



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

<< ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ SIX SIGMA ΚΑΤΑ ΤΗΝ
ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ>>

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΡΟΚΟΣ ΦΡΑΓΚΟΥΛΗΣ

ΔΡΑΜΑ

ΜΑΙΟΣ 2025

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' οιονδήποτε 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.



ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΥ SIX SIGMA ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

Επιτροπή Επίβλεψης Διπλωματικής Εργασίας

Επιβλέπων Καθηγητής:

Κρόκος Φραγκούλης

Συν-Επιβλέπων Καθηγητής:

Παπαδάκης Ιωάννης

ΔΡΑΜΑ

ΜΑΙΟΣ 2025

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη σε όλους όσους με στήριξαν κατά την διάρκεια συγγραφής της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής μου.

Αρχικά τις ιδιαίτερες ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου Κ. Κρόκο Φραγκούλη για την πολύτιμη καθοδήγηση και υποστήριξη του κατά τη διάρκεια της μελέτης μου προκειμένου να ολοκληρωθεί με επιτυχία η διπλωματική εργασία.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Προϊσταμένη του τμήματος Ποιοτικού Ελέγχου Κ. Μαριά Μακροπούλου και τον υπεύθυνο του τμήματος Συνεχούς Βελτίωσης Κ.Μπαρούς Ιωάννη για την διάθεση δεδομένων και χρήσιμων πληροφοριών που μου παρείχαν καθώς και την προθυμία τους να με συμβουλέψουν αξιοποιώντας την εμπειρία και τις γνώσεις τους.

Ειλικρινή ευγνωμοσύνη στους συναδέλφους μου που πρόθυμα με βοήθησαν να συλλέξω τα απαραίτητα δεδομένα και ήταν δίπλα μου όποτε τους χρειάστηκα για την επιτυχή ολοκλήρωση της μελέτης.

Τέλος δεν θα μπορούσα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στην οικογένειά μου για την υπομονή, την στήριξη και την συνεχή ενθάρρυνση καθ' όλη τη διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Η συμβολή όλων σας ήταν πολύτιμη, σας ευχαριστώ από καρδιάς.

Περίληψη

Ο ανταγωνισμός στην αγορά αυξάνεται συνεχώς στον σύγχρονο περιβάλλον. Η ανάγκη για συνεχή βελτίωση και αύξηση της παραγωγικότητας οδηγεί καθημερινά τις σύγχρονες επιχειρήσεις να στραφούν σε νέες μεθόδους και τεχνικές προκειμένου να επιτύχουν τον σκοπό τους. Αρκετές μεθοδολογίες έχουν αναπτυχθεί προκειμένου να βοηθήσουν τις εταιρίες να αποκτήσουν ανταγωνιστικό πλεονεκτημα και να βελτιώσουν την παραγωγικότητα και τις υπηρεσίες τους.

Η παρούσα μελέτη περιγράφει την εφαρμογή της μεθοδολογίας 6 Sigma κατά την επεξεργασία προϊόντος σε γραμμή παραγωγής Βιομηχανίας Τροφίμων. Η μεθοδολογία αυτή εστιάζει στην ανάλυση δεδομένων με την χρήση εργαλείων ποιότητας και στατιστικών μεθόδων προκειμένου να βελτιωθούν οι διεργασίες παραγωγής, να μειωθούν τα σφάλματα και να αυξηθεί η αποδοτικότητα της παραγωγής.

Το ερευνητικό μέρος της επικεντρώνεται στο στάδιο επεξεργασίας και κοπής χορτοφαγικής φέτας σε κομμάτι των 200gr σε Βιομηχανία Τροφίμων παραγωγής φυτικών υποκατάστατων. Συγκεκριμένα εστιάζει στην φύρα που δημιουργείται κατά την επεξεργασία του προϊόντος ώστε να εντοπιστούν τα σημεία που ευθύνονται για την αυξημένη απόρριψη ελαττωματικού προϊόντος. Αρχικά με την χρήση μεθοδολογίας DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) πραγματοποιήθηκε η συλλογή δεδομένων ώστε να προσδιοριστούν με ακρίβεια τα στάδια και οι παράγοντες που επηρεάζουν την δημιουργία αυξημένης φύρας. Στην συνέχεια με βάση την ανάλυση των παραγόντων θα εφαρμοστούν διορθωτικές ενέργειες προκειμένου να μειωθεί το πρόβλημα και να αυξηθεί η παραγωγικότητα της Βιομηχανίας.

Συνοψίζοντας, η μελέτη περίπτωσης της παρούσας εργασίας αναλύει, εφαρμόζει και επιβεβαιώνει την εφαρμογή της μεθοδολογίας Six Sigma σε Βιομηχανία Τροφίμων οδηγώντας σε σημαντική μείωση φύρας, στην βελτίωση ποιότητας και στην ικανοποίηση πελατών.

Λέξεις κλειδιά:

Six Sigma, DMAIC, Ελαττωματικά προϊόντα , Δείκτες Ικανότητας Διεργασίας,
Επεξεργασία φυτικού τυριού

ABSTRACT

Competition is increasing more and more in the modern environment. The need for continuous improvement and increased productivity drives modern businesses daily to turn to new methods and techniques to achieve their goals. Several methods have been developed to help companies gain a competitive edge and improve their productivity and services.

This study focuses on the application of the 6 Sigma methodology in the processing of products on a production line in the Food Industry. This methodology emphasizes data analysis using quality tools and statistical methods to improve production processes, reduce errors, and increase production efficiency.

The research part focuses on the processing and cutting stage of vegetarian feta into 200g pieces in a plant-based products industry. Specifically, it concentrates on the waste generated during product processing to identify the points responsible for the increase in defective product waste. Initially, data collection was carried out using the DMAIC methodology (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) to accurately determine the stages and factors influencing the increased product waste generation. Subsequently, based on the analysis of the factors, corrective actions will be implemented to reduce the problem and increase the productivity of the industry.

In summary, the case study of this work analyzes, applies, and confirms the implementation of the Six Sigma methodology in the Food Industry, leading to a significant reduction in rejections, improvement in quality, and customer satisfaction.

Keywords:

Six Sigma, DMAIC, Defective products, Process Capability Indices, Plant-based cheese processing

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	5
Περιεχόμενα	8
Κατάλογος Εικόνων & Σχημάτων	10
Κατάλογος Πινάκων	11
Κατάλογος Διαγραμμάτων	11
Συντομογραφίες & Ακρωνύμια.....	12
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	13
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ SIX SIGMA	15
1.1 ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	15
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ 6 ΣΙΓΜΑ	17
1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ SIX SIGMA.....	18
2. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ SIX SIGMA	21
2.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PARETO (PARETO CHART)	21
2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΚΟΡΠΙΣΗΣ.....	23
2.3 ΚΑΤΑΙΓΙΣΜΟΣ ΙΔΕΩΝ	24
2.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ SIPOC	25
2.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΙΤΙΟΥ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ (FISHBONE-ISHIKAWA).....	26
2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ SIX SIGMA ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ	28
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ DMAIC.....	30
3.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ (DEFINE).....	31
3.2 ΜΕΤΡΗΣΗ (MEASURE)	32
3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ (ANALYZE).....	33
3.4 ΒΕΛΤΙΩΣΗ (IMPROVE)	34
3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ (CONTROL)	36
4. ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ SIX SIGMA	37
5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ 6 SIGMA ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ	39
5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΤΑΙΡΙΑΣ.....	39
5.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΟΥ ΘΑ ΜΕΛΕΤΗΘΕΙ	41
5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ DMAIC	42
5.2.1 ΣΤΑΔΙΟ 1 ^ο : ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ (DEFINE)	42

5.2.2 ΣΤΑΔΙΟ 2 ^ο : ΜΕΤΡΗΣΗ (MEASURE).....	52
5.2.3 ΣΤΑΔΙΟ 2 ^ο : ΑΝΑΛΥΣΗ (ANALYZE)	56
5.2.4 ΣΤΑΔΙΟ 3 ^ο : ΒΕΛΤΙΩΣΗ (IMPROVE).....	63
5.2.4.1 Διαδικασίες.....	64
5.2.4.2 Ανθρώπινο δυναμικό και προσωπικό.....	65
5.2.4.3 Εξοπλισμός και Υποδομές	66
5.2.5 ΣΤΑΔΙΟ 5 ^ο : ΈΛΕΓΧΟΣ (CONTROL)	68
5.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CONTROL CHARTS)	70
6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	77
6.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ	80
Βιβλιογραφία.....	81

Κατάλογος Εικόνων & Σχημάτων

Σχήμα 1 : Γράφημα Pareto με δεδομένα που δείχνουν την συχνότητα των λόγων καθυστερημένης άφιξης στη δουλεία

Σχήμα 2 : Γραφήματα που δείχνουν τα τρία είδη συσχέτισης ανάμεσα στις μεταβλητές

Σχήμα 3: Διάγραμμα Ροής Κοπτικής Μηχανής Φέτας

Σχήμα 4 : Διάγραμμα Αιτίου-Αποτελέσματος Αύξησης απόρριψης Vegan Φέτας σε block 200gr

Εικόνα 1 : Παράδειγμα διαγράμματος SIPOC

Εικόνα 2 : Παράδειγμα Διαγράμματος Αιτίου- Αποτελέσματος

Εικόνα 3 : Στάδια μεθοδολογίας DMAIC

Εικόνα 4 - Πλάκα Vegan φέτας 12,5Kg

Εικόνα 5: Σπασμένα κομμάτια σε Block 200gr vegan φέτας

Εικόνα 6 : Ακατάλληλη σύσταση προϊόντος

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Ομάδα εφαρμογής DMAIC

Πίνακας 2 : SIPOC DIGRAM διαδικασίας παραγωγής και επεξεργασίας vegan feta block

Πίνακας 3 : Αποδεκτά όρια βάρους block τελικής συσκευασίας

Πίνακας 4: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση block 200gr

Κατάλογος Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 1 : Ραβδόγραμμα συνολικής ποσότητας απορρίψεων (Kg) ανά μήνα του έτους 2024

Διάγραμμα 2 : Ραβδόγραμμα συνολικής ποσότητας απορρίψεων ανά αίτιο για το έτος 2024

Διάγραμμα 3 : Διάγραμμα Pareto συνολική ποσότητα απορρίψεων ανά αίτιο για το έτος 2024

Συντομογραφίες & Ακρωνύμια

ΑΟΠ	Ανώτατο Όριο Προδιαγραφής
ΕΑΠ	Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο
ΓΤΟ	Γενετικά Τροποποιημένοι Οργανισμοί
ΔΟΠ	Διοίκηση Ολικής Ποιότητας
ΚΟΠ	Κατώτατο Όριο Προδιαγραφής
ΚΡΙV	Key Process Input Variable
ΚΡΟV	Key Process Output Variable
DMAIC	Define-Measure-Analyze-Improve-Control
BRC	Βρετανική Κοινοπραξία Λιανεμπορίου
Cpk	Δείκτης Ικανότητας Διεργασίας
Cpu	Δείκτης Ικανότητας Διεργασίας προς το άνω όριο
Cpl	Δείκτης Ικανότητας Διεργασίας προς το άνω όριο
HACCP	Ανάλυση Κινδύνων και Κρίσιμα Σημεία Ελέγχου

Εισαγωγή

Η μεθοδολογία Six Sigma αποτελεί μία συστηματική μέθοδο βελτίωσης της ποιότητας η οποία βασίζεται στην συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Έχει εφαρμοστεί παγκοσμίως με μεγάλα ποσοστά επιτυχίας προάγοντας την συνεχή βελτίωση σε πολλούς οργανισμούς. Η αποτελεσματικότητα της μεθοδολογίας βασίζεται στην χρήση εργαλείων ποιότητας και στατιστικών εργαλείων τα οποία εφαρμόζονται κατά την διάρκεια του κύκλου DMAIC, μέσω του οποίου εντοπίζεται το βασικό πρόβλημα, εξετάζονται τα αίτια και τίθενται στόχοι ελαχιστοποίησης των αποκλίσεων και βελτίωσης της συνολικής απόδοσης. Κεντρικός άξονας της μεθοδολογίας είναι η ικανοποίηση του καταναλωτή εστιάζοντας στις ανάγκες του, γεγονός που καθιστά την Six Sigma ένα σημαντικό εργαλείο για την βιώσιμη ανάπτυξη ενός οργανισμού.

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την εφαρμογή εργαλείων συνεχούς βελτίωσης σε Βιομηχανία Τροφίμων, εστιάζοντας στην ανάπτυξη μεθοδολογίας Six Sigma. Συγκεκριμένα θα εστιάσουμε στην μείωση της φύρας, η οποία προκύπτει κατά την διεργασία παραγωγής vegan φέτας σε block 200gr αναλύοντας παράλληλα την απόδοση της κοπτικής μηχανής που παράγει το συγκεκριμένο προϊόν. Η συγκεκριμένη μηχανή παρουσιάζει μεγαλύτερα ποσοστά απόρριψης από τις υπόλοιπες κοπτικές μηχανές με αποτέλεσμα να προκαλεί οικονομικές επιπτώσεις και μειωμένη απόδοση στην εταιρία. Στόχος της μελέτης είναι να αναπτύξει μία τεκμηριωμένη προσέγγιση βελτίωσης που θα οδηγήσει σε μείωση της φύρας και κατ' επέκταση στην βελτίωση της αποδοτικότητας και παραγωγικότητας.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στην μεθοδολογία η οποία πρόκειται να αναλυθεί παρουσιάζοντας στην συνέχεια την ιστορική αναδρομή της Μεθοδολογίας 6-Σίγμα. Επιπλέον, παρουσιάζεται το περιεχόμενο, τα μέσα, τα εργαλεία και ο σκοπός της συγκεκριμένης μεθοδολογίας βελτίωσης βοηθώντας τον αναγνώστη να κατανοήσει σε πρώτο βαθμό το θέμα το οποίο μελετάται στην παρούσα εργασία.

Συνεχίζοντας στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται τα διαγράμματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση των δεδομένων που θα προκύψουν από την συγκεκριμένη μελέτη.

Το επόμενο κεφάλαιο αναλύει με τρόπο λεπτομερή τα πέντε στάδια της μεθόδου, μεθοδολογία DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) τα οποία θα

εφαρμοστούν από την ομάδα του έργου προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος που έχει τεθεί.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα πολλαπλά οφέλη που παρουσιάζει η μεθοδολογία Six Sigma καθώς και οι προκλήσεις που μπορεί να αντιμετωπίσει η επιχείρηση κατά την διάρκεια εφαρμογής της οδηγώντας την σε μη επιτυχή αποτελέσματα.

Το πέμπτο κεφάλαιο αφορά την Μελέτη Περίπτωσης. Αναλύεται διεξοδικά το πειραματικό μέρος της εργασίας όπου εφαρμόζονται όλα τα στάδια της μεθοδολογίας σε πραγματικό χρόνο σε Βιομηχανία Τροφίμων η οποία παράγει vegan υποκατάστατα προϊόντα . Ξεκινάει η συλλογή δεδομένων για ένα διάστημα 8 μηνών. Τα δεδομένα αφορούν την απόρριψη σε μία γραμμή παραγωγής vegan φέτας σε block 200gr. Στην συνέχεια τα δεδομένα αυτά αναλύονται προκειμένου να προκύψει ένα αποτέλεσμα το οποίο θα καθορίσει και το πρόβλημα το οποίο πρέπει να επιλυθεί . Επιπλέον προτείνονται λύσεις βελτίωσης οι οποίες θα εφαρμοστούν αρχικά σε μικρή πιλοτική κλίμακα προκειμένου να επιβεβαιωθεί η αποτελεσματικότητά τους. Αφού ολοκληρωθεί το στάδιο αυτό θα παρουσιαστούν διαγράμματα ελέγχου και σχολιασμός των αποτελεσμάτων.

Το τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας αφορά τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την διαδικασία που ακολούθησε. Γίνεται ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων, παρουσιάζονται τα θετικά που προέκυψαν από την εφαρμογή της μεθοδολογίας καθώς και οι δυσκολίες. Τέλος θα αναφερθούν τυχόν βλέψεις και καινοτομίες που θα εφαρμοστούν από την Βιομηχανία έπειτα από την παρουσίαση και τις προτάσεις της διπλωματικής εργασίας.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ SIX SIGMA

1.1 ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΟΛΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Ο όρος ποιότητα είναι αρκετά περίπλοκος και κατά καιρούς έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί οι οποίοι διαφοροποιούνταν ανάλογα με την σκοπιά από την οποία εξεταζόταν ο όρος. Σύμφωνα με τον Ελληνικό Οργανισμό Τυποποίησης (ΕΛ.Ο.Τ), ο επίσημος ορισμός της έννοιας «ποιότητας», ο οποίος αναφέρεται στο διεθνές πρότυπο ISO 9000:2015 είναι ο εξής “ Ο βαθμός στον οποίο ένα σύνολο εγγενών χαρακτηριστικών πληροί απαιτήσεις” . Ο παραπάνω ορισμός δίνει έμφαση σε δύο έννοιες, ο όρος

«εγγενές» σημαίνει πως τα χαρακτηριστικά αυτά αφορούν τα λειτουργικά και φυσικά χαρακτηριστικά ενός προϊόντος και δεν εξαρτώνται από άλλους παράγοντες επιπλέον ο όρος «απαιτήσεις» ο οποίος αναφέρεται στις ανάγκες των πελατών και των ενδιαφερόμενων μερών, σε νομοθετικές και κανονιστικές απαιτήσεις καθώς και σε απαιτήσεις στο πλαίσιο συμβάσεων ή/και απαιτήσεις του ίδιου του Οργανισμού. Στην σύγχρονη πλέον εποχή η ποιότητα είναι άμεσα συνδεδεμένη με την συνεχή βελτίωση και την συστηματική διαχείριση των διεργασιών η οποία στοχεύει στην ικανοποίηση των πελατών καθώς και την συνολική αποτελεσματικότητα της εταιρίας. Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας αποτελεί μία αναμφισβήτητη προσπάθεια των επιχειρήσεων να επιτευχθεί ολική επιτυχία και ικανοποίηση όλων των ενδιαφερόμενων μερών. Η ιδέα της ΔΟΠ δημιουργήθηκε από τον Deming, Juran , Armand V. Feigenbaum ξεκινώντας από τον χώρο της βιομηχανίας, παρ’ όλα αυτά πλέον έχει εξαπλωθεί και καθιερωθεί σε όλες τις εταιρίες. Στην ουσία, η ΔΟΠ σχετίζεται έμμεσα ή άμεσα με όλες τις διεργασίες μίας επιχείρησης λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους , τους σκοπούς του οργανισμού αλλά και τις απαιτήσεις των πελατών. Επιπλέον, διασφαλίζει πως όλο το προσωπικό εργάζεται με γνώμονα την κουλτούρα, τις διαδικασίες και τα πρότυπα ώστε να επιτυγχάνεται η συνεχής βελτίωση. Πρόκειται για μία μεθοδολογία η οποία διασφαλίζει την βιωσιμότητα της επιχείρησης στην ανταγωνιστική αγορά (Klefsjö, 2001).

