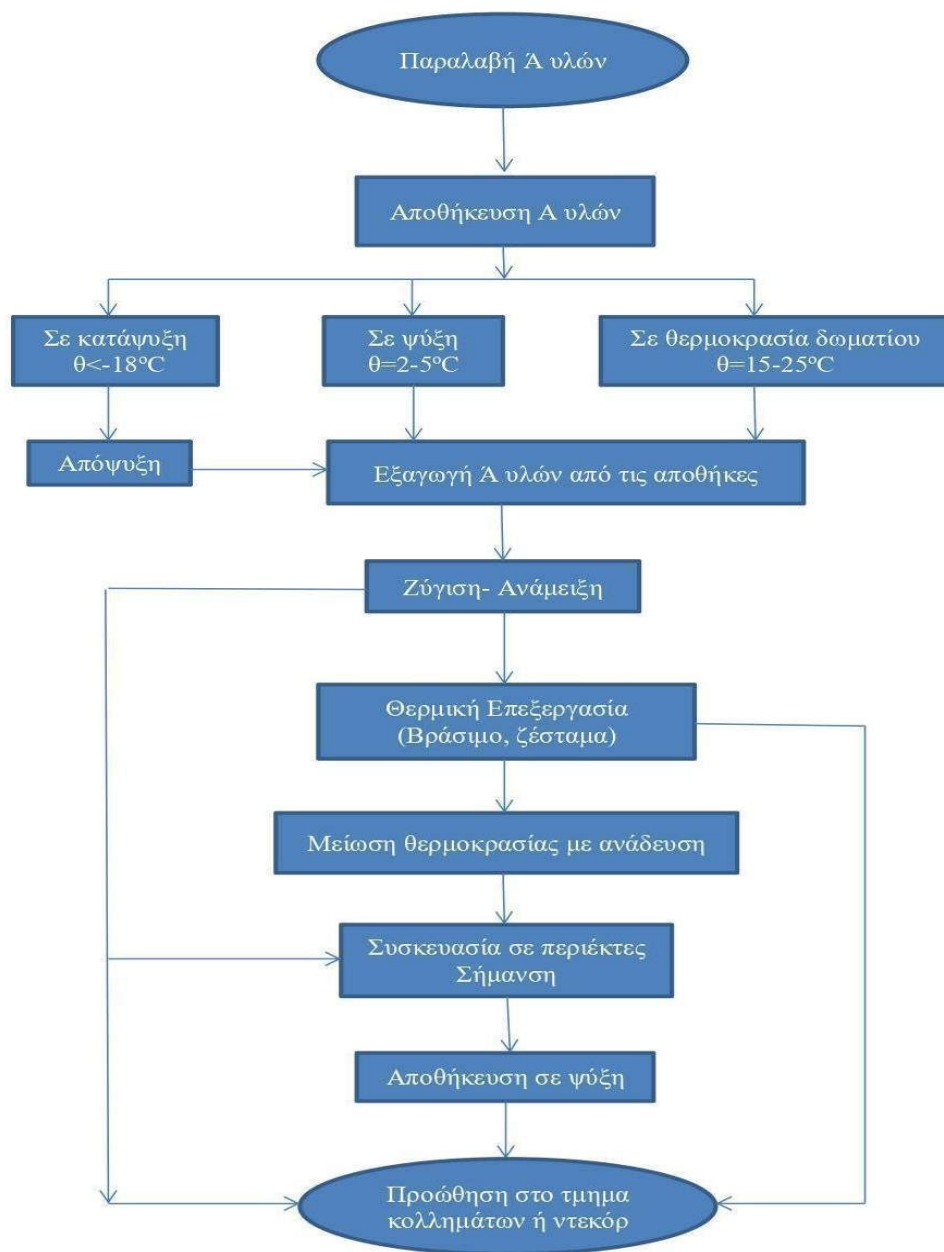
εξελίσσονται και να μπορούν να συνδράμουν ενεργά σε ένα καλύτερο ποιοτικά προϊόν που θα προκύπτει από μία αναβαθμισμένη και με περισσότερη ακρίβεια ρυθμισμένη παραγωγική διαδικασία.

Τα παραπάνω βασίζονται στη μέθοδο τακούμι. Η μέθοδος τακούμι είναι ουσιαστικά μία φιλοσοφία που μπορεί να εφαρμοστεί σε οποιαδήποτε παραγωγική διαδικασία στις μέρες μας με σκοπό να τελειοποιηθεί βελτιώνοντας κάθε μικρή λεπτομέρεια. Σύμφωνα με τη μέθοδο ο κάθε εργαζόμενος θα έπρεπε να προσπαθεί να φτάνει στο μέγιστο των δυνατοτήτων του και έτσι η βιομηχανία να αναπτύσσει όλο και πιο ικανούς υπαλλήλους. Οι πιο ικανοί υπάλληλοι με τη σειρά τους είναι πιο πιθανό να είναι ακριβείς και να δίνουν προσοχή στην παραμικρή παρέκκλιση της παραγωγής από το απαιτητό και κατ' επέκταση να μπορούν να διορθώσουν άμεσα τα τυχόν λάθη. Σε περίπτωση που οι παρασπονδίες ή τα σφάλματα δεν είναι άμεσα επιλύσιμα, οι εργαζόμενοι θα έχουν την άνεση να επιστήσουν την προσοχή των άλλων μελών και των ανωτέρων στο πρόβλημα και να προτείνουν λύσεις μακροπρόθεσμες για καλύτερο σχεδιασμό της διαδικασίας και αποφυγή σφαλμάτων.

Επίσης, μια βιομηχανία που ακολουθεί την φιλοσοφία τακούμι μπορεί να εστιάσει και στο εργασιακό περιβάλλον. Απαιτείται να εστιάσει σε αυτό. Επιλέγοντας μία ομάδα εργαζομένων με θετικά χαρακτηριστικά προσωπικότητας, ανθρώπους που σέβονται την προσωπικότητα του συναδέλφου του, που κινητοποιούν τον εαυτό τους αλλά και τους άλλους να βελτιώνονται επαγγελματικά κάθε μέρα μέσω ευγενούς άμιλλας και παράλληλα στηρίζουν το ομαδικό πνεύμα η ποιότητα της παραγωγής σίγουρα θα είναι καλύτερη γιατί θα υπάρχει γνήσιο ενδιαφέρον από τους ίδιους τους υπαλλήλους. Επιπλέον, εάν ο υπεύθυνος της βιομηχανίας ενισχύει αυτό το πνεύμα και επιτρέπει την ύπαρξη γόνιμου διαλόγου κρατώντας παράλληλα τα ηνία και καθοδηγώντας προς μία κοινή κατεύθυνση και λογική η βιομηχανία θα ανέλθει.