Η φιλοσοφία της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας μπορεί να συνοψιστεί σε 5 κοινές αρχές οι οποίες είναι οι εξής (Koc, 2006) :

- Ηγεσία
- Εστίαση στην Ικανοποίηση και ευχαρίστηση του πελάτη και των εργαζομένων
- Έμφαση στη Συνεχή Βελτίωση (Κύκλος Deming)
- Συμμετοχή όλων των εργαζομένων του οργανισμού και της Ανώτερης Διοίκησης
- Μετρήσεις κατά την πραγματοποίηση διεργασιών

Οι επιχειρήσεις οι οποίες εφαρμόζουν την ΔΟΠ είναι σε πλεονεκτική θέση καθώς επιφέρει θετικές συνέπειες στον οργανισμό και ανοίγει τον δρόμο προς την αειφόρο ανάπτυξη. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικά από τα οφέλη αποτελεσματικής εφαρμογής της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας (Psomas, 2014) :

1. Αύξηση των εσόδων
2. Αύξηση πωλήσεων
3. Ικανοποίηση πελατών
4. Βελτίωση επιχειρηματικής απόδοσης
5. Μείωση λειτουργικού κόστους
6. Δημιουργία ομαδικής κουλτούρας η οποία οδηγεί σε υψηλά επίπεδα απόδοσης στην εργασία
7. Βιωσιμότητα και ευημερία στον οργανισμό

Η ΔΟΠ αποτελεί ένα σύστημα διαχείρισης το οποίο αποτελείται από αξίες, εργαλεία, μεθοδολογίες οι οποίες στοχεύουν στην συνεχή βελτίωση και την ικανοποίηση των πελατών. Με όλες τις προαναφερθείσες αξίες δημιουργείται η οργανωτική κουλτούρα. Η μεθοδολογία Six Sigma πρόκειται για μία από αυτές τις μεθοδολογίες που εντάσσεται στην Διοίκηση Ολικής Ποιότητας και προωθεί την βελτίωση των προϊόντων και των διαδικασιών (Klefsjö, 2001) . Είναι μία μεθοδολογία άμεσα συνδεδεμένη με την ΔΟΠ και θα αναλυθεί εκτενώς παρακάτω.

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ 6 ΣΙΓΜΑ

Στις μέρες μας, η καινοτομία παίζει καθοριστικό ρόλο στην συνεχή βελτίωση των βιομηχανιών και στην πλεονεκτική ανάδειξη τους στην ανταγωνιστική αγορά. Οι εταιρίες προσπαθούν να βελτιώσουν τα προϊόντα, τις διαδικασίες και τις υπηρεσίες τους προκειμένου να διατηρήσουν την ποιότητα και να ικανοποιούν τις απαιτήσεις των πελατών στο αυξανόμενο ανταγωνιστικό επίπεδο της αγοράς (Azis and Osada, 2010). Προκειμένου οι βιομηχανίες να επιτύχουν την βελτίωση που επιθυμούν και να αυξήσουν την απόδοση τους, πρέπει να χρησιμοποιήσουν κάποια εργαλεία και τεχνικές. Η μεθοδολογία Six Sigma, πρόκειται για ένα στατιστικό εργαλείο βελτίωσης που αποσκοπεί στην βελτίωση της απόδοσης των διαδικασιών και των προϊόντων. Βασίζεται κατά κύριο λόγο στην πρόληψη, τη μείωση μεταβλητότητας των διεργασιών καθώς και την μείωση των ελαττωματικών προϊόντων (defects). Πιο συγκεκριμένα η μεθοδολογία αυτή χρησιμοποιείται για να εξασφαλίσει πως το επίπεδο ποιότητας είναι σχεδόν άριστο και πως δεν υπάρχουν πάνω από 3,4 ανά εκατομμύριο ελαττωματικές διαδικασίες και προϊόντα .

Η δημιουργία της Six Sigma τοποθετείται χρονολογικά την δεκαετία του 1980 από τον Διευθυντή της Motorola. Ο Διευθυντής Bob Galvin σε συνεργασία με συγκεκριμένους συναδέλφους του επικεντρώθηκαν στην προσπάθεια να μειώσουν τα ελαττωματικά κατασκευαστικά προϊόντα και να βελτιώσουν την ποιότητα τους (Gapinski, 2008). Πράγματι το 1987 ξεκίνησε για πρώτη φορά ένα πρόγραμμα με ονομασία «The Six Sigma Quality Program» το οποίο με την βοήθεια στατιστικών μεθόδων αξιολογεί την ικανότητα μίας διεργασίας με προσέγγιση περίπου 3,4 ελαττωματικά ανά εκατομμύριο προσπάθειες, ένα ποσό σχεδόν μηδενικό. Ξεκίνησε έτσι μία ολική αναδιοργάνωση με στόχο να γίνει η επαναξιολόγηση διάφορων μεθόδων και διαδικασιών έτσι ώστε η παραγωγή των προϊόντων να καλύπτει πλήρως τα όρια των προδιαγραφών που έχει ορίσει η επιχείρηση. Το πρόγραμμα αυτό εφαρμόστηκε άμεσα όχι μόνο στην παραγωγική διεργασία αλλά στην διοίκηση και στις διάφορες υπηρεσίες. Η εταιρία της Motorola μέσα σε μία δεκαετία είχε εμφανή δείγματα επιτυχίας με εξοικονόμηση δισεκατομμυρίων δολαρίων.

Μετά την επιτυχία αυτή της Motorola ακολούθησαν και άλλες εταιρίες να χρησιμοποιούν την μέθοδο Six Sigma όπως: Toshiba, Bank of America , Samsung προκειμένου να μειώσουν το κόστος και να βελτιώσουν την ποιότητα στον ανταγωνιστικό χώρο της αγοράς.

1.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ SIX SIGMA

Η μεθοδολογία 6 Sigma αποτελεί μία τεχνική βελτίωσης για τις επιχειρήσεις. Είναι ο καλύτερος τρόπος για να βελτιωθεί η ποιότητα, να μειωθούν τα απορρίμματα και οι βιομηχανίες να μπορέσουν να παράγουν καλύτερα , πιο γρήγορα και φθηνότερα προϊόντα (Pyzdek & Keller 2010) . Έχουν δοθεί διάφοροι ορισμοί στην συγκεκριμένοι μεθοδολογία, παρακάτω αναφέρονται μερικοί από αυτούς.

Ο Tomkins (1997) ορίζει την Six Sigma ως «ένα πρόγραμμα που στοχεύει στην σχεδόν εξάλειψη των ελαττωμάτων από κάθε προϊόν, διαδικασία και συναλλαγή» .

Ο Harry (1998) ορίζει το Six Sigma ως «μια στρατηγική πρωτοβουλία για την ενίσχυση της κερδοφορίας, την αύξηση του μεριδίου αγοράς και τη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών μέσω στατιστικών εργαλείων που μπορούν να οδηγήσουν σε σημαντικά κβαντικά κέρδη στην ποιότητα»

Οι Park, Lee & Chung (1999) πιστεύουν ότι η Six Sigma είναι ένα «νέο στρατηγικό παράδειγμα διοικητικής καινοτομίας για την επιβίωση της εταιρείας σε αυτόν τον 21ο αιώνα, το οποίο συνεπάγεται τρία πράγματα: στατιστική μέτρηση, στρατηγική διαχείρισης και κουλτούρα ποιότητας» .

Οι Pyzdek και Keller (2010) πιστεύουν ότι η Six Sigma είναι μια «αυστηρή, εστιασμένη και εξαιρετικά αποτελεσματική εφαρμογή αποδεδειγμένων αρχών και τεχνικών ποιότητας. Η Six Sigma στοχεύει σε επιχειρήσεις σχεδόν χωρίς σφάλματα».

Παρά τους διάφορους ορισμούς που δόθηκαν από σπουδαίους επιστήμονες η μεθοδολογία 6σ αποτελείται από διάφορα βήματα τα οποία η κάθε επιχείρηση θα πρέπει να ακολουθήσει προκειμένου να πετύχει την συνεχή βελτίωση και τα αποτελέσματα που επιφέρει η εφαρμογή της μεθόδου. Η φιλοσοφία Six Sigma είναι ένα σύστημα διαχείρισης το οποίο αναφέρεται στην ικανότητα διεργασίας προκειμένου να αξιολογηθεί αν μία διεργασία είναι εντός των ορίων που έχει καθορίσει μία εταιρία. Για τον λόγο αυτό υπάρχει και το ελληνικό γράμμα "σ", το οποίο είναι ο συμβολισμός της τυπικής απόκλισης και εκφράζει την μεταβλητότητα μίας διεργασίας (Prasad, 2012). Προκειμένου μία διεργασία να θεωρηθεί σταθερή θα πρέπει η απόσταση του μέσου όρου της διεργασίας και των ορίων ανοχής να είναι τουλάχιστον 6 φορές η τυπική απόκλιση (σ). Επομένως η διεργασία είναι εντός αποδεκτών ορίων με ελάχιστη πιθανότητα παραγωγής ελαττωματικών προϊόντων. Στην περίπτωση που η τυπική

απόκλιση (σ) είναι χαμηλή, η μεταβλητότητα της διεργασίας είναι επίσης χαμηλή και αυτό οδηγεί σε μειωμένα ελαττώματα και υψηλές επιδόσεις και μειωμένα ελαττώματα. Η αρχή αυτή αποτελεί βάση της μεθοδολογίας Six Sigma η οποία έχει ως στόχο την βελτίωση της ποιότητας μέσω της μείωσης της διακύμανσης στις διεργασίες.

Η Six Sigma είναι μία μεθοδολογία συνεχούς βελτίωσης και χωρίζεται σε 2 φάσεις οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους. Η πρώτη είναι γνωστή ως DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) και χρησιμοποιείται για την επίλυση προβλημάτων με στόχο την βελτίωση και την αύξηση παραγωγής και απόδοσης. Η δεύτερη φάση ονομάζεται DFSS (Design for Six Sigma) και εστιάζει στην καινοτομία και την προληπτική επίλυση προβλημάτων σύμφωνα με τις απαιτήσεις των πελατών. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές των μεθόδων όπως DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify), DIDOV (Define, Identify, Design, Optimize, Verify), IDOV (Identify, Design, Optimize, Verify), IDEAS (Identify, Design, Evaluate, Act, Sustain), IVOC (Input, Variation, Output, Control) οι οποίες μπορούν να χρησιμοποιούν συνδυαστικά με τις 2 κύριες φάσεις που αναφέρθηκαν από τις επιχειρήσεις.

Υπάρχει ένα σύστημα έξι ζωνών το οποίο συμπεριλαμβάνεται στην δομή της μεθοδολογίας και δίνει την ικανότητα στους εργαζομένους του οργανισμού που ασχολούνται με την συγκεκριμένη μεθοδολογία να εκπαιδεύονται στην Six Sigma και να συμβάλουν πιο αποδοτικά στην αύξηση παραγωγικότητας τους.

Οι ζώνες διαφέρουν ανάλογα με την εκπαίδευση που λαμβάνει ο κάθε εκπαιδευόμενος και χωρίζονται ως εξής από την μικρότερη θέση στην μεγαλύτερη :

- Κίτρινη ζώνη : Γίνεται μία εισαγωγή στην μεθοδολογία DMAIC, είναι το αρχικό στάδιο όταν κάποιος αποφασίζει να ασχοληθεί με την μεθοδολογία Six Sigma
- Πράσινη ζώνη : Οι εκπαιδευόμενοι εμβαθύνουν στις διάφορες φάσεις στην μεθοδολογία και λαμβάνουν διάφορες στατιστικές γνώσεις, μπορούν να αναλάβουν διάφορα έργα και να παίρνουν πρωτοβουλίες.
- Μαύρη ζώνη : Πρόκειται για μία ζώνη που όποιος την κατέχει μπορεί πλέον να ηγηθεί και να διαχειριστεί πολύπλοκα έργα που θα του αναθέσει η εταιρία. Ο κάτοχος της μαύρης ζώνης είναι ο διαχειριστής και ο ηγέτης του έργου ο οποίος οραματίζεται, σχεδιάζει και συντονίζει το έργο. Μπορεί να θεωρηθεί και ως μέντορας ο οποίος οργανώνει όλη την ομάδα, συζητάει με τους συναδέλφους

όλα τα στάδια που πρέπει να ακολουθηθούν για μία επιτυχημένη ολοκλήρωση του έργου.

Η εφαρμογή του Six Sigma θα πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένα στελέχη της εταιρίας τα οποία θα οργανώνουν και όλη την υπόλοιπη ομάδα. Παρακάτω αναλύονται οι βασικότεροι ρόλοι στο πλαίσιο εφαρμογής της μεθοδολογίας Six Sigma:

- **Champion:** Πρόκειται για το ανώτερο στέλεχος της εταιρίας το οποίο μετατρέπει το όραμα και τις αξίες της σε μία στρατηγική η οποία εξυπηρετεί τους στόχους του οργανισμού. Ευθυγραμμίζει τους στρατηγικούς στόχους του έργου προσδιορίζοντας τους απαραίτητους πόρους και αφαιρώντας εμπόδια τα οποία μπορεί να επηρεάσουν την επιτυχία του έργου.
- **Deployment Manager:** Είναι ένα στέλεχος υπεύθυνο για την οργάνωση της στρατηγικής ανάπτυξης της μεθοδολογίας. Συνεργάζεται άμεσα με την κατηγορία Champions και Black Belts για να προσδιορίσουν και να υλοποιήσουν με ακρίβεια το όραμα της εταιρίας.
- **Project Sponsor:** Ο ρόλος του Project Sponsor είναι κυρίως να επιβλέπει την διαδικασία εφαρμογής Six Sigma για την υλοποίηση του έργου. Λειτουργεί ως σύνδεσμος ανάμεσα στα μέλη της ομάδας και της Διοίκησης κρατώντας ενήμερους τους ενδιαφερόμενους για την πρόοδο του έργου σε κάθε φάση της μεθοδολογίας. Τέλος παρέχουν καθοδήγηση δίνοντας οδηγίες στους ενδιαφερόμενους και επιβλέποντας το χρονοδιάγραμμα του έργου
- **Master Black Belt:** Είναι ο κορυφαίος εμπειρογνώμονας καθώς είναι υπεύθυνος για την συνολική επιτυχία του έργου Six Sigma . Κυριότερες αρμοδιότητες του είναι να συντονίζει, να ηγείται, να εκπαιδεύει τα υπόλοιπα μέλη της ομάδας (Black Belts, Green Belts, Yellow Belts) καθώς και να παρέχει υποστήριξη και καθοδήγηση σε πολύπλοκα έργα.
- **Black Belts:** Ένας βασικός ηγέτης του έργου, πλήρους ή μερικής απασχόλησης, του οποίου καθήκοντα είναι να διασφαλίσει πως εκτελούνται με ακρίβεια όλες οι διαδικασίες του έργου, εποπτεύει την ανάλυση των δεδομένων και την εφαρμογή στατιστικών εργαλείων
- **Green Belts:** Τα μέλη αυτά της ομάδας αναλαμβάνουν συνήθως έργα μικρότερης κλίμακας με την καθοδήγηση των Black Belts. Συλλέγουν δεδομένα τα οποία είναι απαραίτητα για την υλοποίηση του έργου,

προσδιορίζουν τα πεδία εφαρμογής του και καθοδηγούν τα υπόλοιπα μέλη όταν αυτό είναι απαραίτητο.

- Yellow Belts: Τα άτομα αυτά έχουν λάβει την βασική γνώση της μεθοδολογίας Six Sigma και λειτουργούν υποστηρικτικά κατά την διάρκεια εφαρμογής της μεθοδολογίας. Κατανοούν και εφαρμόζουν την έννοια της μεθοδολογίας προσφέροντας την βοήθεια τους όπου και όταν είναι απαραίτητο.

2. ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ SIX SIGMA

Υπάρχουν διάφορα εργαλεία καθώς και τεχνικές οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας Six Sigma. Οι τεχνικές και τα εργαλεία αυτά είναι διαθέσιμα στην βιβλιογραφία και χρησιμοποιούνται τόσο σε ερευνητικό όσο και σε πρακτικό επίπεδο. Κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας DMAIC χρησιμοποιούνται πιο συχνά τα διαγράμματα διασκόρπισης, ο καταγιγισμός ιδεών, το διάγραμμα ελέγχου, οι δείκτες τρέχουσας επίδοσης, το ψαροκόκαλο, το διάγραμμα Pareto καθώς διάφορα άλλα. Ωστόσο θα αναλύσουμε τα εργαλεία και τις τεχνικές οι οποίες θα χρησιμοποιηθούν για την επίλυση του έργου της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας στο ερευνητικό μέρος.

2.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ PARETO (PARETO CHART)

Το διάγραμμα Pareto εφαρμόστηκε αρχικά από τον Vilfredo Pareto, τον 19^ο αιώνα, βασισμένος στην ιδέα πως το 80% του πλούτου της Ιταλίας άνηκε μόνο στο 20% του πληθυσμού. Διαπίστωσε έτσι πως το 80% των δραστηριοτήτων που πραγματοποιήθηκαν είναι ασήμαντες και αντιπροσωπεύουν μόνο το 20% του αποτελέσματος. Ο κανόνας αυτός εφαρμόστηκε και συνεχίζει να εφαρμόζεται μέχρι και σήμερα γνωστός και ως κανόνας 80/20 (Ahmed, 2011)

Το εργαλείο αυτό έχει άμεση εφαρμογή σε θέματα marketing, πωλήσεων, παράπονα πελατών και διαχείριση ολικής ποιότητας. Για παράδειγμα, όσο αφορά την Βιομηχανία Τροφίμων, η αρχή Pareto χρησιμοποιείται για την ανάλυση παραπόνων πελατών όπου

παρατηρείται πως το 80% των παραπόνων σε θέματα ποιότητας , αφορά το 20% των παραγόμενων προϊόντων. Η εφαρμογή του εργαλείου αυτού δίνει την δυνατότητα στην επιχείρηση να εντοπίσει ποια είναι η πηγή που αποφέρει τα περισσότερα έσοδα και να εστιάσει σε αυτήν. Με τον τρόπο αυτό θα μπορέσει να εντοπίσει τυχόν αστοχίες και να προβεί σε διορθωτικές ενέργειες προκειμένου να πετύχει την βελτίωση και να κατακτήσει ισχυρό ανταγωνιστικό πλεονέκτημα στην αγορά. Η ανάλυση αυτή θα πρέπει να πραγματοποιείται από τον οργανισμό σε τακτά χρονικά διαστήματα προκειμένου να εξετάζονται εν νέου τα τυχόν προβλήματα της εταιρίας και να διασφαλίζονται πως τα προβλήματα αυτή δεν επαναλαμβάνονται μετά την εφαρμογή της ανάλυσης.

Παρά τα οφέλη που προσφέρει η εφαρμογή του εργαλείου Pareto υπάρχουν και κάποιες ελλείψεις οι οποίες είναι οι εξής (Fotopoulos, 2011) :

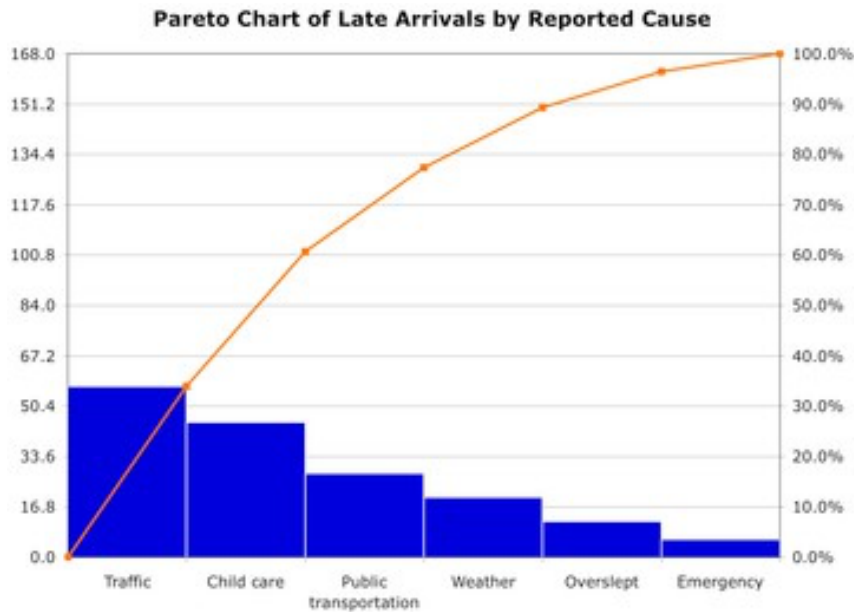
- Δεν παρέχεται κάποια οικονομική αξιολόγηση όσο αφορά τα προβλήματα που αναλύονται με το συγκεκριμένο εργαλείο.
- Δεν εξετάζεται η πιθανότητα να εμφανιστεί ένα πρόβλημα.
- Δεν μπορεί να γίνει εκτίμηση περιοδικότητας σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Ωστόσο ο σωστός συνδυασμός εργαλείων ποιότητας (FMEA, Scatter Plots, Histogram) δίνει την δυνατότητα σε έναν οργανισμό να αποκομίσει τα οφέλη κάθε εργαλείου καθώς το ένα συμπληρώνει το άλλο (Antony. J, 2020).

Τα βήματα που θα βοηθήσουν στην δημιουργία ενός γραφήματος Pareto είναι τα εξής:

1. Ορισμός προβλήματος και επιλογή δεδομένων που θα αναλυθούν
2. Επιλογή χρονικής διάρκειας που έγινε η συλλογή δεδομένων
3. Επιλογή μονάδας μέτρησης
4. Δημιουργία του κάθετου άξονα Y , ο οποίος δείχνει το την συχνότητα εμφάνισης δεδομένων
5. Δημιουργία οριζόντιου άξονα X , ο οποίος δείχνει τα ελαττώματα
6. Τοποθετώντας τα δεδομένα κατά τον τρόπο αυτό θα σχηματιστεί μία ράβδος η οποία δείχνει την συχνότητα που εμφανίζεται ένα δεδομένο

7. Η γραμμή που εμφανίζεται πάνω στο γράφημα δείχνει την αθροιστική συχνότητα των δεδομένων ξεκινώντας από τα δεδομένα με την μεγαλύτερη αθροιστική συχνότητα.



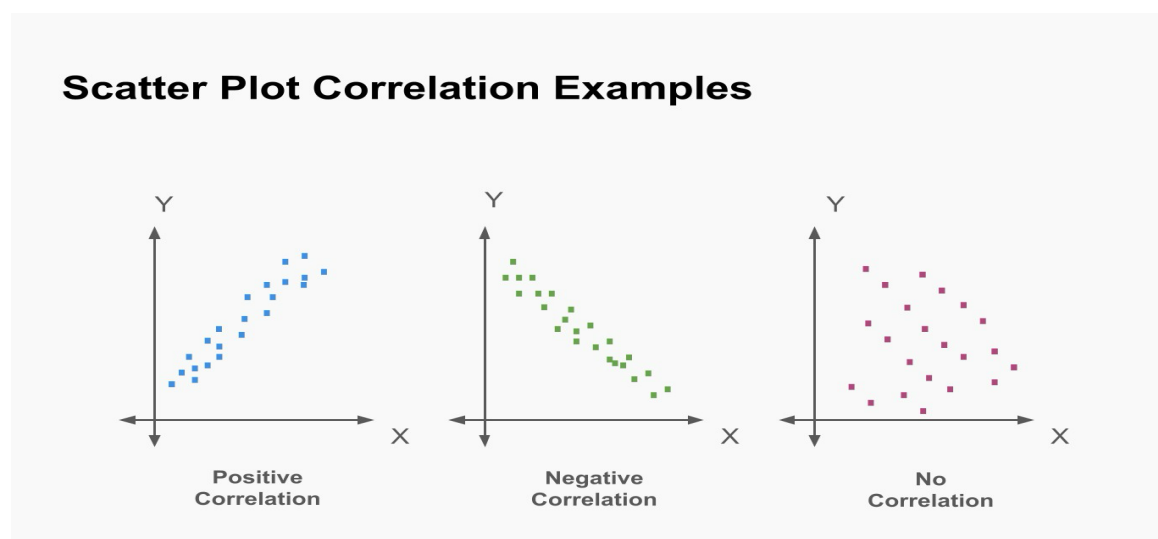
Σχήμα 1 : Γράφημα Pareto με δεδομένα που δείχνουν την συχνότητα των λόγων καθυστερημένης άφιξης στην δουλεία

(Πηγή : https://en.wikipedia.org/wiki/Pareto_chart)

2.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΔΙΑΣΚΟΡΠΙΣΗΣ

Το διάγραμμα διασκόρπισης είναι ένα εργαλείο ποιότητας το οποίο χρησιμοποιείται για την κατανομή δεδομένων σε δύο διαστάσεις προκειμένου να προσδιοριστεί η σχέση μεταξύ δύο μεταβλητών (εξαρτημένη και ανεξάρτητη) όπου τα δεδομένα των μεταβλητών αυτών σχετίζονται ένα προς ένα μεταξύ τους (Neyestani. B, 2017). Πρόκειται για ένα γράφημα το οποίο απεικονίζει τις δύο μεταβλητές σε μορφή σημείων στο επίπεδο δημιουργώντας ζευγάρια στον άξονα X και Y. Με τον τρόπο αυτόν αποτυπώνεται η συσχέτιση των δύο μεταβλητών προκειμένου να δούμε το πόσο

επηρεάζει η μία μεταβλητή την άλλη. Οι συσχετίσεις των μεταβλητών μπορεί να είναι θετικές, αρνητικές ή να μην υπάρχει καμία συσχέτιση. Όταν η συσχέτιση είναι θετική τότε τα σημεία των δύο μεταβλητών είναι τοποθετημένα με μία πορεία προς τα επάνω και δεξιά. Αυτό σημαίνει πως όσο αυξάνονται οι τιμές τις X τόσο αυξάνονται και οι τιμές της Y . Αντιθέτως όταν η συσχέτιση είναι αρνητική τότε όσο αυξάνονται οι τιμές της X , τόσο μειώνονται οι τιμές τις Y . Τέλος όταν τα σημεία είναι διάσπαρτα στην επιφάνεια του άξονα, αυτό σημαίνει πως οι μεταβλητές δεν επηρεάζουν η μία την άλλη και είναι ασυσχέτιστες μεταξύ τους. Παρακάτω παρουσιάζονται τρία διαγράμματα που απεικονίζουν τα είδη της συσχέτισης ανάμεσα στις μεταβλητές.



Σχήμα 2 : Γραφήματα που δείχνουν τα τρία είδη συσχέτισης ανάμεσα στις μεταβλητές
(Πηγή : <https://planyway.com/blog/how-to-make-a-scatter-plot>)

2.3 ΚΑΤΑΙΓΙΣΜΟΣ ΙΔΕΩΝ

Ο καταιγισμός ιδεών ορίζεται ως μία τεχνική η οποία εξετάζει ένα θέμα σε πολλά επίπεδα. Είναι χρήσιμο για τον προσδιορισμό πιθανών λύσεων σε ένα πρόβλημα όπου παίρνουν μέρος όλα τα μέλη μίας ομάδας και είναι ελεύθερα να εκφράσουν τις ιδέες και τις απόψεις τους χωρίς να υπάρχει λάθος και σωστή απάντηση.

Ο δημιουργός της τεχνικής αυτής είναι το στέλεχος μίας διαφημιστικής εταιρίας , ο Alex F. Osborn , ο οποίος παρατήρησε πως η διαδικασία λήψης αποφάσεων ήταν μονότονη και θέλησε να βρει τρόπους για να ενθαρρύνει τους υπάλληλους του να σκεφτούν πιο δημιουργικά.

Ο καταιγισμός ιδεών είναι μία πολύ απλή τεχνική η οποία ενισχύει την ομαδικότητα και μέσω συζητήσεων τα μέλη μίας ομάδας προσπαθούν να βρουν λύσεις σε ένα ζήτημα χωρίς να υπάρχουν αναστολές. Τα μέλη της ομάδας έχουν την ελευθερία να σκεφτούν και να προτείνουν ιδέες οι οποίες θα πρέπει να είναι αποδεκτές από όλους χωρίς να υπάρχει κριτική. Οι ιδέες αυτές αξιολογούνται σε δεύτερο χρόνο και τίθενται σε σειρά σημαντικότητας.

2.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ SIPOC

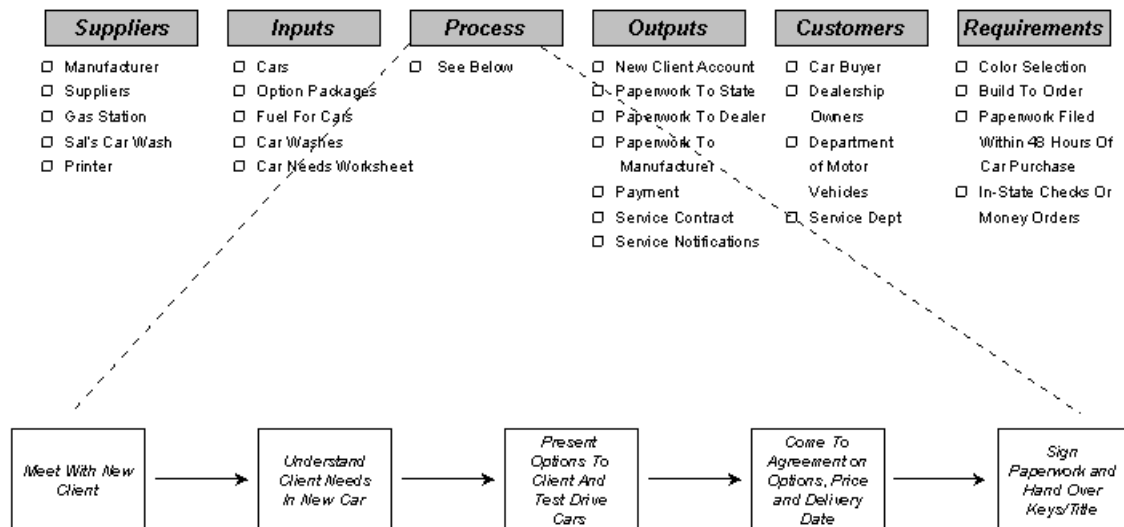
Πρόκειται για ένα διάγραμμα το οποίο εφαρμόζεται συχνά στην μεθοδολογία Six Sigma. Πιο συγκεκριμένα είναι η συντομογραφία Suppliers, Inputs, Processes, Outputs, Customers , αυτό σημαίνει πως στο γράφημα αυτό απεικονίζονται 5 βασικά χαρακτηριστικά μίας επιχειρηματικής διεργασίας. Η απεικόνιση των δεδομένων αυτών γίνονται στο πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας DMAIC της Six Sigma (καθορισμός) χαρτογραφώντας τα στάδια της διεργασίας που πρόκειται να μελετηθεί με σκοπό να εντοπιστούν τα σημεία που χρειάζονται βελτίωση. Η δημιουργία ενός διαγράμματος SIPOC είναι μία απλή διαδικασία η οποία βασίζεται στον καταιγισμό ιδεών και γίνεται μέσω συζητήσεων όλης της ομάδας που ασχολείται με την επίλυση ενός προβλήματος. Το διάγραμμα αυτό ξεκινάει όπως έχει ήδη αναφερθεί στο στάδιο Καθορισμού της μεθοδολογίας DMAIC ωστόσο συνεχίζεται και στα επόμενα στάδια για τον λόγω αυτό θα πρέπει τα μέλη της ομάδας να το χρησιμοποιούν και να το συμβουλεύονται καθ' όλη την διάρκεια της διεργασίας. Αφού τεθούν οι προδιαγραφές από τους πελάτες η εταιρία θα πρέπει να ξεκινήσει την συλλογή δεδομένων προκειμένου να δημιουργήσει ένα πλάνο διεργασιών βασισμένο στις ανάγκες του πελάτη. Η διαδικασία δημιουργίας ενός τέτοιου διαγράμματος μπορεί να συνοψιστεί στα εξής βήματα :

- Επιλογή διεργασίας
- Καθορισμός διεργασίας

- Δημιουργία λίστας εξόδων (outputs) της διεργασίας
- Ορισμός πελατών
- Δημιουργία λίστας εισόδων (inputs) της διεργασίας

SIPOC Diagram

Fictitious Car Dealer Example



© 2001 IsoSigma LLC
<http://www.IsoSigma.com>

Εικόνα 1 : Παράδειγμα διαγράμματος SIPOC (Πηγή : <http://oursolving.blogspot.com/2012/02/712-sipoc-diagram.html>)

2.5 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΙΤΙΟΥ-ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΟΣ (FISHBONE-ISHIKAWA)

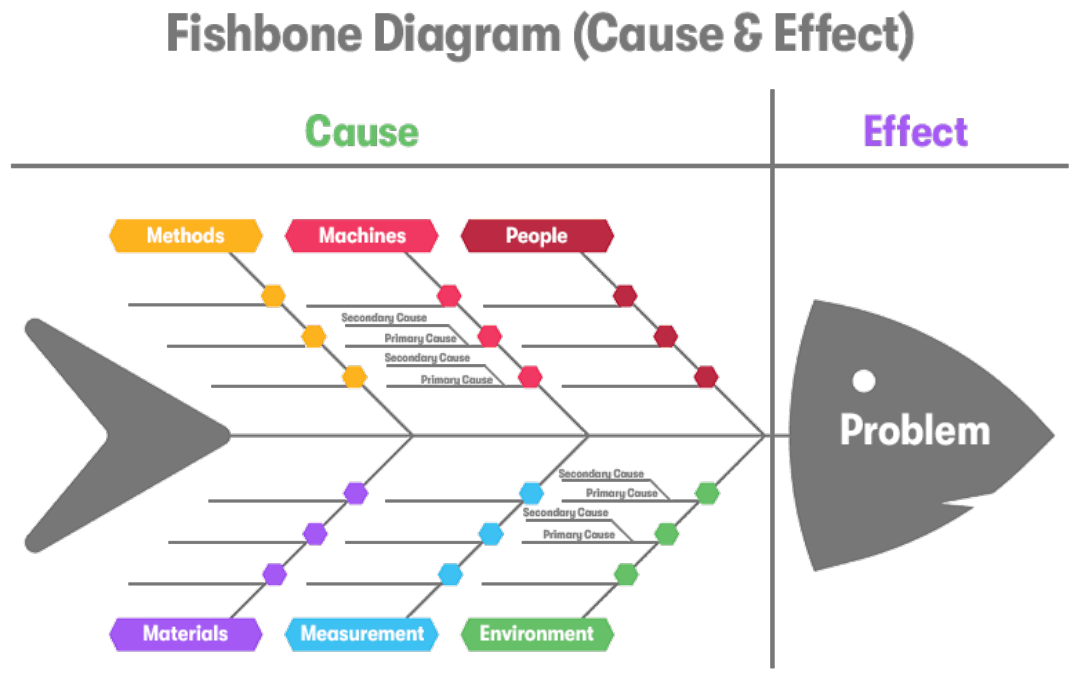
Το διάγραμμα Αιτίου αποτελέσματος ή αλλιώς γνωστό και ως ψαροκόκαλο, δημιουργήθηκε αρχικά από τον Ιάπωνα καθηγητή Dr. Kaoru Ishikawa, ο οποίος ήταν άμεσα συνδεδεμένος με καινοτόμες εξελίξεις στον τομέα της ποιότητας. Κατά την περίοδο του 1960 ο Ishikawa εργαζόταν για την Kawasaki Steel Works, κύρια ασχολία του ήταν η ανάπτυξη νέων τρόπων βελτίωσης ποιότητας των προϊόντων ενώ ως κύριο

στόχο είχε την δημιουργία ενός εργαλείου ποιότητας που θα μπορούσε να βοηθήσει στην συστηματική μελέτη των αιτιών ενός προβλήματος, ενισχύοντας έτσι τη βελτίωση της ποιότητας στον χώρο της βιομηχανίας. Το εργαλείο το οποίο δημιούργησε, γνωστό και ως Fishbone απέκτησε παγκόσμια αποδοχή ως θεμελιώδη εργαλείο στην διαχείριση ποιότητας και αποτελεί πλέον ένα από τα 7 εργαλεία ανάλυσης Ποιότητας. Η εφαρμογή του διαγράμματος ξεκινάει με τον εντοπισμό του προβλήματος για το οποίο θα πρέπει να παρθούν αποφάσεις για διορθωτικές ενέργειες με σκοπό την εξάλειψη του. Αφού εντοπιστεί το πρόβλημα ακολουθείται μία διαδρομή η οποία αναλύει όλους εκείνους τους παράγοντες οι οποίοι συνδέονται με την δημιουργία του προβλήματος (αίτιο – αποτέλεσμα) . Το σχεδιάγραμμα του εργαλείου μοιάζει με ένα ψαροκόκαλο το οποίο αποτελείται από το κεφάλι (αποτέλεσμα) , που αντιπροσωπεύει το πρόβλημα, και τα πλευρά το οποίο αποτελείται από κλάδους (αίτια) , δηλαδή του παράγοντες που προκαλούν το αποτέλεσμα. Οι παράγοντες χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την διαδικασία η οποία μελετάται , με την βοήθεια του καταγιγισμού ιδεών οι κατηγορίες εμπλουτίζονται δημιουργώντας την μορφή του ψαροκόκαλου. Όσο αφορά μία μελέτη παραγωγικής διεργασίας οι κατηγορίες του διαγράμματος περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Μέθοδος – Είναι οι διαδικασίες οι οποίες μπορούν να συμβάλλουν στο πρόβλημα
2. Εξοπλισμός- Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται κατά την παραγωγή και εμπλέκεται στην διεργασία
3. Υλικά – Οι Α' Ύλες, τα συστατικά , οι συσκευασίες που χρησιμοποιούνται
4. Προσωπικό – Ο ανθρώπινος παράγοντας όπως για παράδειγμα η τεχνογνωσία, οι δεξιότητες, η κατάρτιση
5. Μετρήσεις-Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της διεργασίας
6. Περιβάλλον – Οι συνθήκες και οι εξωτερικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν στην δημιουργία του προβλήματος.

Η χρήση του εργαλείου ποιότητας Αίτιου- Αποτελέσματος αποτελεί βασική πρακτική για μία επιχείρηση η οποία θέλει να πετύχει την συνεχή βελτίωση. Με την βοήθεια του οι παράγοντες που συμβάλλουν στην δημιουργία του προβλήματος είναι εύκολα στο να εντοπιστούν και να αναλυθούν καθώς λειτουργεί ως ένας χάρτης των αιτιών με

ποιοτική και όχι ποσοτική προσέγγιση. Παρακάτω παρουσιάζεται εικονικά το διάγραμμα Ishikawa:



Εικόνα 2 : Παράδειγμα Διαγράμματος Αιτίου- Αποτελέσματος
(Πηγή : <https://purplegriffon.com/blog/fishbone-diagram-ishikawa>)

2.6 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ SIX SIGMA ΣΤΗΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΕΘΝΗ ΠΡΟΤΥΠΑ

Στον χώρο της Βιομηχανίας Τροφίμων η εφαρμογή της μεθοδολογίας Six Sigma παίζει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή προϊόντων υψηλής ποιότητας και στην εξασφάλιση ασφάλειας τροφίμων. Οι περισσότερες βιομηχανίες ακολουθούν τον κύκλο DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) η χρήση του οποίου ενισχύει την βελτίωση των διεργασιών παραγωγής και την αύξηση απόδοσης με στόχο την ελαχιστοποίηση των σφαλμάτων (Antony et al, 2006).

Κύριο μέλημα της βιομηχανίας τροφίμων είναι η ασφάλεια και η ποιότητα των τροφίμων προκειμένου να διασφαλίσουν την δημόσια υγεία. Με την εφαρμογή της

μεθοδολογίας 6-Σίγμα, η βιομηχανία έχει την ευκαιρία να βελτιώνει καθημερινά τις διεργασίες παραγωγής αντιμετωπίζοντας προβλήματα όπως η διάρκεια ζωής των τροφίμων, η συνέπεια στα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά καθώς και η συμμόρφωση με τα διεθνή πρότυπα (Chiarini, 2013). Ακόμα εφαρμόζοντας την συγκεκριμένη μεθοδολογία οι επιχειρήσεις έχουν την δυνατότητα να μειώσουν την απόρριψη προϊόντων κατά την παραγωγή, να παρακολουθούν την ασφάλεια των τροφίμων και την αποδοτικότητα των συστημάτων ελέγχου ποιότητας εξασφαλίζοντας έτσι πως όλα τα προϊόντα συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις ασφάλειας (Snee, 2004).