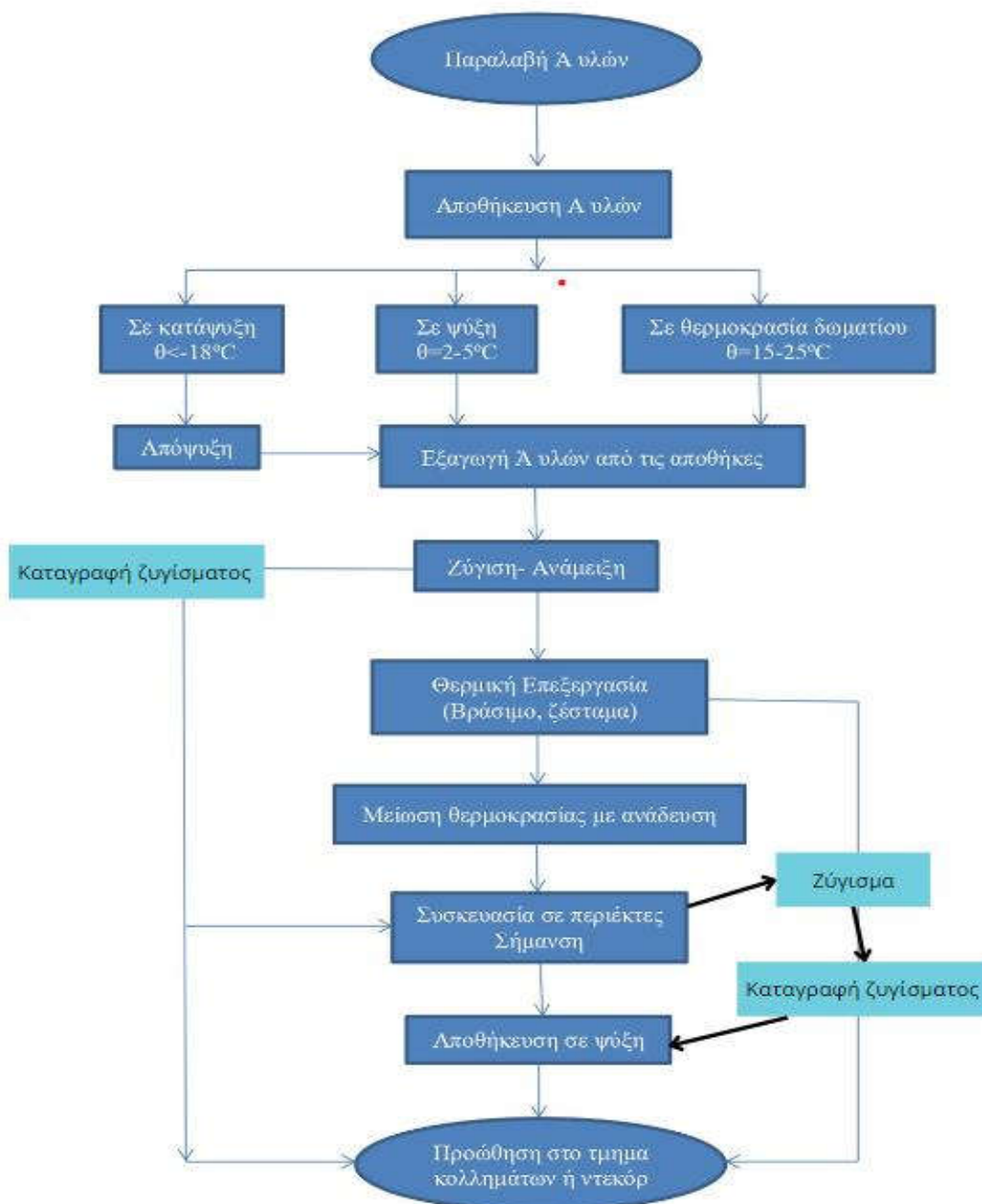
Όσον αφορά στη συγκεκριμένη μέθοδο, πολλοί την χρησιμοποιούν για τη δημιουργία μηχανημάτων ακριβείας. Οπότε μία βιομηχανία τροφίμων που ακολουθεί αυτήν την φιλοσοφία πέρα από το ανθρώπινο δυναμικό θα μπορούσε να εστιάσει και στον εξοπλισμό της που θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο άρτιος ώστε να επιτευχθεί η ύψιστη δυνατή ποιότητα σε συνδυασμό με τα προαναφερθέντα στοιχεία.

Στην εταιρεία που μελετήθηκε στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκαν κάποιες ελαφρές αποκλίσεις συγκεκριμένων περιπτώσεων σε σχέση με τα πρότυπα (που όμως συνδυαστικά και σε στατιστική ανάλυση δε διαφοροποιούσαν τη συνολική ποιότητα από τα επιθυμητά όρια). Ως προς τα βάρη τόσο της τούρτας όσο και της πάστας μπορούμε να έχουμε αποκλίσεις είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω υπέρβαρα και λιποβαρή προϊόντα αντίστοιχα. Αυτό μπορεί να προκύψει από οποιοδήποτε στάδιο της διαδικασίας καθώς σφάλματα έστω και μικρά μπορούν να συμβούν. Αν ο ζυγός έχει απορρυθμιστεί μπορεί να μη ζυγίσει με τον πιστοποιημένο τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζεται νέα ζυγοστάθμιση από επίσημο φορέα. Ωστόσο, ένα λάθος στο ζύγισμα μπορεί να προκύψει κι από ανθρώπινο λάθος κούρασης όπου ο εγκέφαλος θα διαβάσει ανάποδα τα νούμερα της ζυγαριάς αντί για 5,56 να διαβάσει 5,65 και ούτω καθ' εξής. Επίσης, θα μπορούσε μετά το ζύγισμα, στη μεταφορά ή στη σύνθεση να χαθεί ένα μέρος της κρέμας λόγω λάθος τοποθέτησης ή λόγω ατυχήματος.