Το ISO 9001 και το ISO 22000 αποτελούν δύο διεθνή πρότυπα τα οποία καθορίζουν τις απαιτήσεις για την ασφάλεια και την διαχείριση ποιότητας των τροφίμων αποτελώντας θεμέλιο για την εφαρμογή της μεθοδολογίας 6 -Σίγμα στον χώρο της Βιομηχανίας Τροφίμων. Το ISO 9001 είναι ένα από τα πιο αναγνωρισμένα παγκοσμίως Διεθνή Πρότυπο το οποίο καθορίζει τις γενικές απαιτήσεις για την διαχείριση ποιότητας στις οποίες οι βιομηχανίες θα πρέπει να εναρμονίζονται προκειμένου να αποδεικνύουν την ικανότητα τους να παρέχουν ποιοτικά προϊόντα. Από την άλλη το ISO 22000 αποτελεί ένα πρότυπο το οποίο επικεντρώνεται στην Ασφάλεια των Τροφίμων σε όλα τα στάδια της εφοδιαστικής αλυσίδας τροφίμων και βασίζεται στις θεμελιώδεις αρχές ανάλυσης κινδύνων και κρίσιμων σημείων ελέγχου (HACCP). Με την εφαρμογή των προτύπων βελτιώνεται η ποιότητα και η ασφάλεια των τροφίμων μειώνοντας αποτελεσματικά την εμφάνιση πιθανών αστοχιών ενισχύοντας παράλληλα την συμμόρφωση με τις διεθνείς κανονιστικές απαιτήσεις. Επομένως, η διασύνδεση της 6 Σίγμα με τα διεθνή πρότυπα ενισχύει τη συνεχή βελτίωση και προσφέρει πολλά οφέλη στις επιχειρήσεις εξαλείφοντας στο μέγιστο την σπατάλη και ενισχύοντας την ασφάλεια και την ποιότητα των τροφίμων.

Η ISO/TC 69/SC 7 αποτελεί μία διεθνή υποεπιτροπή τυποποίησης για την εφαρμογή στατιστικών τεχνικών και μεθόδων για την υλοποίηση της μεθοδολογίας Six Sigma παρέχοντας κατευθυντήριες τεχνικές για την εφαρμογή των μεθόδων αυτών σε διάφορους τομείς της βιομηχανίας τροφίμων. Επιπλέον, εστιάζει στην στατιστική προσέγγιση στον χώρο παραγωγής επιτρέποντας έτσι της εφαρμογή της μεθοδολογίας για την μέγιστη αποδοτικότητα των διαδικασιών. Έτσι, η ISO/TC 69/SC παίζει καθοριστικό ρόλο στην διάδοση πρακτικών που ενισχύουν την ανάπτυξη απαιτήσεων στις βιομηχανίες τροφίμων.

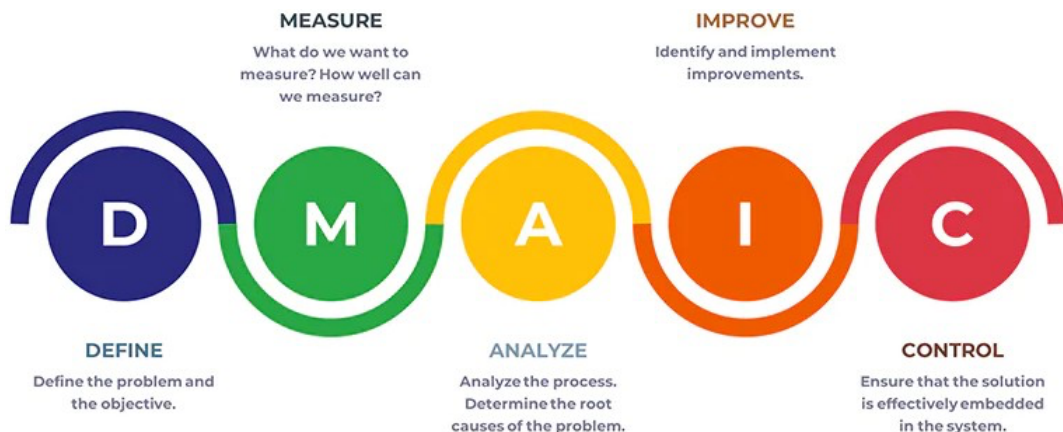
3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΠΙΛΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ DMAIC

Η μέθοδος DMAIC πρόκειται για μία συστηματική διαδικασία του Six Sigma η οποία χρησιμοποιείται για τον έλεγχο φάσεων σε ένα έργο με στόχο την βελτίωση των διαδικασιών και την ανάπτυξη νέων υπηρεσιών. Είναι μία μεθοδολογία η οποία χρησιμοποιεί μαθηματικά, στατιστικά και μηχανολογικά εργαλεία σε ένα αυστηρό και στοχευμένο πλαίσιο για την αποπεράτωση ενός έργου Six Sigma (M. Sokonic, 2010). Παρόλο που η μέθοδος αυτή φαίνεται καθορισμένη και γραμμική θα πρέπει να υπάρχει ευελιξία και μία επαναληπτική προσέγγιση σε κάθε βήμα ένα παρατηρηθεί πως το βήμα αυτό δεν απέδωσε στον βαθμό που έπρεπε. Για παράδειγμα εάν σε κάποια φάση ανάλυσης διαπιστώθηκε πως τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν είναι ανεπαρκείς τότε θα πρέπει αυτός ανέλαβε το έργο να γυρίσει στην προηγούμενη φάση και να επανεξετάσει το πρόβλημα.

Για την επίλυση προβλημάτων με την μέθοδο DMAIC πρέπει να ακολουθηθούν πέντε στάδια τα οποία είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους και είναι τα εξής :

- Καθορισμός (Define) του στόχου
- Μέτρηση (Measure) της διαδικασίας
- Ανάλυση (Analyze) των μετρήσεων, προσδιορισμός πιθανών αιτιών και λύσεων
- Βελτίωση (Improve) της διαδικασίας, πιλοτική εφαρμογή λύσεων και αλλαγών
- Έλεγχος (Control) της διαδικασίας σε συνεχή χρονικά διαστήματα

Παρακάτω παρουσιάζονται σχηματικά τα πέντε στάδια της μεθοδολογίας DMAIC



Εικόνα 3 : Στάδια μεθοδολογίας DMAIC
(Πηγή: <https://pdf.sciencedirectassets.com>)

3.1 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ (DEFINE)

Το πρώτο στάδιο της μεθοδολογίας είναι από τα πιο σημαντικά καθώς γίνεται ο καθορισμός του προβλήματος. Οι υπεύθυνοι του έργου καλούνται να προσδιορίσουν το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η επιχείρηση και μέσα από το οποίο θα μπορέσουν να αναλύσουν τις αιτίες που το προκαλούν και να προτείνουν πιθανές λύσεις. Τίθεται έτσι ένα πεδίο εφαρμογής το οποίο ευθυγραμμίζεται με τους στόχους της επιχείρησης .

Αρχικά θα πρέπει να δημιουργηθεί μία ομάδα ειδικών από διάφορα τμήματα της εταιρίας και στην συνέχεια να οριστεί ο αρχηγός και συντονιστή της ομάδας, προτιμάτε σε αυτές τις θέσεις να είναι Κάτοχοι Ζώνης (Black Belt Master) . Στην συνέχεια θα πρέπει να πραγματοποιηθούν συναντήσεις όπου θα θεσπιστούν οι στόχοι και ο σκοπός του έργου, στην φάση αυτή θα πρέπει να ξεκινήσει και η συλλογή δεδομένων που αφορούν το πρόβλημα. Οι στόχοι του έργου θα πρέπει να είναι σαφείς και κατανοητοί από όλα τα μέλη της ομάδας για να διευκολυνθεί η διαδικασία και να μην προκύψουν αστοχίες και παρερμηνείες. Εκτός από τον καθορισμό του έργου θα πρέπει να καθοριστεί και η χρονική περίοδος περάτωσής του η οποία θα λειτουργήσει ως χρονοδιάγραμμα σύμφωνα πάντα με την προθεσμία που έχει θέσει η Διοίκηση.

Αφού ολοκληρωθούν τα παραπάνω βήματα θα πρέπει να δημιουργηθεί το διάγραμμα SIPOC (process map) . Το διάγραμμα αυτό είναι ένα εργαλείο ανάλυσης διεργασιών όπου βοηθάει τις εταιρίες να εντοπίσουν τα πιθανά προβλήματα και να αναπτύξουν στρατηγικές βελτίωσης (Marques, 2017). Τα δεδομένα τα οποία αναλύονται σχετίζονται με :

- **Τον προμηθευτή** , ο οποίος μπορεί να είναι εσωτερικός ή εξωτερικός και παρέχει τις Α' Ύλες στην διαδικασία
- **Εισροές** , είναι οι πόροι και τα υλικά που είναι απαραίτητα για την λειτουργία μίας διεργασίας
- **Διαδικασία** , περιγράφονται βήμα-βήμα οι εργασίες που απαιτούνται για την ολοκλήρωση μίας διεργασίας
- **Μεταβλητές εξόδου**, είναι το τελικό προϊόν της διεργασίας
- **Πελάτες** , οι άνθρωποι οι οποίοι αγοράζουν το τελικό προϊόν το οποίο πρέπει να είναι σύμφωνα με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις τους

Συμπερασματικά σε αυτό το στάδιο συγκροτείται η ομάδα που θα αναλάβει το έργο και τίθενται οι στόχοι και το χρονικό διάγραμμα περάτωσης του έργου. Η προσπάθεια θα πρέπει να είναι συλλογική καθώς η ομαδικότητα θα επηρεάσει την πετυχημένη ολοκλήρωση του έργου (Mishra 2014).

3.2 ΜΕΤΡΗΣΗ (MEASURE)

Σκοπός του σταδίου αυτού είναι η αξιολόγηση της κατάστασης στην οποία βρίσκεται την στιγμή αυτή η διεργασία και η συλλογή των δεδομένων που είναι απαραίτητα για την μελέτη της διεργασίας. Τα δεδομένα αυτά αφορούν κυρίως την ποιότητα, τον κύκλο ζωής του προϊόντος , το κόστος , την απόδοση διεργασίας καθώς και την μεταβλητότητα της. Τα δεδομένα πρέπει να είναι επαρκή , να έχει καθοριστεί από πριν από ποια στάδια διεργασίας θα συλλεχθούν και να είναι οργανωμένα σε λίστες ώστε να είναι εύκολη η πρόσβαση και η ανάλυση τους. Αφού γίνει η συλλογή των δεδομένων η ομάδα μπορεί να χρησιμοποιήσει κάποια διαγράμματα όπως τα διαγράμματα Pareto ή διαγράμματα διασποράς. Είναι προτιμότερο τα δεδομένα να συλλέγονται σε πραγματικό χρόνο κατά την διάρκεια της παραγωγικής διεργασίας καθώς

πληροφορίες από ιστορικά δεδομένα μπορεί να είναι αναξιόπιστα. Μπορεί να οριστεί μία μικρή ομάδα η οποία θα παρακολουθεί και θα συλλέγει δεδομένα δειγματοληπτικά και καθημερινά για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα από τα διάφορα στάδια διεργασίας που έχουν οριστεί.

Στην συνέχεια θα πρέπει να γίνει μία συνάντηση με τα μέλη της ομάδας προκειμένου να αξιολογηθούν τα δεδομένα και να υπάρξει μία ξεκάθαρη εικόνα για την απόδοση διεργασίας. Επιπλέον, θα πρέπει να οριστεί ένα συγκεκριμένο μετρητικό σύστημα έτσι ώστε να υπάρχει μία ακριβής και αξιόπιστη ποσοτικοποίηση του προβλήματος. Στο τέλος του σταδίου αυτού θα πρέπει να γίνει επανεξέταση του έργου και των στόχων που έθεσε στην αρχή ομάδα με βάση τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί. Επιπλέον, μπορεί να γίνει και επανεξέταση της σύνθεσης της ομάδας, μία αλλαγή στα μέλη τις ομάδας μπορεί να ωφελήσει την επίτευξη του έργου καθώς μπορεί να προστεθούν άτομα στην ομάδα που είναι πολύτιμα για τα επόμενα βήματα της μεθοδολογίας DMAIC.

Κατά την διάρκεια του σταδίου αυτού ίσως υπάρξουν κάποια προβλήματα και προσδοκίες που θα πρέπει να αντιμετωπιστούν (Montgomery, 2008) . Μερικά από αυτά είναι :

- Θα πρέπει να υπάρχει ένα ολοκληρωμένο διάγραμμα ροής , σε περίπτωση που κάποιο βήμα θεωρηθεί ότι δεν προσφέρει κάτι στην διαδικασία τότε θα πρέπει μετά από συνεννόηση με την υπόλοιπη ομάδα και να αφαιρείται από τη διεργασία
- Οι KPIV (Key Process Input Variable /μεταβλητές απόδοσης εισαγωγής) και KPOV (Key Process Output Variable /εξαγωγής του προϊόντος) θα πρέπει να αναγράφονται σε μία λίστα και να παρουσιάζονται και στο διάγραμμα ροής
- Θα πρέπει να υπάρχει τεκμηρίωση για την ικανότητα των μετρητικών συστημάτων

3.3 ΑΝΑΛΥΣΗ (ANALYZE)

Στο στάδιο αυτό της ανάλυσης η ομάδα αφού έχει λάβει τα δεδομένα από το προηγούμενο βήμα της Μέτρησης θα προχωρήσει στην Ανάλυση των δεδομένων

αυτών χρησιμοποιώντας τεχνικές και εργαλεία προκειμένου να εμβαθύνει στην αιτία του προβλήματος. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται κατά την Ανάλυση είναι το SIPOC, Pareto , Ανάλυση Διασποράς, Ιστόγραμμα κτλ. Με την χρήση των εργαλείων αυτών η ομάδα θα πρέπει να ερευνήσει και να εξετάσει με ακρίβεια και σαφήνεια τα βασικά αίτια που προκαλούν το πρόβλημα έτσι ώστε να επικυρωθούν και να συνεχιστεί η ανάλυση στα επόμενα στάδια (Hung, 2011). Στο στάδιο αυτό γίνεται στατιστική ανάλυση των δεδομένων επομένως τα μέλη της ομάδας θα πρέπει να κατέχουν ισχυρές γνώσεις γύρω από το αντικείμενο αυτό προκειμένου να παρακάμψουν λάθη που μπορεί να προκύψουν (Montgomery, 2008) . Την στιγμή αυτή του έργου θα πρέπει να βρεθούν οι πηγές μεταβλητότητας και να διαχωριστούν σε κοινά και ειδικά αίτια. Στην περίπτωση που η ομάδα θελήσει να απομακρύνει ένα κοινό αίτιο θα πρέπει να γίνει μία αλλαγή την διεργασία, ενώ η κατάργηση ενός ειδικού αίτιου σημαίνει ότι θα πρέπει να αλλάξει ένα συγκεκριμένο μέρος της διεργασίας Στην συνέχεια πολύ χρήσιμο θα ήταν να κατηγοριοποιηθούν τα αίτια που βρέθηκαν σε ομάδες , το κάθε αίτιο θα μπαίνει σε συγκεκριμένη ομάδα ανάλογα με τον βαθμό που επηρεάζει την διεργασία. Τα αίτια που δείχνουν ότι έχουν μεγαλύτερη συσχέτιση με το πρόβλημα θα μελετιούνται σε βάθος και θα είναι αυτά στα οποία θα πρέπει να γίνουν βελτιώσεις . Τα εργαλεία βελτιώσεις θα αναλυθούν στην συνέχεια με το επόμενο στάδιο.

Αφού έχει ολοκληρωθεί το στάδιο της Ανάλυσης η ομάδα θα πρέπει να κάνει μία ανασκόπηση και να εξετάσει τυχόν ζητήματα τα οποία μπορεί να έχουν προκύψει. Ενδεικτικά ζητήματα ή ερωτήματα μπορεί να είναι τα εξής :

- Ποια από τα αίτια που αναλύθηκαν και εντοπίστηκαν παραπάνω πρέπει να στοχεύσει η ομάδα για να μελετηθούν στο στάδιο τη Βελτίωσης;
- Ποια μεταβλητή είναι ασήμαντη ώστε να παραλειφθεί στο επόμενο στάδιο
- Το χρονοδιάγραμμα που έχει οριστεί από την αρχή του έργου τηρείται; Υπάρχει ανάγκη για ανασκόπηση του χρονικού περιθωρίου και αν ναι γιατί

3.4 ΒΕΛΤΙΩΣΗ (IMPROVE)

Περνώντας στο επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας DMAIC στόχος είναι να βρεθούν λύσεις οι οποίες θα εφαρμοστούν στην διεργασία που μελετάται προκειμένου να εξαλειφθούν τα αίτια που προκαλούν το πρόβλημα. Η ομάδα καλείται να κάνει

συναντήσεις και να συζητήσει δημιουργικές λύσεις και προτάσεις οι οποίες στην συνέχεια θα δοκιμαστούν και θα εφαρμοστούν πιλοτικά . Αφού γίνει η συλλογή δεδομένων τα μέλη της ομάδας μέσω του καταιγισμού ιδεών προσπαθούν να βρουν τι είναι αυτό το οποίο θα μπορέσει να εξαλείψει το πρόβλημα και να οδηγήσει σε μία επιτυχημένη διεργασία. Είναι σημαντικό να συμμετέχουν και άτομα τα οποία δεν είναι μέλη της ομάδας αλλά εργάζονται στον χώρο παραγωγής και έχουν άμεση επαφή με τις διαδικασίες και τα προβλήματα που προκύπτουν καθημερινά, με την συνεργασία αυτή δημιουργείται ένα κλίμα ομαδικότητας το οποίο δίνει ισχυρό πλεονέκτημα στην επίτευξη του έργου. Είναι επιπλέον σημαντικό να τονιστεί πως η ιδέα η οποία θα επικρατήσει ανάμεσα στις υπόλοιπες είναι αυτή η οποία θα είναι εφαρμόσιμη, σύμφωνη με τα δεδομένα που είναι διαθέσιμα και θα υπάρχει δυνατότητα από την εταιρία να δοκιμαστεί σε μικρή κλίμακα (Madal, 2012).

Υπάρχουν διάφορα εργαλεία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν στο στάδιο αυτό της ανάλυσης για να διευκολύνουν την διαδικασία, μερικά από αυτά είναι τα εξής : διάγραμμα αιτίου αποτελέσματος (Fishbone-Ishikawa) , ερωτήσεις τύπου “5 Why’s” όπου πρόκειται για μία τεχνική η οποία χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό του βασικού αιτίου ενός προβλήματος ρωτώντας το “Γιατί” 5 φορές προκειμένου να φτάσει στην πραγματική ρίζα του προβλήματος και ανάλυση ενδιαφερόμενων μερών Stakeholder Analysis η οποία χρησιμοποιείται για να εντοπίσει , να αξιολογήσει και να διαχειριστεί να ενδιαφερόμενα μέρη της επιχείρησης ή του έργου.