Διάγραμμα ροής παραγωγής ζεστών και κρύων κρεμών (H1)

Σχήμα 5.1 Διάγραμμα Ροής πριν την προτεινόμενη βελτιστοποίηση



Διάγραμμα ροής παραγωγής ζεστών και κρύων κρεμών (H1)

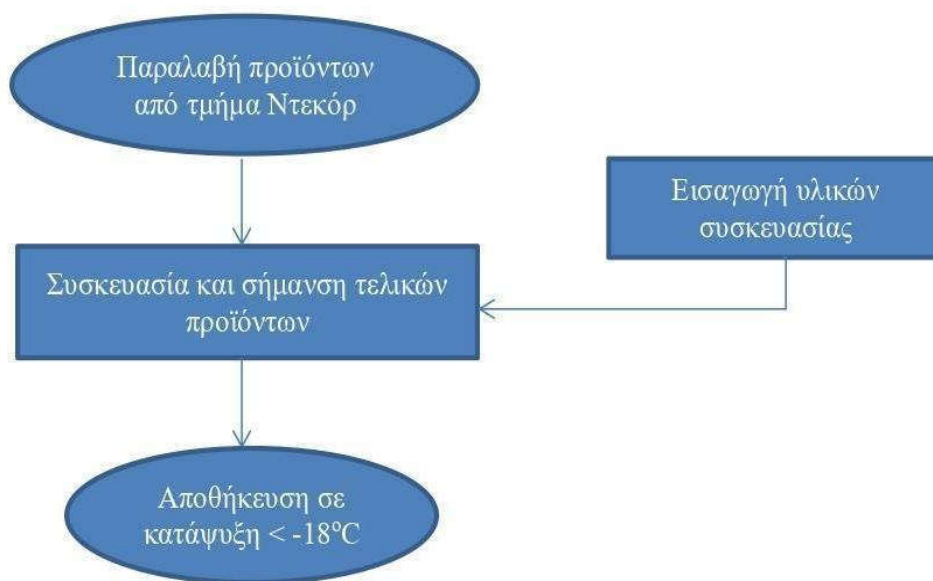
Σχήμα 5.2 Διάγραμμα Ροής μετά την προτεινόμενη βελτιστοποίηση ζυγίσματος

## 5.1 Στοιχεία που μπορούν να μελετηθούν πέραν του βάρους

Η βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών παράγει γλυκά τα οποία πρέπει να συντηρηθούν σε ρυθμισμένες θερμοκρασίες. Για να αποκλειστεί η πιθανότητα απόκλισης των θερμοκρασιών θα πρέπει να ακολουθείται διπλού τρόπου καταγραφή και να παρατηρηθούν όλες οι φάσεις που τα προϊόντα αλλάζουν θερμοκρασία καθώς και η διάρκεια στην οποία παραμένουν στην κάθε θερμοκρασία. Αυτό είναι ένα στοιχείο που προτείνεται να μελετηθεί από την εταιρεία στο μέλλον. Εδώ δίνεται ως παράδειγμα ένα μέρος της παραγωγικής διαδικασίας και πώς αυτό θα μπορούσε να ελεγχθεί πιο αποτελεσματικά.

Το παρακάτω διάγραμμα ροής είναι αυτό που ακολουθείται στην εταιρεία. Το συγκεκριμένο στάδιο αποτελεί το κομμάτι συσκευασίας.



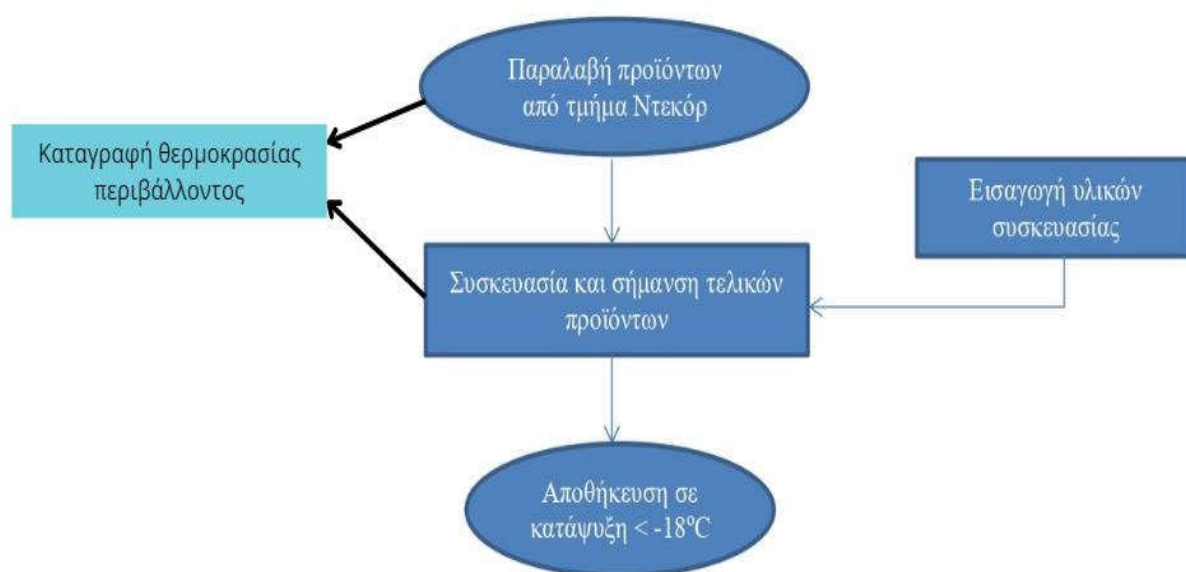


Διάγραμμα ροής τμήματος Συσκευασίας

#### Σχήμα 5.1.1 Διάγραμμα Ροής πριν την προτεινόμενη βελτιστοποίηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος

Παρατηρούμε ότι σε αυτό το στάδιο γίνεται εισαγωγή υλικών συσκευασίας και σήμανση των προϊόντων και κατόπιν αποθηκεύονται σε κατάψυξη. Ωστόσο, δεν αναφέρεται η θερμοκρασία του χώρου συσκευασίας και πώς εκτιμάται τόσο αυτή όσο και η θερμοκρασία της κατάψυξης. Αφού ακολουθούνται πιστοποιητικά η θερμοκρασία μετράται με καταγραφικό αλλά για να είναι η εταιρεία σίγουρη ότι δε θα προκύψει κάποιο αλάρμ που δε θα ληφθεί εγκαίρως υπόψιν των εργαζομένων θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί μία ακριβής στρατηγική για το ποιοι από τους εργαζόμενους θα λαμβάνουν αλάρμ από τα καταγραφικά όταν η εταιρεία είναι κλειστή και κανείς δεν εργάζεται. Επίσης, θα πρέπει να έχει καθοριστεί ότι γίνεται και καθημερινή καταγραφή ανά τακτά διαστήματα των θερμοκρασιών έτσι ώστε