Συνοψίζοντας, στο στάδιο της Βελτίωσης θα πρέπει να εφαρμοστούν τα παρακάτω βήματα προκειμένου να περάσει με επιτυχία η ομάδα στο παρακάτω στάδιο:

- Θα πρέπει να προσδιοριστεί με ακρίβεια η κρίσιμη διεργασία και ο τρόπος με τον οποίο θα επιτευχθεί η λύση στο πρόβλημα
- Θα πρέπει να υπάρχουν τεκμηριωμένες εναλλακτικές λύσεις σε περίπτωση που κάτι δεν λειτουργήσει σωστά
- Θα πρέπει να υπάρχουν συγκεντρωμένα αναλυτικά δεδομένα από την πιλοτική δοκιμή που εφαρμόστηκε
- Θα πρέπει η ομάδα να είναι προετοιμασμένη για τυχόν ζητήματα που θα προκύψουν και αφορούν απαιτήσεις πελατών , νομικών θεμάτων , απαιτήσεις εκπαίδευσης προσωπικού αλλά και το πως μπορεί η αλλαγή της διαδικασίας να επηρεάσει άλλες διαδικασίες

- Τέλος, θα πρέπει να υπάρχει ένα πλάνο διαχείρισης κινδύνου σε περίπτωση που συμβεί κάτι απρόοπτο

3.5 ΕΛΕΓΧΟΣ (CONTROL)

Το τελευταίο στάδιο με το οποίο ολοκληρώνεται η μεθοδολογία DMAIC είναι ο έλεγχος. Είναι το στάδιο με το οποίο επιβεβαιώνεται πως οι βελτιώσεις που εφαρμόστηκαν στο προηγούμενο στάδιο έχουν αποτέλεσμα στην διεργασία. Η ομάδα θα πρέπει να καθορίσει και να παρουσιάσει τις νέες διαδικασίες συνοδευμένες από πρότυπα και οδηγίες προκειμένου να εφαρμοστούν με ακρίβεια από το προσωπικό το οποίο σχετίζεται σε μεγαλύτερο βαθμό με το πρόβλημα. Για τον λόγο αυτό βασικός παράγοντας για ένα επιτυχημένο έργο είναι η εκπαίδευση , η σωστή εφαρμογή των διεργασιών και η ενημέρωση για το ποιος είναι ο νέος στόχος της εταιρίας. Προκειμένου να ολοκληρωθεί αυτό το στάδιο θα πρέπει να υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα από μετρήσεις διεργασιών , οι λειτουργίες και οι διαδικασίες που θα εφαρμοστούν και τα απαραίτητα έγγραφα τα οποία αφορούν την εκπαίδευση του προσωπικού. Ένα σημαντικό και αρκετά χρήσιμο εργαλείο το οποίο θα παρουσιάζει το σύστημα παρακολούθησης της λύσης του προβλήματος είναι τα διαγράμματα ελέγχου. Μέσα από γραφήματα και σχεδιαγράμματα θα απεικονίζεται όλη η πορεία του προβλήματος , κάθε αλλαγή που έχει υποστεί κάποια διαδικασία καθώς και ο στόχος που έχει τεθεί και θα πρέπει να επιτευχθεί. Στο σχεδιάγραμμα αυτό θα πρέπει να έχει πρόσβαση όλο το προσωπικό που σχετίζεται με το πρόβλημα προκειμένου να ενημερωθεί σωστά και να κατανοήσει τον λόγο που γίνονται αλλαγές στις διαδικασίες (Montgomery, 2008). Προκειμένου να διασφαλιστεί πως το σχέδιο είναι όντως πετυχημένο και έχει αποτέλεσμα θα πρέπει να υπάρξει μία περίοδος παρακολούθησης απόδοσης διεργασίας. Στόχος είναι τα αποτελέσματα να παραμείνουν σταθερά και να υπάρχει θετικό αντίκτυπο. Είναι σύνηθες να εμφανιστούν παράγοντες οι οποίοι θα επηρεάσουν αρνητικά της διεργασία και την επίτευξη του έργου (Singh, 2024). Μερικοί από τους παράγοντες είναι:

- Έλλειψη ευαισθητοποίησης: Είναι πολύ πιθανό η έλλειψη βασικής εκπαίδευσης αλλά και η εμπλοκή προσωπικού που δεν έχει λάβει την

κατάλληλη γνώση να προκαλέσουν πρόβλημα στην σωστή συλλογή δεδομένων και ως συνέπεια στην επίτευξη του έργου

- Έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού : Η εταιρία θα πρέπει να επενδύσει στην εκπαίδευση και την εξειδίκευση του εργατικού προσωπικού προκειμένου να αποφευχθούν λάθη λόγω έλλειψης εξειδίκευσης.
- Έλλειψη βαθμονομημένων οργάνων μέτρησης : Τα όργανα μέτρησης θα πρέπει να βαθμονομούνται ετησίως από τις επιχειρήσεις. Η αμέλεια και η παράληψη της μπορεί να οδηγήσει σε μη ακριβή αποτελέσματα

4. ΟΦΕΛΗ ΚΑΙ ΠΡΟΚΛΗΣΕΙΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ SIX SIGMA

Η μεθοδολογία Six Sigma μπορεί να χαρακτηριστεί ως μία επιχειρηματική στρατηγική η οποία εστιάζει στην συνεχή βελτίωση και την κατανόηση των αναγκών των πελατών, μέσω της εφαρμογής της γίνονται προσπάθειες για την βελτίωση της ποιότητας του προϊόντος, των διαδικασιών και την μείωση των προβλημάτων που προκύπτουν σε μία επιχείρηση. Χιλιάδες εταιρίες ήδη από τα μέσα του 1980 χρησιμοποιούν την μεθοδολογία αυτή αποκτώντας ένα μεγάλο πλεονέκτημα στον ανταγωνιστικό χώρο της αγοράς και υιοθετώντας νέες τεχνικές και μεθόδους οι οποίες επέφεραν συνεχή βελτίωση . Η επιτυχής εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής προσφέρει ένα ευρύ φάσμα από οφέλη στην επιχείρηση. Αρχικά όσο αφορά την ποιότητα η υιοθέτηση των αρχών της μεθοδολογίας οδηγεί στην συνεχή βελτίωση, όχι μόνο των προϊόντων αλλά και των διαδικασιών και των υπηρεσιών του οργανισμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα οι απαιτήσεις και οι ανάγκες των πελατών να καλύπτονται από την επιχείρηση δημιουργώντας έτσι ισχυρή φήμη στον χώρο της αγοράς. Ακόμα η επιχείρηση είναι σε θέση να εντοπίσει και να ελαττώσει τυχόν προβλήματα τα οποία μπορεί να προκύψουν. Δίνοντας έμφαση στην βελτιστοποίηση των διαδικασιών και μείωση των προβλημάτων τα επίπεδα παραγωγικότητας και αποδοτικότητας αυξάνονται με αποτέλεσμα το λειτουργικό κόστος να είναι χαμηλότερο και το πλαίσιο για συνεχή βελτίωση παραμένει σταθερό. Επιπλέον, όσο αφορά το προσωπικό οι εργαζόμενοι αποκτούν κίνητρα καθώς η Six Sigma προωθεί τους εργαζομένους να συμμετέχουν ενεργά στον εντοπισμό και την επίλυση προβλημάτων. Το προσωπικό είναι εφοδιασμένο με τα

κατάλληλα εργαλεία προκειμένου να αποδώσουν όσο καλύτερα γίνεται με αποτέλεσμα το ηθικό του να αυξάνεται και η παραγωγικότητα να μεγαλώνει όλο και περισσότερο (Iron, 2011).

Εκτός από τα οφέλη τα οποία αναφέρθηκαν η εφαρμογή της μεθοδολογίας Six Sigma συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις και δυσκολίες οι οποίες μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα στην εφαρμογή του έργου και να επηρεάσουν την επιτυχία του. Σημαντική προϋπόθεση για να στεφθεί η εφαρμογή της μεθοδολογία με επιτυχία είναι η διάθεση ανθρώπινων και οικονομικών πόρων από την εταιρία. Πολλές φορές παρατηρείται έλλειψη προσωπικού κατάλληλα εξειδικευμένο και εκπαιδευμένου, ένα πρόβλημα το οποίο οφείλεται στην παράληψη της εταιρίας να υποστηρίξει την εκπαίδευση των ατόμων αυτών γεγονός που οδηγεί στην αποτυχία διεκπεραίωσης έργων Six Sigma. Η Διοίκηση οφείλει να επενδύσει σε εκπαιδευτικά προγράμματα και σεμινάρια Green Belts και Black Belts προκειμένου το προσωπικό που ασχολείται με την Συνεχή Βελτίωση να είναι ικανό να φέρει εις πέρας το έργο με επιτυχία και να ωφελήσει στο μέγιστο την εταιρία. Επιπλέον, η άντληση και η ανάλυση δεδομένων είναι αδιαμφισβήτητα ένα από τα σημαντικότερα βήματα του έργου που καθορίζουν την επιτυχία του. Υπάρχουν επιχειρήσεις οι οποίες δεν διαθέτουν αξιόπιστα συστήματα καταγραφής δεδομένων ή σε κάποιες άλλες περιπτώσεις τα συστήματα δίνουν ελλιπή ή μη αξιόπιστα δεδομένα. Ως αποτέλεσμα η ομάδα του έργου δεν μπορεί να αντλήσει σωστά δεδομένα και δεν μπορεί να προχωρήσει σε αξιόπιστη ανάλυση για την συνέχιση του έργου. Τέλος μία από τις δυσκολίες που παρουσιάζονται κατά την εφαρμογή της μεθοδολογίας είναι η διατήρηση των βελτιώσεων και των αποτελεσμάτων. Σε πολλές περιπτώσεις το έργο μπορεί να ολοκληρωθεί με επιτυχία και στο πέραςμα κάποιων μηνών το προσωπικό να μην εφαρμόζει τις νέες πρακτικές αλλά να γυρνάει στις παλιές διαδικασίες. Αυτό το φαινόμενο οφείλεται κυρίως στην έλλειψη μηχανισμών ελέγχου και παρακολούθησης. Η εταιρία θα πρέπει να διασφαλίσει πως γίνονται εσωτερικοί έλεγχοι και όλες οι αλλαγές έχουν ενσωματωθεί στα επίσημα πρωτόκολλα. Η εφαρμογή ενός Συστήματος Διαχείρισης, όπως για παράδειγμα ISO:9001 ή ISO:22000 θα μπορούσε να συμβάλλει στην αντιμετώπιση των προκλήσεων που αντιμετωπίζει η εταιρία παρέχοντας ταυτόχρονα διαχείριση των κινδύνων και τεκμηρίωση διαδικασιών. Επιπλέον, θα πρέπει να προωθεί συνεχώς την νέα κουλτούρα προκειμένου οι αλλαγές να συνεχίζουν να εφαρμόζονται μακροπρόθεσμα και να επενδύσουν στην κατάρτιση των εργαζομένων για να εξασφαλιστεί η βιωσιμότητα των διορθωτικών ενεργειών (Antony, 2010).

5. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ : ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑΣ 6 SIGMA ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ ΣΕ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Το πειραματικό μέρος της μελέτης περίπτωσης αφορά την εφαρμογή της μεθοδολογίας DMAIC , εργαλείων ποιότητας και στατιστικών μεθόδων με σκοπό να εξετασθεί το πρόβλημα που αντιμετωπίζει η Βιομηχανία στο κομμάτι των απορρίψεων και τις τεχνικές που μπορούν να εφαρμοστούν προκειμένου να βελτιωθούν οι διεργασίες παραγωγής και κατ' επέκταση στην μείωση κόστους λειτουργίας. Στο πρώτο μέρος με βάσει την εφαρμογή της μεθοδολογίας DMAIC θα καθοριστεί η αίτια του προβλήματος ενώ στην συνέχεια με την συλλογή κατάλληλων δεδομένων θα γίνει ανάλυση προκειμένου να εντοπιστούν τα στάδια ή οι παράγοντες που έχουν την μεγαλύτερη επιρροή στην δημιουργία ελαττωματικού προϊόντος. Με την εφαρμογή στατιστικών διεργασιών και εργαλείων ποιότητας θα δημιουργηθούν τα κατάλληλα διαγράμματα όπου θα εξετάζονται τα αίτια αυτά. Στην συνέχεια θα γίνει προσπάθεια να προταθούν λύσεις για την μείωση του προβλήματος και την βελτίωση των διαδικασιών με βάση τις προδιαγραφές που έχει θεσπίσει η εταιρία για τα παραγόμενα προϊόντα. Με την εφαρμογή δεικτών ικανότητας διεργασίας (Cp) θα εξετασθεί η μεταβλητότητα και το πόσο ικανοποιούνται οι προδιαγραφές που έχει ορίσει η εταιρία. Οι νέες τεχνικές και οι διορθωτικές ενέργειες θα εφαρμοστούν σε μικρή κλίμακα προϊόντος με σκοπό να εξετασθεί η αποτελεσματικότητα τους στο να βελτιώσουν την ποιότητα και στην συνέχεια αφού επιβεβαιωθούν τα σημαντικά πλεονεκτήματα τους θα εφαρμοστούν μελλοντικά σε όλη την παραγωγή.

5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΤΑΙΡΙΑΣ

Η εταιρία πάνω στην οποία βασίστηκε η μελέτη περίπτωσης είναι μία βιομηχανία τροφίμων που εδρεύει στην Θεσσαλονίκη , το εργοστάσιο βρίσκεται στον Νομό της Δράμας και δραστηριοποιείται από την δεκαετία του '90 . Πρόκειται για ένα

εργοστάσιο παραγωγής φυτικών προϊόντων τα οποία δεν περιέχουν γαλακτοκομικά συστατικά, γλουτένη, ξηρούς καρπούς , συντηρητικά και ΓΤΟ. Βάση των προϊόντων είναι το καρυδέλαιο και η Β12. Προϊόντα όπως φυτικά υποκατάστατα τυριών , φυτικά βούτυρα και αλειφόμενα (spread) παράγονται καθημερινά και εξάγονται στο εξωτερικό σε διάφορες συσκευασίες, αναλογίες και σύμφωνα με τις ανάγκες του κάθε πελάτη. Το εργοστάσιο χωρίζεται σε 3 παραγωγικές μονάδες , δύο εργαστήρια ποιοτικού ελέγχου και αποθήκες για τις Α΄Υλες και τα τελικά προϊόντα. Τα παραγωγικά τμήματα είναι τα εξής:

- Τμήμα Παραγωγής: Στο τμήμα αυτό ξεκινάει η διεργασία παραγωγής. Οι α΄ Υλες γίνονται τήγμα σε ειδικά καζάνια και στην συνέχεια γίνεται συσκευασία ζεστού τήγματος . Οι συσκευασίες παραμένουν σε ψυγεία για ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα μέχρι να σφίξουν και να έρθουν στην κατάλληλη δομή για να προχωρήσουν στο επόμενο στάδιο
- Τμήμα Επεξεργασίας : Αφού τα προϊόντα κρυώσουν αποθηκεύονται σε ψυγεία και είναι έτοιμα για επεξεργασία. Στο τμήμα αυτό τα προϊόντα επεξεργάζονται σε διάφορες μορφές ανάλογα με τις παραγγελίες. Ειδικά κοπτικά μηχανήματα κόβουν τα προϊόντα σε συσκευασίες block, slices και graded . Τα συσκευασμένα προϊόντα ελέγχονται από X-Ray και ειδικά ζυγιστικά και στην συνέχεια πακετάρονται από το προσωπικό.
- Τμήμα Συσκευασίας: Στο τμήμα αυτό γίνεται η τελική συσκευασία των προϊόντων τα οποία τοποθετούνται σε παλέτες και αποθηκεύονται σε ψυγεία μέχρι να αποσταλούν στον πελάτη

Όσο αφορά το τμήμα του Ποιοτικού Ελέγχου είναι υπεύθυνο για την διασφάλιση ποιότητας , την ακεραιότητα και τον έλεγχο των προϊόντων από την αρχή μέχρι το τέλος της παραγωγικής διεργασίας.

Τέλος , η εταιρία όσο αφορά το σύστημα διασφάλισης ποιότητας έχει στην κατοχή της πιστοποιητικά όπως : ISO 22000:2018 (Ασφάλεια Τροφίμων), ISO 9001:2025 (Διαχείριση Ποιότητας), FSSC 2200 (Ιδιωτικό Σχήμα Πιστοποίησης Ασφάλειας Τροφίμων) καθώς και το πρότυπο BRC(Ιδιωτικό Σχήμα Πιστοποίησης Ασφάλειας Τροφίμων).

5.1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΟΥ ΘΑ ΜΕΛΕΤΗΘΕΙ

Η γραμμή που πρόκειται να μελετηθεί είναι μία κοπτική μηχανή η οποία επεξεργάζεται το προϊόν ,vegan φέτα σε block, μέσα από διαφορετικά στάδια μέχρι να καταλήξει στην τελική του μορφή συσκευασμένο. Προτού γίνει η περιγραφή της κοπτικής μηχανής θα παρουσιαστούν και τα βήματα που προηγούνται και περιλαμβάνουν την παραγωγή προϊόντος. Η διεργασία ξεκινάει με την προετοιμασία των Α' υλών, στη συνέχεια οι Α' ύλες μεταφέρονται σε ειδικά καζάνια υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης όπου δημιουργείται το παστεριωμένο τήγμα. Το τήγμα ομογενοποιείται και συσκευάζεται σε ειδικές πλάκες των 12kg οι οποίες αποθηκεύονται σε υδροτουνέλ ψύξης προκειμένου να κρυώσουν και να σταθεροποιηθούν. Αφού περάσει ο απαιτούμενος χρόνος παραμονής του στο χώρο ψύξης μεταφέρονται σε ειδικά ψυγεία αποθήκευσης μέχρι να δοθεί η έκκριση να χρησιμοποιηθούν. Όταν δοθεί η έγκριση και σύμφωνα με τις παραγγελίες οι πλάκες μεταφέρονται στον χώρο της επεξεργασίας. Στον χώρο αυτό υπάρχουν διάφορες κοπτικές μηχανές ανάλογα με το προϊόν και την μορφή που πρέπει. Η γραμμή που θα μελετηθεί επεξεργάζεται προϊόν φέτας vegan η οποία κόβεται σε block 150kg, 200kg, 400kg και 1kg .

Η διεργασία ξεκινάει με την τοποθέτηση της πλάκας στην κοπτική επιφάνεια. Στο σημείο αυτό το προσωπικό μέσω χειρισμών κόβουν με ειδική μηχανή (χορδές) την πλάκα σε block και στην συνέχεια την τοποθετούν σε καλούπια στα οποία έχει διαμορφωθεί η κάτω πλευρά της συσκευασίας του προϊόντος και έχει προστεθεί ποσότητα άλμης. Το προϊόν σφραγίζεται και διαμορφώνεται η τελική συσκευασία. Κατά τα τελευταία στάδιο το προϊόν μεταφέρεται με ιμάντες και περνάει από X-Ray, εκεί γίνεται έλεγχος πως δεν υπάρχει ξένο σώμα,σε περίπτωση που ανιχνευτεί κάτι τότε η συσκευασία απορρίπτεται αυτόματα και απομακρύνεται από την γραμμή προκειμένου να ελεγχθεί από τον Ποιοτικό Έλεγχο. Αφού περάσουν από το X-Ray, οι συσκευασίες περνούν από ειδικά ζυγιστικά τα οποία ζυγίζουν την κάθε μία συσκευασία ξεχωριστά και ανάλογα με το επιτρεπτά όρια απορρίπτεται ή γίνεται αποδεκτή. Τέλος γίνεται η συσκευασία από το προσωπικό το οποίο τοποθετεί τις συσκευασίες σε κιβώτια. Τα κιβώτια αποθηκεύονται προσωρινά σε ψυγεία συσκευασίας μέχρι να αποσταλούν στο πελάτη.

5.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ DMAIC

5.2.1 ΣΤΑΔΙΟ 1^ο : ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ (DEFINE)

Η βιομηχανία τροφίμων αντιμετωπίζει καθημερινά αρκετές προκλήσεις και προβλήματα τα οποία αφού γίνουν αντιληπτά γίνεται προσπάθεια να μειωθούν προκειμένου να υπάρχει συνεχή βελτίωση και συνεχόμενη αύξηση παραγωγικότητας. Ένα από τα προβλήματα αυτά είναι η απόρριψη προϊόντος κατά την επεξεργασία του . Λόγοι όπως η μορφοποίηση , η δομή , το βάρος, οι χειρισμοί , ο εξοπλισμός μπορούν να επηρεάσουν την αύξηση απόρριψης. Η μείωση της επηρεάζει άμεσα την εταιρία όσο αφορά την εξοικονόμηση κόστους ΑΎλων , την διαθέσιμη ενέργεια αλλά και την αύξηση παραγωγικότητας.

Ένα σημαντικό θέμα στο οποίο πρέπει να δοθεί προσοχή ,στην Βιομηχανία η οποία μελετάται, είναι η αυξημένη απόρριψη που παρατηρήθηκε κατά την διάρκεια του έτους 2024 σε μία συγκεκριμένη κοπτική μηχανή η οποία παρουσιάστηκε παραπάνω. Το βασικό πρόβλημα που αναγνωρίστηκε ήταν τα αυξημένα ποσοστά φύρας, σε σχέση με τις υπόλοιπες γραμμές παραγωγής, λόγω βάρους εκτός προδιαγραφών , απορρίψεις από X-Ray , μη αποδεκτή μορφολογία και σύσταση προϊόντος οι οποίοι θα αναλυθούν παρακάτω. Η διεργασία απόρριψης είναι αντιληπτό πως δημιουργεί επιπρόσθετο κόστος στην εταιρία η οποία αναγκάζεται να αναπληρώνει τα κιλά της παραγγελίας αναλώνοντας έτσι πρόσθετο χρόνο, ενέργεια και ΑΎλες. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει να μελετηθεί αναλυτικά το πρόβλημα αυτό και να γίνουν άμεσα διορθωτικές ενέργειες.