να ελέγχεται παράλληλα αν το καταγραφικό λειτουργεί σωστά και σε περίπτωση που αυτό δε συμβαίνει να υπάρχει επιβεβαίωση της ασφάλειας των τροφών λόγω σωστής συντήρησης. Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω αυτό παρουσιάζεται και στο διάγραμμα ροής. Ως θέμα αυτή η κατεύθυνση θα μπορούσε να μελετηθεί στην πράξη στο μέλλον ώστε η εταιρεία να διευκολύνει την ποιότητα της



Διάγραμμα ροής τμήματος Συσκευασίας

Σχήμα 5.1.2 Διάγραμμα Ροής μετά την προτεινόμενη βελτιστοποίηση θερμοκρασίας περιβάλλοντος

Από την άλλη υπάρχει η μέθοδος Taguchi η οποία είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τον σχεδιασμό πειραμάτων και χρησιμοποιείται για τη βελτιστοποίηση διαδικασιών και προϊόντων, ειδικά σε πολυπαραγοντικά πειράματα τα οποία χρησιμοποιήθηκαν και στην παρούσα εργασία. Η μέθοδος αυτή μπορεί να συνδυαστεί με πολυπαραγοντικά πειράματα για την ελαχιστοποίηση της παραλλαγής και την επίτευξη της ανθεκτικότητας (robustness) ενός συστήματος, μειώνοντας έτσι την ευαισθησία σε εξωτερικούς παράγοντες.

## **Βασικές Αρχές της Μεθόδου Taguchi**

### **1. Ορθογώνιοι Πίνακες (Orthogonal Arrays):**

- Χρησιμοποιούνται για να σχεδιάσουν τα πειράματα με αποτελεσματικό τρόπο, μειώνοντας τον αριθμό των πειραματικών συνδυασμών που απαιτούνται σε σύγκριση με ένα πλήρες παραγοντικό πείραμα.
- Κάθε παράγοντας και τα επίπεδα του κατανέμονται με τρόπο που καλύπτει όλες τις πιθανές συνδυαστικές αλληλεπιδράσεις με ελάχιστα πειράματα.

### **2. Αναλογία Σήματος προς Θόρυβο (Signal-to-Noise Ratio, S/N):**

- Χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης του συστήματος με βάση το σήμα (επιθυμητό αποτέλεσμα) και το θόρυβο (παραλλακτικότητα ή ανεπιθύμητες επιδράσεις).
- Βοηθά στην επιλογή των βέλτιστων συνθηκών που μειώνουν την επίδραση των εξωτερικών παραγόντων (θορύβου).

### **3. Σχεδιασμός Ρομποτισμού (Robust Design):**

- Εστιάζει στη βελτιστοποίηση των παραμέτρων του συστήματος για να παραχθούν σταθερά και αξιόπιστα αποτελέσματα υπό διάφορες συνθήκες.

## **Στάδια Εφαρμογής της Μεθόδου Taguchi σε Πολυπαραγοντικά Πειράματα**

**1. Προσδιορισμός Παραγόντων και Επιπέδων:**

- Επιλέξτε τους παράγοντες που θέλετε να μελετήσετε (π.χ., θερμοκρασία, υγρασία, χρόνος κ.λπ.).
- Καθορίστε τα επίπεδα για κάθε παράγοντα.

**2. Επιλογή Ορθογώνιου Πίνακα:**

- Επιλέξτε έναν κατάλληλο ορθογώνιο πίνακα (π.χ., L9, L18, L27) που ταιριάζει με τον αριθμό των παραγόντων και των επιπέδων που έχετε.
- Κάθε σειρά του πίνακα αντιπροσωπεύει ένα πείραμα.

**3. Διεξαγωγή Πειραμάτων:**

- Εκτελέστε τα πειράματα σύμφωνα με τον ορθογώνιο πίνακα, μετρώντας την απόδοση ή τα χαρακτηριστικά ενδιαφέροντος.

**4. Υπολογισμός της S/N Αναλογίας:**

- Υπολογίστε την αναλογία σήματος προς θόρυβο για κάθε πειραματική συνθήκη για να αξιολογήσετε την απόδοση και την παραλλακτικότητα.

**5. Ανάλυση Δεδομένων:**

- Αναλύστε τα δεδομένα για να προσδιορίσετε ποιοι παράγοντες και επίπεδα έχουν τη μεγαλύτερη επίδραση στην απόδοση του συστήματος.
- Χρησιμοποιήστε διαγράμματα και στατιστικές μεθόδους (π.χ., ANOVA) για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

**6. Βελτιστοποίηση Παραμέτρων:**

- Προσδιορίστε τις βέλτιστες συνθήκες για τους παράγοντες που θα μεγιστοποιήσουν την απόδοση και θα ελαχιστοποιήσουν τον θόρυβο.

Παράλληλα, ως προς τα διπαραγοντικά πειράματα παρατηρείται ότι μπορεί να υπάρχουν βέλτιστοι παράγοντες. Για παντεσπάνι με χρόνο ψησίματος 25 λεπτά, ο βέλτιστος χρόνος ανάδευσης φαίνεται να είναι περίπου 10 λεπτά, καθώς αυτός ο συνδυασμός δίνει την υψηλότερη απόκριση (Σκορ 2). Για μικρότερο χρόνο ψησίματος (20 λεπτά), η αύξηση του χρόνου ανάδευσης βελτιώνει την υφή, οπότε ίσως να απαιτείται μεγαλύτερος χρόνος ανάδευσης για καλύτερα αποτελέσματα. Για μεγαλύτερο χρόνο ψησίματος (30 λεπτά), η υφή φαίνεται να επηρεάζεται λιγότερο από τον χρόνο ανάδευσης.

Οι διορθωτικές ενέργειες που εφαρμόστηκαν είχαν θετική επίδραση στη μείωση των RPN, όπως αποδεικνύεται από τη μείωση των RPN τιμών μετά τις ενέργειες. Συγκεκριμένα, η χαμηλή ποιότητα σοκολάτας, που ήταν η μεγαλύτερη αιτία πριν τις διορθωτικές ενέργειες, μειώθηκε δραστικά. Η μη ομοιόμορφη ανάμειξη και η καθυστέρηση στη διανομή επίσης βελτιώθηκαν σημαντικά. Επομένως, τα γραφήματα Pareto αποδεικνύονται κατάλληλη μέθοδος ανάλυσης για τα παραγοντικά πειράματα πριν και μετά τις διορθωτικές ενέργειες και επιβεβαιώνουν την αποτελεσματικότητα των διορθωτικών ενεργειών και τη βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος.