Οι στόχοι οι οποίοι θα καθοριστούν είναι :

1. Εύρεση αιτιών που δημιουργούν το πρόβλημα
2. Μείωση των αιτιών που σχετίζονται με την αυξημένη απόρριψη προϊόντος
3. Εκπαίδευση προσωπικού για την ορθή διαχείριση εξοπλισμού και προϊόντος
4. Μείωση αιτιών που σχετίζονται με την απόρριψη και έχουν προηγηθεί το στάδιο της επεξεργασίας του προϊόντος
5. Λήψη προληπτικών μέτρων

Αφού έχουν καθοριστεί οι κύριοι στόχοι καθώς και το πρόβλημα που αντιμετωπίζει την στιγμή αυτή η επιχείρηση θα πρέπει να επιλεχθούν και τα άτομα της ομάδας η οποία θα αναλάβει το έργο και θα προσπαθήσει να το φέρει εις πέρας με επιτυχία. Τα μέλη της ομάδας θα πρέπει να είναι κατάλληλα καταρτισμένα και έχουν γνώσεις για τις διαδικασίες που ενεργούνται στον χώρο παραγωγής. Επιπλέον, ωφέλιμο θα ήταν να προέρχονται από διαφορετικά τμήματα και εργασιακές βαθμίδες προκειμένου να προσφέρουν τις γνώσεις τους για τα διάφορα στάδια παραγωγής. Τέλος βασικό μέλος της ομάδας είναι ένα άτομο το οποίο έχει κάποια εξειδίκευση στην μεθοδολογία Six Sigma και είναι ενδεχόμενος και κάτοχος κάποιας ζώνης . Η παρουσία του ατόμου αυτού είναι πολύ σημαντική καθώς είναι αυτός ο οποίος θα συντονίζει την ομάδα , θα καθοδηγεί και θα παίρνει τις κρίσιμες αποφάσεις που αφορούν την επιτυχία του έργου. Επομένως η ομάδα η οποία επιλέχθηκε αποτελείται από προσωπικό το οποίο σχετίζεται με καθένα από τα στάδια παραγωγής του προϊόντος. Ενδεικτικά οι θέσεις των μελών της ομάδας έργου παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα :

• Υπεύθυνος Ποιοτικού Ελέγχου
• Υπεύθυνος Βάρδιας στο Τμήμα Παραγωγής
• Υπεύθυνος Βάρδιας στο Τμήμα Επεξεργασίας
• Υπεύθυνος Έρευνας και Ανάπτυξης
• Υπεύθυνος Τμήματος Συνεχούς Βελτίωσης

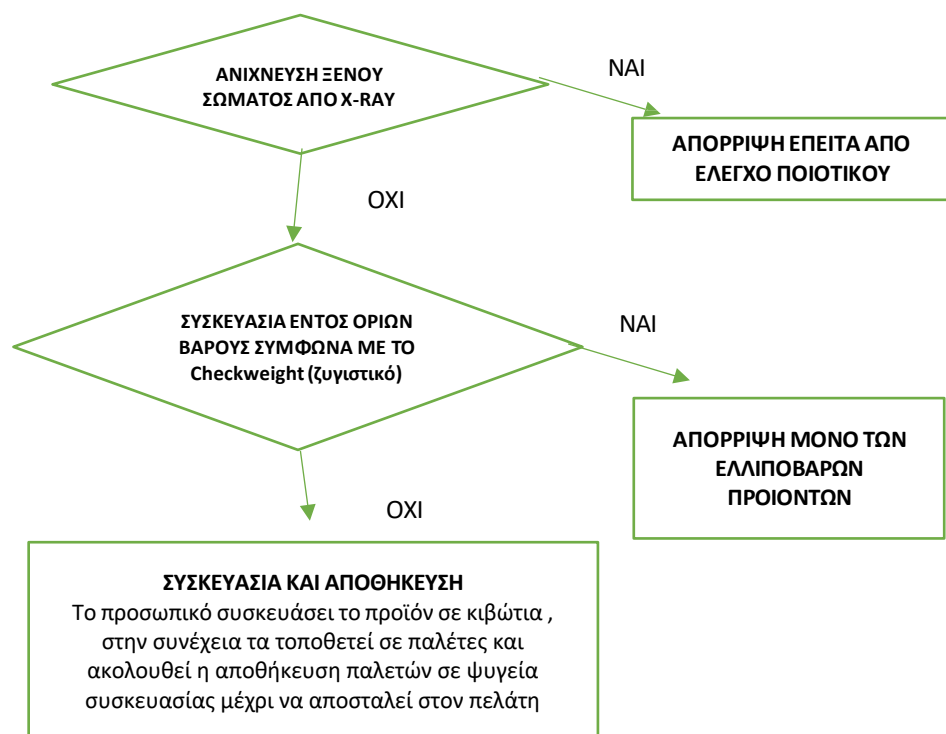
Πίνακας 1: Ομάδα εφαρμογής DMAIC

Η ομάδα συγκεντρώθηκε σε πρώτη φάση προκειμένου να συμφωνηθούν οι στόχοι, το χρονοδιάγραμμα του έργου, τα δεδομένα που πρέπει να συλλεχθούν και να οριστούν

οι ευθύνες που θα έχει ο κάθε ένας κατά την διάρκεια του έργου αλλά πως τα μέλη θα αλληλοεπιδρούν μεταξύ τους για ένα καλύτερο αποτέλεσμα.

Είναι σημαντικό να παρουσιαστεί και ένα διάγραμμα ροής της γραμμής η οποία μελετάται προκειμένου να είναι ξεκάθαρα όλα τα στάδια από τα οποία επεξεργάζεται το προϊόν μέχρι να φτάσει στην τελική του μορφή συσκευασμένο. Με την παρουσίαση διαγράμματος ροής όλα τα μέλη της ομάδας έχουν την δυνατότητα να αποκτήσουν μία πανοραμική εικόνα λειτουργίας της γραμμής παραγωγής κατά την διάρκεια των συναντήσεων . Παρακάτω παρουσιάζεται στο Διάγραμμα ροής στο Σχήμα 3.





Σχήμα 3: Διάγραμμα Ροής Κοπτικής Μηχανής Φέτας

Στην συνέχεια μαζί με την υπόλοιπη ομάδα αποτυπώσαμε τις διεργασίες από τις οποίες αποτελείται η διεργασία παραγωγής και επεξεργασίας της vegan φέτας με την χρήση διαγράμματος SIPOC με σκοπό να γίνει ένας ξεκάθαρος διαχωρισμός των εισερχόμενων και εξερχόμενων δεδομένων και να εντοπιστούν τα βασικά στοιχεία για την επιτυχία του έργου.

Έπειτα από συνάντηση που πραγματοποιήθηκε με όλη την ομάδα δημιουργήθηκε το παρακάτω διάγραμμα το οποίο αποτυπώνει την τρέχουσα κατάσταση.

SIPOC DIAGRAM

PROCESS: ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ VEGAN ΦΕΤΑΣ	SCOPE : ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ
DATE : 13/12/2024	

S (SUPPLIER)	I (INPUT)	P (PROCESS)	O (OUTPUT)	C (CUSTOMER)
ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΕΣ Α' ΥΛΩΝ	ΚΑΡΥΔΕΛΛΑΙΟ	ΠΑΡΑΛΑΒΗ Α' ΥΛΩΝ	VEGAN FETA BLOCK 150GR	ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΕΣ

ΠΡΟΜΗΘΕΥΤΕΣ ΥΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ	ΑΡΩΜΑΤΙΚΕΣ ΥΛΕΣ	ΑΝΑΜΕΙΞΗ ΥΛΩΝ	VEGAN FETA BLOCK 200GR	ΑΛΥΣΙΔΕΣ ΣΟΥΠΕΡ MARKET
ΥΠΑΛΛΗΛΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΠΥΚΤΙΚΕΣ ΟΥΣΙΕΣ	ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΠΑΣΤΕΡΙΩΣΗ ΚΑΙ ΟΜΟΓΕΝΟΠΟΙΗΣΗ	VEGAN FETA BLOCK 400GR	ΕΞΑΓΩΓΙΚΕΣ ΑΓΟΡΕΣ
ΥΠΑΛΛΗΛΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΕΣ	ΜΟΡΦΩΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΠΛΑΚΕΣ	VEGAN FETA BLOCK 1,2 KG	ΔΙΚΤΥΑ ΧΡΝΔΡΙΚΗΣ ΠΩΛΗΣΗΣ
ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ	ΑΜΥΛΑ	ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΣΗ ΠΛΑΚΑΣ		
	ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΕΣ (ΦΙΛΜ, ΣΑΚΟΥΛΕΣ, ΚΙΒΩΤΙΑ, ΕΤΙΚΕΤΕΣ)	ΚΟΠΤΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ ΣΕ BLOCK		
	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ (ΓΡΑΜΜΗ ΚΟΠΗΣ, ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ)	ΑΝΑΕΡΟΒΙΑ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ		
	ΗΜΙΕΤΟΙΜΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ	ΣΗΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΕΤΙΚΕΤΩΝ		
	ΤΕΛΙΚΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΣΕ ΠΑΛΕΤΕΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΣΕ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΨΥΞΗΣ		

Πίνακας 2 : SIPOC DIGRAM διαδικασίας παραγωγής και επεξεργασίας vegan feta block

Για να θεωρηθεί ένα έργο επιτυχημένο αλλά και για να υπάρχει καλύτερη ενημέρωση θα πρέπει να γίνει ανάλυση των ενδιαφερόμενων μερών (Stakeholder Analysis) που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με την διεργασία και να εκτιμηθεί η επιρροή που έχουν τα άτομα ή τα τμήματα στην εξέλιξή του έργου. Για τον λόγο αυτό προέκυψαν οι παρακάτω κατηγορίες:

◇ ΤΜΗΜΑΤΑ Ή ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΙΣΧΥΡΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΚΑΙ ΑΥΞΗΜΕΝΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

Ένα από τα σημαντικότερα άτομα το οποίο ανήκει στην κατηγορία αυτή είναι ο Προϊστάμενος Επεξεργασίας καθώς είναι αυτός ο οποίος παρακολουθεί τους δείκτες ποιότητας του τμήματος (KPI'S) τα οποία αξιολογούνται κάθε μήνα από την Διοίκηση. Ακολουθούν οι εργοδηγοί και οι υπεύθυνοι βάρδιας του Τμήματος οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για την σωστή λειτουργία του Τμήματος, την μετάδοση της ορθής πρακτικής και της κουλτούρας συνεχούς βελτίωσης. Είναι τα άτομα τα οποία οργανώνουν το προσωπικό και κρατούν σε μία τάξη το Τμήμα με την άσκηση εξουσίας.

Ακόμα έχουν πιο άμεση επαφή με όλα τα προβλήματα που προκύπτουν και παίρνουν αποφάσεις σημαντικές για το εκάστοτε Τμήμα κατευθύνοντας έτσι το προσωπικό.

◇ ΤΜΗΜΑΤΑ Ή ΑΤΟΜΑ ΜΕ ΙΣΧΥΡΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΛΛΑ ΜΕΙΩΜΕΝΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

Στην κατηγορία αυτή μπορεί να ενταχθεί το τμήμα Ανθρώπινου Δυναμικού. Είναι ένα τμήμα το οποίο είναι υπεύθυνο για την τήρηση της τάξης και των νομικών κυρίως απαιτήσεων της Βιομηχανίας κατέχοντας έναν αρκετά δυναμικό ρόλο στην διαδικασία του έργου παρόλα αυτά η επιρροή του περιορίζεται στην διαχείριση προσωπικού και την πρόσληψη ικανών ατόμων με δεξιότητες. Ακόμα στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνεται και το προσωπικό που απαρτίζει την γραμμή παραγωγής. Το προσωπικό θα πρέπει να τηρεί όλους τους κανόνες και να εφαρμόζει σωστούς χειρισμούς στην εκτέλεση εργασιών. Επιπλέον, θα πρέπει να ασπάζονται την κουλτούρα της εταιρίας και να έχουν κοινή θέληση για την επίτευξη των στόχων.

◇ ΤΜΗΜΑΤΑ ΜΕ ΜΕΙΩΜΕΝΗ ΕΠΙΡΡΟΗ ΑΛΛΑ ΙΣΧΥΡΟ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝ

Σε αυτή την κατηγορία ανήκει το Λογιστήριο και ο Προγραμματισμός Παραγωγής. Ο ρόλος του Λογιστηρίου στην διάρκεια του έργου είναι να ελέγχει και να ενημερώνεται για τους πόρους οι οποίοι χρησιμοποιούνται αλλά και για την οικονομική διακύμανση μετά την ολοκλήρωση του έργου. Από την άλλη το τμήμα Προγραμματισμού μπορεί να μην ασκεί μεγάλη επιρροή στο έργο αλλά είναι ένα τμήμα με αυξημένο ενδιαφέρον καθώς είναι υπεύθυνο για την διαμόρφωση του προγράμματος παραγωγής και τις απαιτούμενες ποσότητες που πρέπει να παραχθούν σύμφωνα με τις απαιτήσεις του πελάτη. Ανάλογα με τα κιλά παραγωγής και τα κιλά απόρριψης μίας μέρας θα πρέπει να προγραμματίσει και τις επόμενες παραγγελίες έτσι ώστε να καλύψει τα κιλά τα οποία δεν παράχθηκαν την μέρα που έπρεπε.

Τέλος άτομα τα οποία μπορούν να τοποθετηθούν στην κατηγορία αυτή είναι ο Προϊστάμενος και το υπόλοιπο προσωπικό του τμήματος Ποιοτικού Ελέγχου. Είναι ένα τμήμα υπεύθυνο για την Ποιότητα. Εντοπίζουν καθημερινά τυχόν προβλήματα που αφορούν την ποιότητα του προϊόντος και με δειγματοληπτικούς ελέγχους

διασφαλίζουν την τήρηση των ορίων προδιαγραφών που έχουν οριστεί. Τέλος είναι υπεύθυνοι για την σωστή λειτουργία των αυτόματων ελεγκτών βάρους (check-weight) και την ανίχνευση των X-Ray.

Οι απαιτήσεις των πελατών είναι ένας παράγοντας μη αμελητέος στην εξέλιξη του έργου και θα πρέπει η ομάδα του έργου να αφουγκραστεί τις ανάγκες που προκύπτουν. Οι απαιτήσεις και οι ανάγκες των πελατών ονομάζονται « Η Φωνή του Πελάτη» και η ομάδα του έργου θα πρέπει να κάνει τις κατάλληλες ενέργειες έτσι ώστε να καλυφθούν αυτές οι ανάγκες. Οι πελάτες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τους εσωτερικούς πελάτες που αποτελούνται από το προσωπικό της παραγωγής και την Διοίκηση της Βιομηχανίας ενώ οι εξωτερικοί πελάτες είναι οι πελάτες του εμπορίου που προμηθεύονται προϊόντα από την εταιρία.

Πιο αναλυτικά οι ανάγκες που ακούγονται από τους εσωτερικούς πελάτες (εργαζόμενους παραγωγής) είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψιν καθώς είναι η κινητήριος δύναμη του εργοστασίου και είναι οι εξής :

1. Επιπλέον προγράμματα ή σεμινάρια εκπαίδευσης το οποίο μπορεί να γίνουν μέσω παροχής πόρων από την Διοίκηση για εκπαιδευτικά προγράμματα και σεμινάρια
2. Καλύτερη τεχνική υποστήριξη-εξοπλισμός προκειμένου να υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια και λιγότερος φόρτος εργασίας . Μέσω αγοράς νέου μηχανολογικού εξοπλισμού μπορεί να καλυφθεί η ανάγκη.
3. Καλύτερη επικοινωνία και ενημέρωση μεταξύ του προσωπικού και του Προϊσταμένου ή Υπευθύνου Τμήματος . Θα πρέπει να οργανώνονται εβδομαδιαίες συναντήσεις όπου ο Υπεύθυνος ή ο Προϊστάμενος θα ακούει τα προβλήματα που προκύπτουν κατά την διάρκεια εργασίας, θα ενημερώνει το προσωπικό για αλλαγές και θα το ενθαρρύνει για την δουλειά που προσφέρει.
4. Μείωση της πίεσης που ασκείται για πιο γρήγορη παραγωγή. Τα άτομα που απαρτίζουν την γραμμή θα πρέπει να είναι επαρκή και να μην γίνονται μειώσεις όταν υπάρχει έλλειψη προσωπικού. Κάτι τέτοιο δημιουργεί πίεση στο προσωπικό και μπορεί να οδηγήσει σε λάθη. Θα πρέπει η Εταιρία να μεριμνά για την πρόσληψη νέου προσωπικού επαρκώς καταρτισμένου , το οποίο πρώτα θα εκπαιδεύεται και μετά θα αποτελεί βασικό μέλος της γραμμής.

Στην συνέχεια, σύμφωνα με τους στόχους ποιότητας που έχει θέσει, έχουν προκύψει οι παρακάτω ανάγκες οι οποίες αποτελούν την "Φωνή του Πελάτη" :

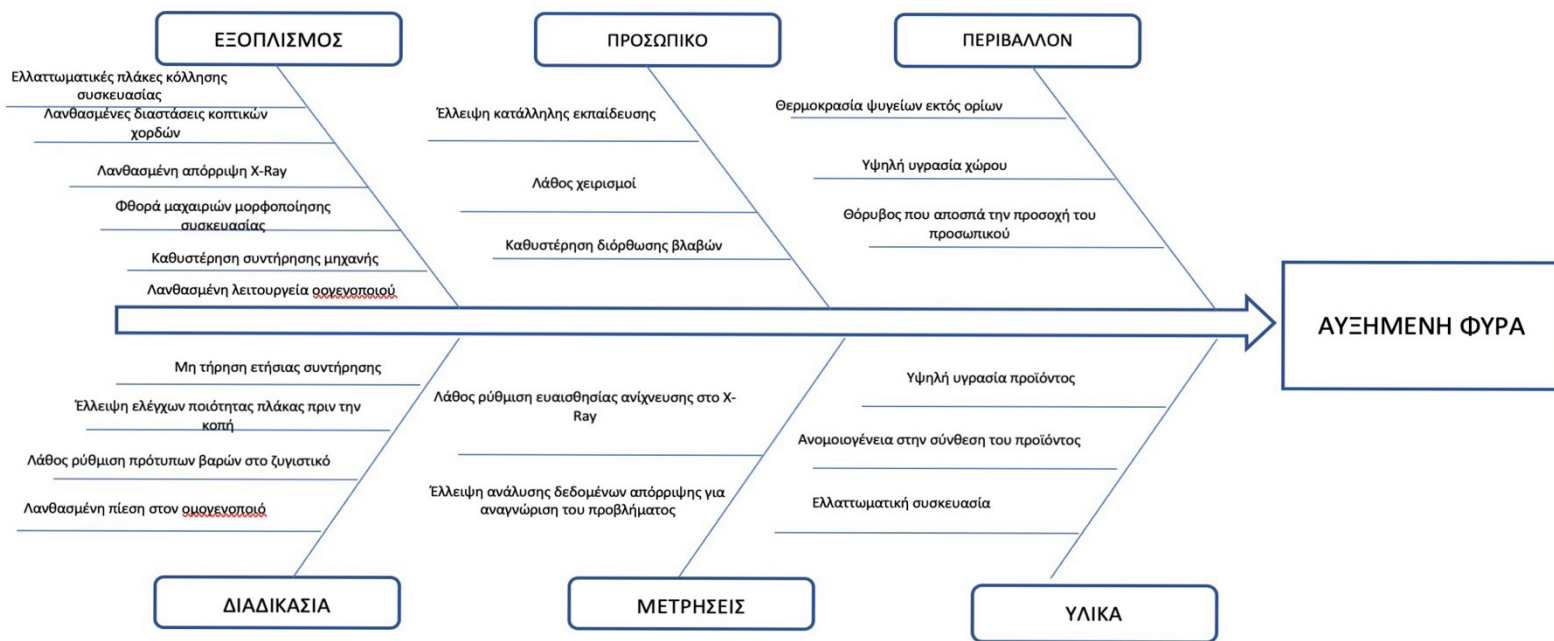
1. Θα πρέπει να υπάρξει μείωση ελαττωματικών προϊόντων από προμηθευτές-συνεργάτες της εταιρίας (ελαττωματικά film, κιβώτια , ετικέτες). Για να επιτευχθεί κάτι τέτοιο θα πρέπει οι προμηθευτές να αξιολογούνται με μεγαλύτερη συνέπεια και ακρίβεια.
2. Βελτίωση χειρισμών και διαχείρισης της γραμμής παραγωγής φέτας. Η εκπαίδευση του προσωπικού και ιδιαίτερα των χειριστών γραμμών είναι πολύ σημαντική καθώς ένα σωστά εκπαιδευμένο προσωπικό μπορεί να αυξήσει τα επίπεδα παραγωγικότητας.
3. Το κόστος από τα υψηλά ποσοστά απορριπτέων προϊόντων δεν είναι πάντα εύκολα διαχειρίσιμο και θα πρέπει να υπάρξει μείωση αυτού.
4. Προτεραιότητα της Βιομηχανίας είναι πάντα η συνεχής βελτίωση και η ικανοποίηση των πελατών.