Βασίζόμενοι, λοιπόν, στη μέθοδο Ταγκούτσι, και στα συμπεράσματα ως προς τα πλήρη παραγοντικά πειράματα, θα μπορούσαμε να προτείνουμε μία βελτιστοποίηση της βιομηχανικής παραγωγής κατεψυγμένων γλυκών βάσει την μεθόδου απώλειας. Ουσιαστικά αυτή η περίπτωση θα ήταν χρήσιμη στην περίπτωση που η επιχείρηση είναι διατεθειμένη να βελτιστοποιήσει τον εξοπλισμό της καθώς όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται κυρίως από μηχανικούς. Επομένως, αν η εταιρεία μπορεί να εντοπίσει τα σφάλματα του εξοπλισμού της και συνεργαστεί με κατάλληλους μηχανικούς μπορούν να σχεδιαστούν καλύτερα μηχανήματα που να ελαχιστοποιούν τα σφάλματα. Αυτό θα οδηγήσει σε μία καλύτερη παραγωγή εξ' αρχής όπου το ανθρώπινο λάθος το οποίο είναι αναπόφευκτο θα είναι σχετικά μηδαμινό αφού η παραγωγή θα βασίζεται σε πιο σταθερό και ακριβή σχεδιασμό. Άλλωστε η μέθοδος Ταγκούτσι εστιάζει σε σταθερό και αμετάβλητο όσο το δυνατόν περισσότερο από εξωτερικούς παράγοντες σχεδιασμό.

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω σε μετέπειτα μελέτη, θα μπορούσαμε να παρατηρήσουμε την εταιρεία κατεψυγμένων γλυκών τόσο στο σύνολό της όσο και να δούμε σε ποια σημεία παρεκκλίνει ώστε να δίνει προϊόντα λιποβαρή ή υπέρβαρα και να σχεδιάσουμε έναν αλγόριθμο ώστε να ελαχιστοποιείται η απώλεια. Σε μετέπειτα στάδιο αυτός ο αλγόριθμος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για τη δημιουργία εξοπλισμού που θα χρησιμοποιηθεί από την εταιρεία και θα τεσταριστεί για να επιλεγεί και να στοχεύσει σε βελτιστοποίηση της ποιότητας με σκοπό την πρόληψη και την ελάχιστη δυνατή απόκλιση από την απώλεια ποιότητας.

## Κεφάλαιο 6. Συμπεράσματα

Συμπεραίνουμε ότι ο έλεγχος της ποιότητας δεν είναι μία απλή υπόθεση τόσο λόγω ορισμού όσο και πράξης. Παράγοντες όπως ο άνθρωπος, οι συνθήκες και οι μηχανές δεν μπορούν να σταθμιστούν εξίσου διότι διαφέρουν στα σημεία. Ωστόσο, οι διαδικασίες μπορούν να βελτιστοποιηθούν εάν η βιομηχανία ακολουθήσει τεχνικές που εστιάζουν στην ακρίβεια, στις ικανότητες του ανθρώπινου δυναμικού, στον εξοπλισμό και στο εργασιακό περιβάλλον.

Η παρούσα βιομηχανία κατεψυγμένων γλυκών βρίσκεται σε καλό επίπεδο ποιότητας αφού τα προϊόντα που μελετήθηκαν εμπίπτουν στις προϋποθέσεις ποιότητας ως προς το βάρος τους. Ωστόσο, με δεδομένο ότι υπήρχαν κάποιες μικρές αποκλίσεις συγκεκριμένων μεμονωμένων περιπτώσεων, η εταιρεία μπορεί να ακολουθήσει τεχνικές και φιλοσοφίες όπως η μέθοδος τακούμι για να βελτιστοποιήσει την παραγωγή της. Θα μπορούσε να κάνει αναλύσεις και σε άλλα προϊόντα και για άλλα στοιχεία ποιότητας όπως η θερμοκρασία συντήρησης και να επιλέξει τρόπους καταγραφής και ελέγχου που θα κάνουν την παραγωγή πιο δύσκολο να αποκλίνει από τα πρότυπα.

Έχοντας επίσης εστιάσει στους βέλτιστους παράγοντες ως προς τον χρόνο ψησίματος και τον χρόνο ανάδευσης, υπολογίζεται ότι το κόστος μειώνεται χωρίς να διαφοροποιείται η ποιότητα. Άρα η σχέση κόστους-απόδοσης-ποιότητας βελτιστοποιείται. Βάσει αυτών των συμπερασμάτων σε μετέπειτα στάδιο μπορούν να σχεδιαστούν αντίστοιχα πειράματα για όλους τους σημαντικούς παράγοντες της παραγωγής κατεψυγμένων γλυκών. Λαμβάνοντας παράλληλα υπόψη το σχεδιασμό ταγκούτσι μπορεί να βελτιστοποιηθεί η παραγωγή χρησιμοποιώντας τους βέλτιστους παράγοντες και στοχεύοντας σε βελτιωμένο εξοπλισμό της εταιρείας με σκοπό την άμεση αποφυγή αποτυχίας.

## Κεφάλαιο 7. Βιβλιογραφία

- Υ.Α. 91354/2017 (ΦΕΚ 2983/Β' 30.7.2017) Κωδικοποίηση Κανόνων Διακίνησης και Εμπορίας Προϊόντων και Παροχής Υπηρεσιών (Κανόνες ΔΙ.Ε.Π.Π.Υ.), Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας
- American Society for Quality (ASQ, <https://asq.org>)
- Αντζουλάκος Δημήτριος (2008). Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις για το αντίστοιχο μάθημα του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, Β' Έκδοση, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Αντζουλάκος Δημήτριος (2009). Στατιστικός Έλεγχος Ποιότητας, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις για το αντίστοιχο μάθημα του Προγράμματος Προπτυχιακών Σπουδών του Τμήματος Στατιστικής και Ασφαλιστικής Επιστήμης, Β' Έκδοση, Πανεπιστήμιο Πειραιώς
- Δερβιτσιώτης Κ. (2001) Ανταγωνιστικότητα με Διοίκηση Ολικής Ποιότητας, Εκδόσεις Interbooks, Αθήνα
- Κούτρας Μ. (2008) Θέματα Στατιστικού Ελέγχου Διεργασίας: Προηγμένα Εργαλεία και Μέθοδοι για τον Έλεγχο της Ποιότητας, Τευχίδιο Α, ΔΠΙ-60, Πάτρα: Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
- Λάμπρου Αθανάσιος 2001 Μέθοδοι Στατιστικού Ελέγχου ποιότητας τροφίμων: Εφαρμογή σε ελληνική βιομηχανία τυροκομικών προϊόντων. Διπλωματική εργασία. ΕΑΠ
- Πρόταση για τα διαγράμματα ροής που απαιτούνται σύμφωνα με την νέα Υγειονομική διάταξη Περιβαλλοντική Υγιεινή & Δημόσια Υγεία (2013)
- Σελεάρη Αιμιλιάνα (2018) Στατιστικός έλεγχος διαδικασιών με τη συνάρτηση απώλειας του Taguchi, Διπλωματική Εργασία. Πολυτεχνείο Κρήτης
- Σταυρακούδης Αθανάσιος. Αναπληρωτής Καθηγητής. Εκπαιδευτικό υλικό στην επίσημη ιστοσελίδα του (2024) <http://stavrakoudis.econ.uoi.gr/stavrakoudis/?iid=785>