Τέλος στην Φωνή του Πελάτη ανήκουν και οι Πελάτες της Βιομηχανίας, οι οποίοι είναι συνήθως πολυεθνικές εταιρίες ή μεμονωμένοι πελάτες λιανικής πώλησης. Παρακάτω παρουσιάζονται οι ανάγκες τους :

1. Συμμόρφωση της εταιρίας με τα Πρότυπα και τους Κανονισμούς όπως: Πιστοποιήσεις ISO (9001,22000) , Συμμόρφωση με κανονισμούς της ΕΕ και διεθνής προδιαγραφές τροφίμων (HACCP, BRC, IFS)
2. Τα προϊόντα θα πρέπει να είναι εντός ορίων προδιαγραφών και σύμφωνα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε πελάτη. Το Τμήμα της Ποιότητας καθώς και ο χειριστής της γραμμής θα πρέπει να ελέγχουν και να επιβεβαιώνουν πως η παραγωγή που βγαίνει από την γραμμή είναι εντός των ορίων. Όταν παρατηρείται απόκλιση θα πρέπει να διορθώνεται.
3. Η Τιμολογιακή Πολιτική θα πρέπει να είναι ευνοϊκή και να μην υπάρχουν απάτες καθώς είναι ένας παράγοντας ο οποίος επηρεάζει την ανταγωνιστική θέση της εταιρίας.

Αφού συναντηθεί και συστηθεί η ομάδα διεξάγεται ο καταιγισμός ιδεών μεταξύ των μελών της ομάδας. Ο καταιγισμός ιδεών είναι ένα εργαλείο ποιότητας πολύ σημαντικό και χρήσιμο καθώς η ομάδα έχει την δυνατότητα να καταθέσει ελεύθερα και χωρίς κανόνες τις ιδέες του όσο αφορά το τρέχον πρόβλημα και για τους παράγοντες που μπορεί να το προκαλούν. Με τον τρόπο αυτό κάθε μέλος της ομάδας εξέφρασε την γνώμη του σε έντυπη μορφή τα πιθανά αίτια τα οποία ενδεχομένως προκαλούν τις αυξημένες ποσότητες απόρριψης προϊόντος κατά την διάρκεια κοπής Vegan τυριού σε block 200gr. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές από τις ιδέες και προτάσεις που προέκυψαν και έπειτα από συζήτηση θεωρήθηκαν οι πιο πιθανές:

- Προβλήματα ποιότητας Α' Ύλων (άμυλα, γαλακτωματοποιητές , σταθεροποιητές, film συσκευασίας, εκτυπωτές ημερομηνίας στην συσκευασία)
- Προβλήματα στο στάδιο ομογενοποίησης του προϊόντος
- Χειρισμοί κατά το στάδιο παστερίωσης και δημιουργίας του τήγματος όπου ο χειριστής μπορεί να προσθέσει λάθος ποσότητα νερού ή ελαίου
- Λανθασμένη πλήρωση κιλών τήγματος σε φόρμες των 12.5kg κατά το στάδιο παραγωγής
- Συνθήκες ψύξης σε θερμοκρασίες εκτός ορίων προδιαγραφών
- Κοπή πλακών οι οποίες δεν έχουν μείνει υπό ψύξη όσες μέρες έχει οριστεί από το σύστημα
- Ο τρόπος που γίνεται η μορφοποίηση του προϊόντος σε ειδικές φόρμες δημιουργεί επιφανειακά ανωμαλίες στο τελικό προϊόν προς κοπή κυρίως στα περιφερειακά τοιχώματα
- Υγρασία και θερμοκρασία προϊόντος εκτός ορίων προδιαγραφών
- Έλλειψη εκπαίδευσης προσωπικού σχετικά με το τι θεωρείται αποδεκτό προϊόν και τι προϊόν προς απόρριψη
- Υψηλή ταχύτητα διεκπεραίωσης εργασιών κατά την διάρκεια λειτουργίας της Γραμμής-Φέτας
- Έλλειψη συχνής συντήρησης εξοπλισμού Γραμμής
- Έλλειψη εξοικείωσης προσωπικού με ελεγκτές βάρους και X-RAY
- Μη ορθή στελέχωση Γραμμής-Φέτας
- Λανθασμένη απόρριψη X-RAY και αυτόματου ζυγιστικού



- Πρόσληψη νέων υπαλλήλων για σύντομο χρονικό διάστημα

Αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία του καταγισμού ιδεών σχετικά με τα πιθανά αίτια που προκαλούν απόρριψη προϊόντος 200gr στην Γραμμή της Φέτας προτείνεται να γίνει μία ομαδοποίηση των αιτιών προκειμένου να υπάρχει μία ξεκάθαρη εικόνα για τα αίτια και την κατηγορία στην οποία ανήκουν. Για να γίνει αυτό η ομάδα θα χρησιμοποιήσει ένα διάγραμμα Αιτίου-Αποτελέσματος (Fishbone-Ishikawa), με τον τρόπο αυτό οι αιτίες του προβλήματος θα καταταχθούν σε βασικές κατηγορίες και η ομάδα θα μπορέσει να θέσει μία συγκεκριμένη κατεύθυνση και να μεταδώσει ευκολότερα στο προσωπικό το πρόβλημα και το έργο που καλείται να φέρει εις πέρας. Οι κατηγορίες οι οποίες προέκυψαν είναι : Εξοπλισμός, Προσωπικό , Περιβάλλον, Διαδικασίες, Μετρήσεις, Υλικά. Οι κατηγορίες αυτές παρουσιάζονται παρακάτω μέσω το διαγράμματος Αιτίου-Αποτελέσματος :

Σχήμα 4 : Διάγραμμα Αιτίου-Αποτελέσματος Αύξησης απόρριψης Vegan Φέτας σε block 200gr

5.2.2 ΣΤΑΔΙΟ 2^ο : ΜΕΤΡΗΣΗ (MEASURE)

Αφού ολοκληρωθεί το στάδιο του Καθορισμού προχωράμε στο επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας που είναι η Μέτρηση. Στο στάδιο αυτό η ομάδα θα πρέπει να συλλέξει τα απαιτούμενα δεδομένα για να γίνει η μέτρηση των στόχων.

Παρακάτω αναφέρονται τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσει η ομάδα προκειμένου να συλλέξει επαρκή δεδομένα :

- ο Δεδομένα τα οποία απαιτούνται: Τα κιλά vegan φέτας σε block 200gr τα οποία πρέπει να παραχθούν ημερησίως σύμφωνα με τον Προγραμματισμό. Επιπλέον, θα χρειαστούν τα δεδομένα από τα κιλά που παράχθηκαν τελικά στο τέλος κάθε βάρδιας. Θα πρέπει επίσης να καταγραφούν και τα κιλά απόρριψης καθώς και το στάδιο από το οποίο προκλήθηκε η απόρριψη.
- ο Λόγοι που απαιτούνται τα δεδομένα αυτά : Τα συγκεκριμένα δεδομένα είναι απαραίτητα καθώς μέσω αυτών η ομάδα θα μπορέσει να δει ποιο είναι το σημείο αυτό το οποίο προκαλεί τα μεγαλύτερα ποσοστά απόρριψης στην συγκεκριμένη Γραμμή Παραγωγής. Επομένως θα μπορέσει στοχευμένα να προχωρήσει στις ανάλογες διορθωτικές ενέργειες χωρίς να σπαταλάει χρόνο σε ενέργειες οι οποίες δεν θα έχουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. Τέλος τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για να δημιουργηθούν τα ανάλογα στατιστικά διαγράμματα τα οποία θα χρησιμοποιηθούν ως χάρτης για την επιτυχή επίλυση του έργου.
- ο Χρόνος συλλογής δεδομένων: Η καταγραφή των δεδομένων γίνεται σε καθημερινή βάση , δύο φορές την ημέρα. Για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιηθούν οι καταγραφές από όλες τις μέρες των μηνών που θα γίνει η μελέτη. Δεν θα γίνει δειγματοληπτική συλλογή καθώς κάτι τέτοιο μπορεί να αλλοιώσει το τελικό αποτέλεσμα. Τα δεδομένα αυτά καθημερινά τα συλλέγει ο Προϊστάμενος της Επεξεργασίας προκειμένου να τα καταγράψει στο σύστημα μέσω SAP και έτσι η πρόσβαση σε αυτά είναι εύκολη.
- ο
- ο Πηγές άντλησης δεδομένων: Για να συλλεχθούν τα δεδομένα απόρριψης θα χρησιμοποιηθεί ένα έντυπο το οποίο συμπληρώνεται καθημερινά στο τέλος

κάθε βάρδιας από τον χειριστή της γραμμής και ονομάζεται « Ημερήσιο δελτίο καταγραφής Απορρίψεων» το οποίο παρουσιάζεται παρακάτω:

Ημερήσιο δελτίο καταγραφής Απορρίψεων

Ημερομηνία Ελέγχου:	Βάρδια:	Γραμμή Παραγωγής:
---------------------	---------	-------------------

Κωδικός Προϊόντος/LOT	Πελάτης	Κιλά εντολής	Ονομασία προϊόντος	Ξένο σώμα	Σπασμένες φέτες	Ελαττωματική συσκευασία	Βάρος εκτός ορίων	Μορφολογία πλάκας	Σύνολο Παραγωγικής ποσότητας	Σύνολο κιλών απόρριψης

Υπεύθυνος:

Παρατηρούμε πως στον πίνακα περιλαμβάνονται δεδομένα όπως ο κωδικός του προϊόντος και το Lot Number , ο πελάτης , τα κιλά τα οποία πρέπει να παραχθούν σύμφωνα με τον Προγραμματισμό και τις απαιτήσεις της παραγγελίας, τους λόγους για τους οποίους υπάρχει απόρριψη όπου κάτω από αυτούς συμπληρώνονται τα κιλά που αντιστοιχούν στο κάθε αίτιο και τέλος το σύνολο των κιλών που παράχθηκαν στο τέλος της βάρδιας αφαιρώντας τα κιλά που απορρίφθηκαν καθώς και τα συνολικά κιλά απόρριψης. Το έντυπο αυτό όπως προαναφέρθηκε συμπληρώνεται από τον υπεύθυνο

της Γραμμής και παραδίδεται στον Προϊστάμενο Επεξεργασίας στο τέλος κάθε βάρδιας.

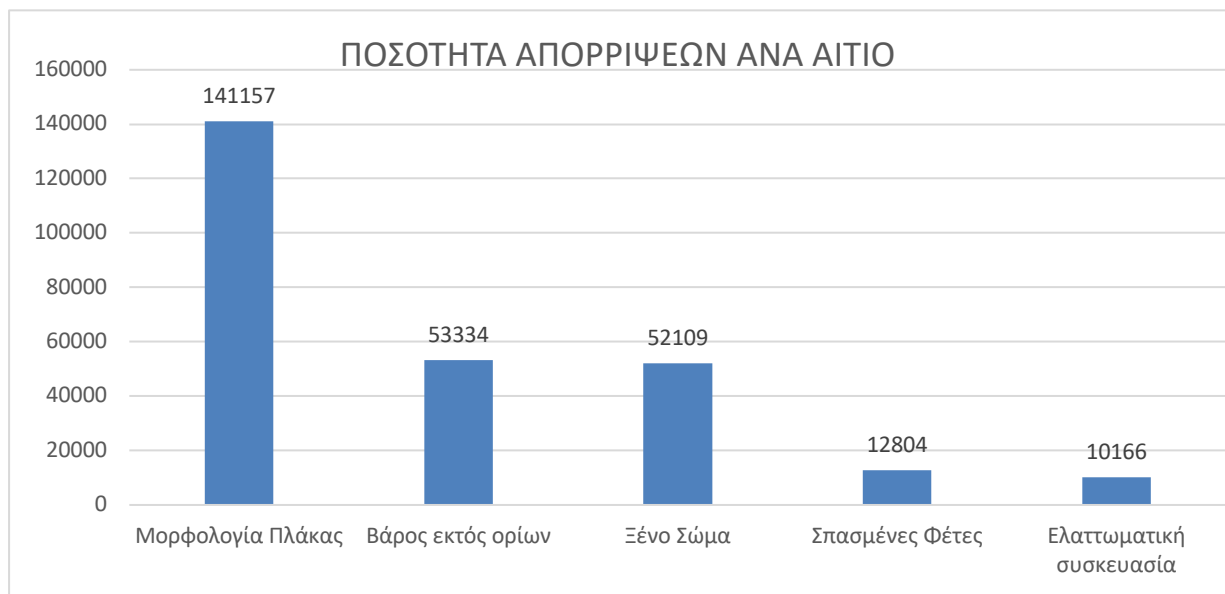
Η συλλογή των δεδομένων για τις ποσότητες απορριπτέου προϊόντος ξεκίνησε από τον 01 Μαρτίου του 2024 και τελείωσε 30 Δεκεμβρίου του 2024. Τα δεδομένα περάστηκαν σε υπολογιστικό φύλλο Excel Office προκειμένου να γίνουν οι διάφοροι υπολογισμοί που απαιτούνται για την δημιουργία διαγραμμάτων που θα παρουσιαστούν στην συνέχεια. Τα δεδομένα απευθύνονται σε προϊόν vegap φέτας των 200gr τα οποία προέκυψαν από το σύνολο ημερήσιας παραγωγική διεργασίας. Παρακάτω παρουσιάζεται η συνολική μηνιαία ποσότητα απορρίψεων (Kg) από την γραμμή της Φέτας κατά το έτος του 2024.



Διάγραμμα 1 : Ραβδόγραμμα συνολικής ποσότητας απορρίψεων (Kg) ανά μήνα του έτους 2024

Στο ιστόγραμμα που προηγήθηκε παρατηρούμε τις αυξημένες ποσότητες απορρίψεων από την Γραμμή παραγωγής τους πρώτους μήνες του έτους πριν εφαρμοστεί η μεθοδολογία DMAIC. Πιο συγκεκριμένα μέχρι τον Ιούνιο παρατηρήθηκε αύξηση της απόρριψης σε σχέση με τους προηγούμενους μήνες. Το γεγονός αυτό οδήγησε στην απόφαση για άμεση εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών. Τον μήνα Ιούλιο τέθηκε για πρώτη φορά σε εφαρμογή η μεθοδολογία DMAIC. Από τον πρώτο κιόλας μήνα εφαρμογής υπήρξε μείωση στα κιλά της απόρριψης από την Γραμμή Παραγωγής μέχρι

και τον Δεκέμβριο με μία ελάχιστη αύξηση η οποία παρατηρήθηκε τον Νοέμβριο αλλά παρατηρούμε ότι τον Δεκέμβριο ξανά μειώθηκε. Τέτοιες μικρές διακυμάνσεις είναι φυσιολογικές καθώς πολλοί είναι οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την ποσότητα των απορρίψεων αρκεί να μην είναι συνεχόμενες, γεγονός που θα σήμαινε συνολική αύξηση μακροπρόθεσμα. Ωστόσο το παραπάνω διάγραμμα αναφέρεται σε συνολικούς τόνους απορρίψεων ανά μήνα. Για τον λόγο αυτό παρακάτω θα αναλυθούν οι λόγοι , τα στάδια στα οποία το προϊόν χαρακτηρίζεται ακατάλληλο και απορρίπτεται. Για να γίνει η ανάλυση αυτή θα χρησιμοποιήσουμε ένα Ραβδόγραμμα (Διάγραμμα- 2) στο οποίο θα απεικονιστούν οι λόγοι και τα σημεία που προκαλούν το πρόβλημα καθώς και σε πιο από αυτά υπάρχει μεγαλύτερη ποσότητα απορριπτέων προϊόντων ετησίως.



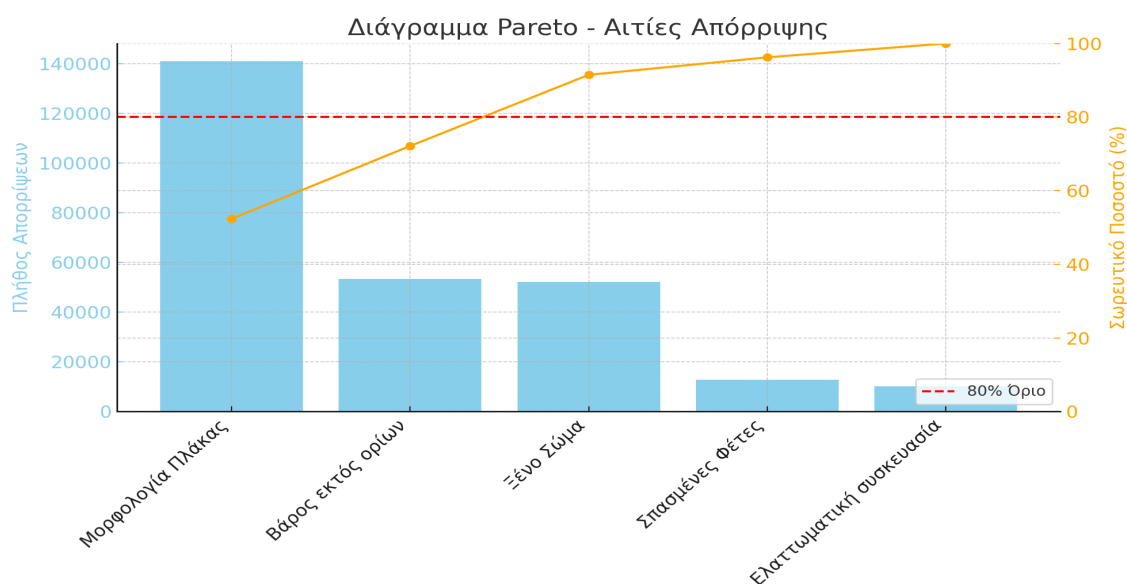
Διάγραμμα 2 : Ραβδόγραμμα συνολικής ποσότητας απορρίψεων ανά αίτιο για το έτος 2024

Στο διάγραμμα που προηγήθηκε παρατηρούμε με μεγάλη απόκλιση από το δεύτερο πως η μορφολογία της πλάκας ευθύνεται σε πολύ μεγάλο βαθμό για τις ποσότητες προϊόντος που απορρίπτονται καθημερινά. Στην συνέχεια ακολουθούν οι απορρίψεις από το X-Ray και των ζυγιστικών ενώ οι σπασμένες φέτες και οι ελαττωματικές συσκευασίες δεν επηρεάζουν τόσο σημαντικά την αύξηση κιλών απόρριψης. Η μορφολογία της πλάκας αντιπροσωπεύει έναν πολύ μεγάλο βαθμό απορριπτέας ποσότητας και αυτό οφείλεται δικαιολογημένα στα μεγάλα κομμάτια που

απορρίπτονται σε κάθε κοπή εξαιτίας της ανομοιομορφίας που υπάρχει στην πλάκα. Προκειμένου το προϊόν να κοπεί σε ευθυγραμμισμένα κομμάτια το περιφερειακό τμήμα που παρουσιάζει ανομοιομορφίες θα πρέπει να απορριφθεί. Ακόμα παρατηρούμε πως οι απορρίψεις λόγω βάρους προϊόντων και ανιχνεύσεων ξένων σωμάτων από το X-Ray είναι δύο λόγοι με σχεδόν ίσα ποσά απόρριψης. Τα όρια βάρους καθορίζονται αυστηρά από τις απαιτήσεις του πελάτη και την νομοθεσία. Παρατηρήσαμε πως κατά την διάρκεια της παραγωγής οι απορρίψεις βάρους αποτελούνταν τόσο από υπέρβαρα όσο και λιποβαρή προϊόντα γεγονός που οφείλεται σε μη σωστό κόψιμο της πλάκας. Οι απορρίψεις από το X-Ray αφορούν κυρίως κομμάτια προϊόντος που βρίσκονται μέσα στην συσκευασία και όχι ξένα σώματα όπως μέταλλο. Το X-Ray απορρίπτει τα προϊόντα αυτά λόγω αυξημένης πυκνότητας η οποία δεν είναι σύμφωνη με τα όρια που έχει καθοριστεί να αναγνωρίζει το X-Ray με αποτέλεσμα να τα απορρίπτει. Η πυκνότητα είναι ένα χαρακτηριστικό το οποίο ορίζεται από τον Ποιοτικό Έλεγχο της εταιρίας και εξυπηρετεί την σωστή ανίχνευση. Παρόλα αυτά στο επόμενο στάδιο της ανάλυσης τα δεδομένα από τις απορρίψεις θα αναλυθούν περισσότερο προκειμένου να η ομάδα να καταλήξει σε συμπεράσματα τα οποία θα την οδηγήσουν στην επιτυχία του έργου και την ολοκλήρωση των στόχων που έχει θέσει.