- Τζαντ Μοράλες (2023) Τι είναι η ροή εργασίας; Πρότυπα, παραδείγματα, χρήσεις και πώς να φτιάξετε το διάγραμμά του. MindOnMap  
<https://www.mindonmap.com/el/blog/workflow-diagram/>
- Ahmad, S. Hinch, G. Prior, J. Thomas, P. & Burrell, D. (2012). The role of extension in changing the dairy industry in Pakistan: a review. Journal of Animal and Plant Sciences, 2(2)
- Goetsh David & Davis Stanley (2013). Quality Management for Organizational Excellence: Introduction to Total Quality, 7th Edition, Pearson.
- Gould W. A., (1992). Total Quality Management for the Food Industries, CTI Publications Inc., Baltimore, Maryland.
- Mamalis, S., Kafetzopoulos, D.P., Aggelopoulos, S. (2009). The New Food Safety Standard ISO 22000. Assessment, Comparison and Correlation with HACCP and ISO 9000:2000. The Practical Implementation in Victual Business, 113th EAAE Seminar, Chania, Crete, Greece.
- Minitab support. Run chart basiics. Copyright 2024 <https://support.minitab.com/en-us/minitab/help-and-how-to/quality-and-process-improvement/quality-tools/supporting-topics/run-chart-basics/>
- Montgomery, D. C. (2009). Introduction to statistical quality control, 6rd edition, John Wiley & Sons, Inc., U.S.A.
- Montgomery D. C. (2013), Statistical Quality Control, Seventh Edition.
- Shewhart A. (1980). Economic Control of Quality of Manufactured  
Prodst Quality Press.
- Shewhart W.A., Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control, Dover Publications 1939
- Shmueli, G. (2016). Practical acceptance sampling: A hands-on guide Axelrod Schnall Publishers.



- Stefanakis, A. Volanis, M. Zoiopoulos, P. & Hadjigeorgiou, I. (2007). Assessing the potential benefits of technical intervention in evolving the semi-intensive dairysheep farms in Crete. Small Ruminant Research. 72(1).
- Sweet, T., Balakrishnan, J., Robertson, B., Stolee, J. and Karim, S. (2010). Applying quality function deployment in food safety management, British Food Journal, Vol. 112 No. 6.
- Van der Spiegel, M., Luning, P.A., Ziggers, G.W. and Jongen, W.M.F. (2005). Development of the instrument IMAQE-Food to measure effectiveness of quality management, International Journal of Quality & Reliability Management, Vol. 22 No. 3.
- Verst, Lisa-Marie & Winkler, Gertrud & Lachenmeier, Dirk. (2018). Dispensing and serving temperatures of coffee-based hot beverages. Exploratory survey as a basis for cancer risk assessment. Ernährungs Umschau. 65. 64-70. 10.4455/eu.2018.014.
- [https://www.dionet.gr/?page\\_id=431](https://www.dionet.gr/?page_id=431)
- <https://www.gepgroup.gr/brc-global-standard-for-food-safety/>
- 1. **\*\*Minitab Documentation\*\***
- [Factorial Design Documentation] (<https://support.minitab.com/en-us/minitab/20/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/how-to/factorial-design/>)  
  
Οδηγίες και παραδείγματα για τη δημιουργία και ανάλυση παραγοντικών σχεδιασμών στο Minitab.
- 2. **\*\*Minitab Blog and Tutorials\*\*** [Tutorials on DOE] (<https://blog.minitab.com/blog/statistics-and-quality-data-analysis/topic/design-of-experiments-doe>)
- - Εκπαιδευτικά άρθρα και οδηγίες χρήσης για διάφορα εργαλεία του Minitab.

- <https://www.ifm.eng.cam.ac.uk/research/dmg/tools-and-techniques/fmea-failure-modes-and-effects-analysis/>
- [https://www.aua.gr/katsileros/wp-content/uploads/2020/05/experimental\\_designs\\_11.pdf](https://www.aua.gr/katsileros/wp-content/uploads/2020/05/experimental_designs_11.pdf)

## Παράρτημα

### Περιγραφή προϊόντων

Πίνακας 7.1 Τεχνική προδιαγραφή προϊόντος Πάστας Σοκολατίνας

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ							
Κωδικός Προϊόντος:	452001						
Ονομασία Προϊόντος:	ΠΑΣΤΑ ΣΟΚΟΛΑΤΙΝΑ						
Περιγραφή:	Το τελικό προϊόν (πάστα στρογγυλή) που παρασκευάζεται από παντεσπάνι, κρέμα μούς σοκολάτα και επικάλυψη γκανάζ σοκολάτας						
Συστατικά (πρώτες ύλες):	Κουβερτούρα υγείας, σοκολάτα απομίμηση, αυγό πλήρες παστεριωμένο κατεψυγμένο, κρόκος κατεψυγμένος παστεριωμένος, ασπράδι κατεψυγμένο παστεριωμένο, κρέμα φυτική, ποτό cherry, brandy, αλεύρι και άμυλο σιταριού, φυστίκι κροκάν, ζάχαρη, νερό, γαλακτωματοποιητές: Μόνο- και δι-γλυκερίδια λιπαρών οξέων, οξικοί και γαλακτικοί εστέρες μόνο-και δι-γλυκεριδίων των λιπαρών οξέων, καρβοξυμεθυλοκυτταρινικό νάτριο, λεκιθίνη, κακάο 10-12% (4,5%), πηκτικά: σορβιτόλη, διογκωτικές ύλες: πυροφωσφορικό νάτριο και διττανθρακική σόδα, αλάτι, συνθετικό άρωμα: βανιλίνη, χρώμα: E102, E110.						
Χαρακτηριστικά του προϊόντος:	<p><b>ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b></p> <table> <tr> <th><u>Παράμετροι</u></th><th><u>Τιμές</u></th></tr> <tr> <td>Salmonella spp.</td><td>Απουσία /25gr</td></tr> <tr> <td>Listeria</td><td>Απουσία /25gr</td></tr> </table>	<u>Παράμετροι</u>	<u>Τιμές</u>	Salmonella spp.	Απουσία /25gr	Listeria	Απουσία /25gr
<u>Παράμετροι</u>	<u>Τιμές</u>						
Salmonella spp.	Απουσία /25gr						
Listeria	Απουσία /25gr						
Τρόπος χρήσης και ομάδα καταναλωτών που απευθύνεται:	<p>Προορίζεται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.</p> <p>Καταναλώνεται παγωμένο στους 4° C με 6° C χωρίς καμία επεξεργασία.</p> <p>Απευθύνεται σε όλες τις κατηγορίες των καταναλωτών ακόμη και σε ηλικιωμένα άτομα και μικρά παιδιά</p>						

Συσκευασία – Όγκος / Βάρος:	<p>Βάρος τεμαχίου 150 g.</p> <p>Το προϊόν συσκευάζεται σε χαρτοκιβώτιο διαστάσεων 45,5x32,2x8,3 cm.</p> <p>Κάθε κιβώτιο περιέχει 12 τεμάχια τοποθετημένο πάνω σε χαρτινα πατάκια Φ9</p>
Διάρκεια ζωής:	<p>Η διάρκεια ζωής είναι 18 μήνες από την ημερομηνία παραγωγής του προϊόντος .</p> <p>Διάρκεια ζωής μετά την απόψυξη 3-5 ημέρες .</p>
Προτεινόμενη χρήση:	<p>Χονδρική πώληση σε διανομείς ή σε σημεία λιανικής πώλησης όπως, ζαχαροπλαστεία, καφετερίες, αρτοποιεία, σούπερ μάρκετ</p>
Οδηγίες –Σημάνσεις:	<p>Το προϊόν προκειμένου να διατεθεί στην κατανάλωση αποψύχεται σε συντήρηση για 3 έως 4 ώρες.</p> <p>Οι ακόλουθες πληροφορίες είναι αναγραφόμενες πάνω στην συσκευασία του προϊόντος:</p> <p style="text-align: center;"><b>ΠΑΣΤΑ ΣΟΚΟΛΑΤΑ ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΟ ΠΡΟΙΟΝ</b></p> <p><b>Σύνθεση :</b> Κουβερτούρα υγείας, σοκολάτα απομίμηση, αυγό πλήρες παστεριωμένο κατεψυγμένο, κρόκος κατεψυγμένος παστεριωμένος, ασπράδι κατεψυγμένο παστεριωμένο, κρέμα φυτική, ποτό cherry, brandy, αλεύρι και άμυλο σιταριού, φυτικό κροκάν, ζάχαρη, νερό, γαλακτοματοποιητές: Μόνο- και δι-γλυκερίδια λιπαρών οξέων, οξικοί και γαλακτικοί εστέρες μόνο-και δι-γλυκεριδίων των λιπαρών οξέων, καρβοξυμεθυλοκυτταρινικό νάτριο,λεκιθίνη, κακάο 10-12% (4,5%), πηκτικά: σορβιτόλη, διογκωτικές ύλες: πυροφωσφορικό νάτριο και διττανθρακική σόδα, αλάτι, συνθετικό άρωμα: βανιλίνη, χρώμα: E102, E110.</p> <p style="text-align: center;"><b>ΠΙΘΑΝΟΝ ΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΑΙ ΙΧΝΗ ΞΗΡΩΝ ΚΑΡΠΩΝ</b></p> <p style="text-align: center;"><b>ΤΕΜΑΧΙΑ 12</b></p> <p style="text-align: center;">ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΕΚ ΝΕΟΥ ΚΑΤΑΨΥΞΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΨΥΞΗ</p> <p style="text-align: center;">ΔΙΑΤΗΡΟΥΝΤΑΙ ΓΙΑ 18 ΜΗΝΕΣ ΣΤΟΥΣ -18° C.</p> <p>ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ</p> <p style="text-align: center;"><b>ΗΜ/ΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b> <span style="float: right;"><b>LOT</b></span></p>
Έλεγχοι κατά τη διανομή:	<p>Το προϊόν πρέπει να συντηρείται και να διακινείται σε θερμοκρασία κάτω των -18°C και σε περιοχή απαλλαγμένη από δυσάρεστες οσμές.</p>

**Πίνακας 7.2 Τεχνική προδιαγραφή προϊόντος Τούρτας Σοκολατίνας**

ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ ΠΡΟΪΟΝΤΟΣ							
Κωδικός Προϊόντος:	<b>352001</b>						
Ονομασία Προϊόντος:	<b>ΤΟΥΡΤΑ ΣΟΚΟΛΑΤΙΝΑ</b>						
Περιγραφή:	Το τελικό προϊόν (τούρτα στρογγυλή) που παρασκευάζεται από παντεσπάνι, κρέμα μούς σοκολάτα και επικάλυψη γκανάζ σοκολάτας						
Συστατικά (πρώτες ύλες):	Κουβερτούρα υγείας, σοκολάτα απομίμηση, αυγό πλήρες παστεριωμένο κατεψυγμένο, κρόκος κατεψυγμένος παστεριωμένος, ασπράδι κατεψυγμένο παστεριωμένο, κρέμα φυτική, ποτό cherry, brandy, αλεύρι και άμυλο σιταριού, φυστίκι κροκάν, ζάχαρη, νερό, γαλακτωματοποιητές: Μόνο- και δι-γλυκερίδια λιπαρών οξέων, οξικοί και γαλακτικοί εστέρες μόνο-και δι-γλυκεριδίων των λιπαρών οξέων, καρβοξυμεθυλοκυτταρινικό νάτριο, λεκιθίνη, κακάο 10-12% (4,5%), πηκτικά: σαρβιτόλη, διογκωτικές ύλες: πυροφωσφορικό νάτριο και διττανθρακική σόδα, αλάτι, συνθετικό άρωμα: βανιλίνη, χρώμα: E102, E110.						
Χαρακτηριστικά του προϊόντος:	<b>ΜΙΚΡΟΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ</b>  <table> <tr> <td><u>Παράμετροι</u></td><td><u>Τιμές</u></td></tr> <tr> <td>Salmonella spp.</td><td>Απουσία /25gr</td></tr> <tr> <td>Listeria</td><td>Απουσία /25gr</td></tr> </table>	<u>Παράμετροι</u>	<u>Τιμές</u>	Salmonella spp.	Απουσία /25gr	Listeria	Απουσία /25gr
<u>Παράμετροι</u>	<u>Τιμές</u>						
Salmonella spp.	Απουσία /25gr						
Listeria	Απουσία /25gr						
Τρόπος χρήσης και ομάδα καταναλωτών που απευθύνεται:	<p>Προορίζεται για κατανάλωση από τον άνθρωπο.</p> <p>Καταναλώνεται παγωμένο στους 4° C με 6° C χωρίς καμία επεξεργασία.</p> <p>Απευθύνεται σε όλες τις κατηγορίες των καταναλωτών ακόμη και σε ηλικιωμένα άτομα και μικρά παιδιά</p>						
Συσκευασία – Όγκος / Βάρος:	<p>Βάρος τεμαχίου 1100 g.</p> <p>Το προϊόν συσκευάζεται σε χαρτοκιβώτιο διαστάσεων 35,5x32,2x8,3 cm.</p> <p>Κάθε κιβώτιο περιέχει 1 τεμάχιο τοποθετημένο πάνω σε χαρτόδισκο Φ25.</p>						
Διάρκεια ζωής:	Η διάρκεια ζωής είναι 18 μήνες από την ημερομηνία παραγωγής του προϊόντος .						

	Διάρκεια ζωής μετά την απόψυξη 3-5 ημέρες .
Προτεινόμενη χρήση:	Χονδρική πώληση σε διανομείς ή σε σημεία λιανικής πώλησης όπως, ζαχαροπλαστεία, καφετερίες, αρτοποιεία, σούπερ μάρκετ
Οδηγίες –Σημάνσεις:	<p>Το προϊόν προκειμένου να διατεθεί στην κατανάλωση αποψύχεται σε συντήρηση για 3 έως 4 ώρες.</p> <p>Οι ακόλουθες πληροφορίες είναι αναγραφμένες πάνω στην συσκευασία του προϊόντος:</p> <p style="text-align: center;"><b>ΤΟΥΡΤΑ ΣΟΚΟΛΑΤΑ ΚΑΤΕΨΥΓΜΕΝΟ ΠΡΟΙΟΝ</b></p> <p><b>Σύνθεση :</b> Κουβερτούρα υγείας, σοκολάτα απομίμηση, αυγό πλήρες παστεριωμένο κατεψυγμένο, κρόκος κατεψυγμένος παστεριωμένος, ασπράδι κατεψυγμένο παστεριωμένο, κρέμα φυτική, ποτό cherry, brandy, αλεύρι και άμυλο σιταριού, φυστίκι κροκάν, ζάχαρη, νερό, γαλακτοματοποιητές: Μόνο- και δι-γλυκερίδια λιπαρών οξέων, οξικοί και γαλακτικοί εστέρες μόνο-και δι-γλυκεριδίων των λιπαρών οξέων, καρβοξυμεθυλοκυτταρινικό νάτριο, λεκιθίνη, κακάο 10-12% (4,5%), πηκτικά: σορβιτόλη, διογκωτικές ύλες: πυροφωσφορικό νάτριο και διττανθρακική σόδα, αλάτι, συνθετικό άρωμα: βανιλίνη, χρώμα: E102, E110.</p> <p style="text-align: center;"><b>ΠΙΘΑΝΟΝ ΝΑ ΠΕΡΙΕΧΟΝΤΑΙ ΙΧΝΗ ΞΗΡΩΝ ΚΑΡΠΩΝ</b></p> <p style="text-align: center;"><b>TEMAXIO 1</b></p> <p style="text-align: center;">ΑΠΑΓΟΡΕΥΕΤΑΙ Η ΕΚ ΝΕΟΥ ΚΑΤΑΨΥΞΗ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΨΥΞΗ</p> <p style="text-align: center;">ΔΙΑΤΗΡΕΙΤΑΙ ΓΙΑ 18 ΜΗΝΕΣ ΣΤΟΥΣ –18° C.</p> <p style="text-align: center;">ΠΑΡΑΓΕΤΑΙ ΑΠΟ ΤΗΝ</p> <p style="text-align: center;"><b>ΗΜ/ΝΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b> <span style="float: right;"><b>LOT</b></span></p>
Έλεγχοι κατά τη διανομή:	Το προϊόν πρέπει να συντηρείται και να διακινείται σε θερμοκρασία κάτω των -18°C και σε περιοχή απαλλαγμένη από δυσάρεστες οσμές.

**Πίνακας 7.3 Μετρήσεις Φάσης Ι**

Πάστες	12τμχ/κιβωτιο (1,8kg/κιβωτιο)		Τούρτα	1,1kg/ τεμάχιο
Αριθμός δείγματος	Βάρος δείγματος		Αριθμός δείγματος	Βάρος δείγματος
1	1.785		1	1.109
2	1.802		2	1.11
3	1.79		3	1.065
4	1.8		4	1.159
5	1.83		5	1.09
6	1.773		6	1.15
7	1.79		7	1.14
8	1.76		8	1.08
9	1.822		9	1.145
10	1.8		10	1.06
11	1.815		11	1.08
12	1.81		12	1.11
13	1.844		13	1.09

14	1.82		14	1.12
15	1.765		15	1.1
16	1.777		16	1.105
17	1.8		17	1.115
18	1.805		18	1.109
19	1.82		19	1.09
20	1.8		20	1.125



**Πίνακας 7.4 Μετρήσεις Φάσης II**

Πάστες	12τμχ/κιβώτιο		Τούρτα	1τμχ/κιβώτιο
Αριθμός δείγματος	Βάρος δείγματος		Αριθμός δείγματος	Βάρος δείγματος
21	1.84		21	1.125
22	1.82		22	1.115
23	1.773		23	1.05
24	1.79		24	1.09
25	1.75		25	1.09
26	1.774		26	1.112
27	1.78		27	1.19
28	1.8		28	1.17
29	1.82		29	1.102
30	1.815		30	1.09
31	1.79		31	1.015
32	1.809		32	1.13
33	1.81		33	1.109
34	1.8		34	1.14

35	1.79		35	1.15
36	1.795		36	1.105
37	1.781		37	1.102
38	1.792		38	1.085
39	1.801		39	1.098
40	1.808		40	1.19
41	1.795		41	1.17
42	1.83		42	1.102
43	1.762		43	1.09
44	1.82		44	1.015
45	1.777		45	1.13
46	1.795		46	1.109
47	1.805		47	1.14
48	1.769		48	1.15
49	1.78		49	1.09
50	1.8		50	1.101

Υπεύθυνη Δήλωση Συγγραφέα:

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν.1599/1986, η παρούσα εργασία αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής μου εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής δικαιώματα διανοητικής ιδιοκτησίας, προσωπικότητας και προσωπικών δεδομένων τρίτων, δεν περιέχει έργα/εισφορές τρίτων για τα οποία απαιτείται άδεια των δημιουργών/δικαιούχων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής, οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον και πληρούν τους κανόνες της επιστημονικής παράθεσης.