5.2.3 ΣΤΑΔΙΟ 2^ο : ΑΝΑΛΥΣΗ (ANALYZE)

Στο προηγούμενο στάδιο έγινε η μέτρηση των απαραίτητων δεδομένων για την ποσότητα των απορρίψεων δημιουργώντας μία γενική εικόνα για τα αίτια που προκαλούν το πρόβλημα και τις ποσότητες που απορρίπτονται ετησίως αναλόγως τα αίτια αυτά. Προχωρώντας στο επόμενο στάδιο της μεθοδολογίας θα αναλύσουμε σε βάθος τα δεδομένα και τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το προηγούμενο στάδιο. Η ομάδα θα μπορέσει να εξάγει συμπεράσματα για τα αίτια που προκαλούν ελαττωματικά προϊόντα τα οποία θεωρούνται ακατάλληλα και οδηγούνται προς απόρριψη. Κύριο μέλημα είναι να αναλυθούν οι αστοχίες και τα αίτια που δημιουργούν το πρόβλημα, για τον λόγο αυτό θα χρησιμοποιήσουμε το Διάγραμμα-3 το οποίο παρουσιάζει τα αίτια των απορρίψεων.



Διάγραμμα 3 : Διάγραμμα Pareto συνολική ποσότητα απορρίψεων ανά αίτιο για το έτος 2024

Στο διάγραμμα παρατηρούμε τους κύριους λόγους οι οποίοι οδηγούν το προϊόν σε απόρριψη κατά την διάρκεια της επεξεργασίας τους στην Γραμμή της Φέτας εξαιτίας τις ακαταλληλότητας του. Είναι προφανές πως το μεγαλύτερο πρόβλημα οφείλεται στην μορφολογία της πλάκας. Με τον όρο μορφολογία πλάκας εννοούμε το πόσο καλά έχει σχηματιστεί το τελικό προϊόν στο καλούπι της ειδικής φόρμας. Παρακάτω βλέπουμε μια φωτογραφία από την πλάκα της Φέτας πριν ανοιχτεί η σακούλα.



Εικόνα 4 - Πλάκα Vegan φέτας 12,5Kg

Παρατηρούμε πως το πάνω μέρος της πλάκας έχει ανομοιομορφίες. Η μορφολογία αυτή επηρεάζει κατά το στάδιο όπου το προϊόν κόβεται σε block καθώς τα ακριανά κομμάτια παρουσιάζουν ανωμαλίες και κατά συνέπεια είναι μη αποδεκτά. Τα καλούπια που χρησιμοποιούνται για να σχηματιστεί η πλάκα δεν είναι κατάλληλα τετραγωνισμένα για τον λόγο αυτό δημιουργείται και το πρόβλημα με ανομοιόμορφες πλάκες. Επιπροσθέτως στην μορφολογία της πλάκας μπορεί να συμπεριληφθούν και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τα οποία είναι η υγρασία και η θερμοκρασία του προϊόντος. Στην πρώτη περίπτωση της υγρασίας υπάρχουν συγκεκριμένα όρια τα οποία πρέπει να τηρούνται προκειμένου να υπάρχει σωστή σύσταση στο προϊόν. Ο Ποιοτικός Έλεγχος είναι υπεύθυνος για την μέτρηση της υγρασίας του προϊόντος. Σε περίπτωση που η υγρασία είναι εκτός ορίων η σύσταση στο προϊόν αλλάζει. Η πλάκα μπορεί να είναι αρκετά μαλακή και να μην είναι εύκολα στο να διαχειριστεί από το προσωπικό. Ως αποτέλεσμα οι πλάκες δεν μπορούν να κοπούν σωστά και σπάνε. Ακόμα το προϊόν εξαιτίας της μαλακής υφής που έχει παίρνει την μορφή πλαστελίνης με αποτέλεσμα να χαλάει η μορφή του. Μία μη επιθυμητή δομή οφείλεται επίσης και στην ομογενοποίηση που γίνεται στο στάδιο της παραγωγής. Αν η διεργασία δεν γίνει σωστά τότε το αποτέλεσμα δεν θα είναι σωστό και θα προκαλέσει πρόβλημα στο προϊόν το οποίο θα έχει και λάθος σύσταση κατά την κατανάλωση επομένως θα πρέπει να απορριφθεί. Θα πρέπει να σημειωθεί πως η υγρασία και η ομογενοποίηση που αναφέρθηκαν παραπάνω προκαλούν και σπασμένες φέτες, ένα αίτιο το οποίο ωστόσο προκαλεί το μικρότερο

ποσοστό απορρίψεων. Τέλος η θερμοκρασία στην οποία αποθηκεύονται οι πλάκες καθώς και το χρονικό διάστημα που παραμένουν στα ειδικά ψυγεία επηρεάζουν σημαντικά τα χαρακτηριστικά του προϊόντος. Η ιδανική θερμοκρασία είναι 4-8 ° C και παραμονή στο ψυγείο για 10 μέρες πριν την κοπή της. Σε αντίθετη περίπτωση η πλάκα θα είναι μαλακή και δεν θα μπορεί να κοπεί. Παρακάτω παρουσιάζονται φωτογραφίες από ακατάλληλο προϊόν προς επεξεργασία.

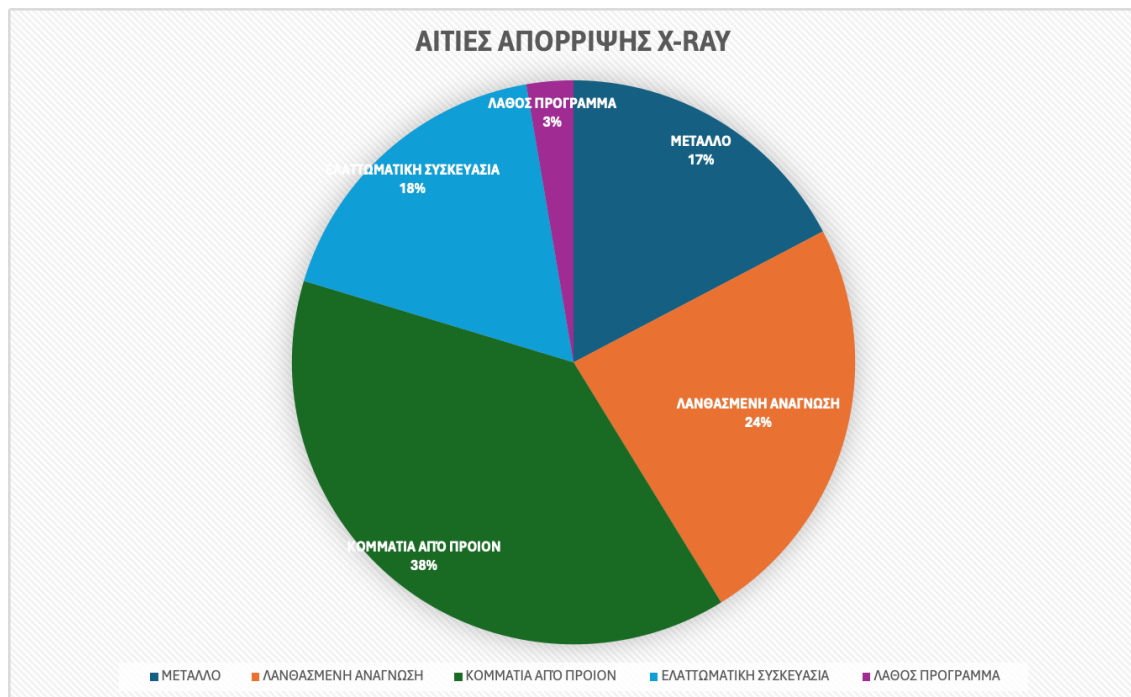


Εικόνα 5: Σπασμένα κομμάτια σε Block 200gr vegan φέτας



Εικόνα 6 : Ακατάλληλη σύσταση προϊόντος

Τέλος παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα (Διάγραμμα-3) οι απορρίψεις που αφορούν το X-Ray και το check-weight αποτελούν ένα μικρότερο ποσοστό της συνολικής απορριπτέας ποσότητας .Η ομάδα σύλλεξε δειγματοληπτικά δεδομένα προκειμένου να αναλύσει τους λόγους της απόρριψης από το X-Ray για να βρεθούν οι πραγματικοί λόγοι απόρριψης.



Διάγραμμα 4 : Αιτίες απόρριψης X-Ray σε Block 200gr

Παρατηρούμε πως το 38% οφείλεται σε κομμάτια από προϊόν. Αυτό συμβαίνει κατά την επεξεργασία προϊόντος όπου μικρά κομμάτια φέτας σπάνε και πέφτουν μέσα στην συσκευασία. Ως αποτέλεσμα το X-Ray τα διαβάζει ως ξένο σώμα λόγω της πυκνότητας και τα απορρίπτει. Το γεγονός αυτό θα μπορούσε να συμπεριληφθεί και στην μορφολογία της πλάκας που αναφέραμε παραπάνω. Οι πλάκες που οποίες δεν έχουν σωστή σύσταση σπάνε πιο εύκολα δημιουργώντας αυτά τα μικρά κομμάτια. Η ανίχνευση μετάλλου που αποτελεί το 17% μπορεί να δικαιολογηθεί καθώς τον μήνα Μάρτιο και Αύγουστο έσπασε ένας μηχανισμός στην Γραμμή παραγωγής το οποίο προκάλεσε ρινίσματα και κατ' επέκταση ανίχνευση μετάλλου από το X-Ray.

Τα αυτόματα ζυγιστικά (check-weight) είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να απορρίπτουν ελαφριές και υπέρβαρες συσκευασίες σύμφωνα με τα όρια που έχει ορίσει ο Ποιοτικός Έλεγχος. Κατά την επεξεργασία στην Γραμμή της vegan φέτας , το προϊόν κόβεται σε block με ειδικές χορδές (κιθάρα) . Στο στάδιο αυτό προκύπτουν συνήθως οι διακυμάνσεις στο βάρος της συσκευασίας. Σε περίπτωση που οι χορδές δεν είναι σωστά ευθυγραμμισμένες ή σε περίπτωση που η πλάκα δεν έχει σχηματιστεί σωστά το τελικό προϊόν μπορεί να είναι πιο ελαφρύ ή πιο βαρύ σε σχέση με τα πρότυπα όρια και ως αποτέλεσμα να απορριφθεί.

Το τελευταίο στάδιο της Ανάλυσης αφορά την εκτίμηση κόστους η οποία προκύπτει από τις απορρίψεις προϊόντος κατά την επεξεργασία του τρόφιμου. Με τον τρόπο αυτό θα παρουσιαστεί η οικονομική επίπτωση που έχει η «φύρα» στην Βιομηχανία. Αρχικά θα γίνει εκτίμηση κόστους ανά μήνα του έτους 2024 η οποία παρουσιάζεται στο παρακάτω ραβδόγραμμα.



Διάγραμμα 5 : Κόστος απορρίψεων block 200gr ανά μήνα για το έτος 2024

Παραπάνω παρουσιάστηκε ένα ραβδόγραμμα το οποίο αφορά το μηνιαίο κόστος που προκύπτει από την φύρα που έχει κάθε μέρα η Γραμμή παραγωγής που μελετάμε το έτος 2024. Το συνολικό ποσό προκύπτει από τις απορρίψεις της Γραμμής ανέρχεται στα 358.350,17 € . Όπως παρατηρήθηκε και στο Διάγραμμα-5 μέχρι να ξεκινήσει η εφαρμογή της μεθοδολογίας 6-σιγμα το κόστος είναι αυξημένο. Αυτό είναι αναμενόμενο καθώς τα ποσοστά των απορρίψεων ήταν πολύ μεγαλύτερα σε σχέση με τους υπόλοιπους μήνες όπου ξεκίνησε η εφαρμογή του έργου. Πράγματι από τον μήνα Ιούλιο υπάρχει μία μείωση του κόστους η οποία συνεχίζει να μειώνεται σταδιακά μέχρι και τον Δεκέμβριο. Η μείωση αυτή επιβεβαιώνει και την αποτελεσματικότητα της μέχρι τώρα προσπάθειας της ομάδας για βελτίωση καθώς μέσω αυτού υπάρχει μείωση κόστους 19,67% . Το κόστος υπολογίζεται από την τιμή που έχει καθοριστεί για την πλάκα 12,5kg του κάθε προϊόντος. Η τιμή αυτή είναι καθορισμένη από την Διοίκηση και υπολογίζεται με βάσει τις Α΄Υλες που χρησιμοποιήθηκαν, τον χρόνο και την επεξεργασία που υπέστη το κάθε προϊόν της εταιρίας καθώς και το κόστος από τον

χρόνο που απασχολήθηκε το προσωπικό για να το δημιουργήσει. Υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις που το προϊόν θεωρείται ακατάλληλο για τον πελάτη ωστόσο με έγκριση του Ποιοτικού Ελέγχου μπορεί να δοθεί ως δωρεά σε κάποιο κοινωφελές ίδρυμα ή να δεσμευτεί και να επανεξεταστεί για την καταλληλότητά του. Ωστόσο η κίνηση αυτή δεν αναιρεί το κόστος που επιβαρύνει την εταιρία διότι χάνει την ευκαιρία να αποκτήσει κέρδος. Σε περιπτώσεις που το προϊόν δεσμεύεται και δεν απορρίπτεται κατευθείαν προστίθεται κόστος καθώς δεσμεύεται προσωπικό που θα κάνει την διαλογή ή την επανεξέταση της δεσμευμένης ποσότητας. Καταλήγουμε επομένως στο συμπέρασμα πως το κόστος μπορεί να αλλάξει ανάλογα με το είδος του προϊόντος και τις συνθήκες διαχείρισης. Ωστόσο η ημερήσια απόρριψη χωρίς να υπολογίζονται οι ποσότητες που δεσμεύονται προκύπτουν από την τιμή της πλάκας έχει οριστεί. Στην μελέτη που κάναμε για το έτος 2024 η τιμή της πλάκας για την συγκεκριμένη συνταγή που ασχολήθηκε η ομάδα παρέμεινε αμετάβλητη.

5.2.4 ΣΤΑΔΙΟ 3^ο : ΒΕΛΤΙΩΣΗ (IMPROVE)

Το στάδιο της βελτίωσης ξεκίνησε να εφαρμόζεται από την ομάδα του έργου ήδη από το προηγούμενο βήμα της ανάλυσης. Αφού εντοπίστηκαν τα κύρια προβλήματα που προκαλούν το πρόβλημα η ομάδα έδρασε άμεσα προκειμένου να εφαρμόσει τεχνικές βελτίωσης σε συγκεκριμένες διαδικασίες. Η συνεχή βελτίωση είναι άμεσα συνδεδεμένη με την κουλτούρα και της Βιομηχανίας και σκοπός είναι να εντοπίζονται τα προβλήματα που προκύπτουν στα τμήματα και στις γραμμές παραγωγής με αποτέλεσμα οι διαδικασίες να βελτιώνονται συνεχώς. Οι βελτιώσεις εφαρμόστηκαν σε κατηγορίες προκειμένου να υπάρχει μεγαλύτερη σαφήνεια και η ομάδα να λειτουργήσει πιο στοχευμένα. Οι κατηγορίες στις οποίες η ομάδα δραστηριοποιήθηκε είναι :

- Διαδικασίες
- Εξοπλισμός και υποδομές
- Ανθρώπινο Δυναμικό και προσωπικό

5.2.4.1 Διαδικασίες

Όσο αφορά τις διαδικασίες η ομάδα αποφάσισε να εφαρμόσει τεχνικές βελτίωσης ήδη από τα πρώτα στάδια παραγωγής του συγκεκριμένου προϊόντος. Όπως διαπιστώθηκε παραπάνω ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα είναι η μορφολογία της πλάκας προκαλώντας φύρα ίση με το 8% της ημερήσιας παραγωγής. Με τον όρο μορφολογία πλάκας εννοούμε προβλήματα όπως: το σχήμα της πλάκας και την σύσταση της πλάκας.

Διαδικασίες που σχετίζονται με αυτό το πρόβλημα είναι αρχικά η διεργασία με την οποία δημιουργείται το προϊόν δηλαδή η ποιότητα των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται και πιο συγκεκριμένα Α' Υλές που σχετίζονται με την σταθερότητα και την σκληρότητα του προϊόντος. Η ομάδα σε συνεργασία με την το τμήμα του R&D προχώρησε στην προσθήκη ουσίας στο προϊόν η οποία προσδίδει μία πιο σφιχτή και σκληρή δομή στο προϊόν αυξάνοντας παράλληλα την συνεκτικότητα και την σταθερότητα του. Αρχικά εφαρμόστηκε σε ένα μικρό δείγμα από το τμήμα της έρευνας και ανάπτυξης και αφού ελέγχτηκε πως δεν αλλοιώνει το προϊόν και δεν επιδρά αρνητικά στα φυσικοχημικά και οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της vegan φέτας στην συνέχεια εφαρμόστηκε πιλοτικά και σε ένα μέρος της παραγωγής. Μία τέτοια ενέργεια στοχεύει στην αποφυγή σπασιμάτων του προϊόντος κατά την επεξεργασία και την διευκόλυνση του προσωπικού όταν το διαχειρίζεται. Στο κομμάτι της παραγωγικής διεργασίας παρατηρήθηκε πως πολλές φορές γινόταν λάθη στην προσθήκη Α' Υλών, ελαίων και νερού στα καζάνια όπου δημιουργείται το τήγμα. Ως αποτέλεσμα να δημιουργείται πολλές φορές ένα προϊόν το οποίο δεν έχει την επιθυμητή δομή και δημιουργεί προβλήματα κατά την κοπή στο στάδιο της επεξεργασίας. Στην περίπτωση αυτή τοποθετήθηκαν ζυγιστικά τα οποία είναι συνδεδεμένα σε ένα δίκτυο και στέλνονται σε ένα πρόγραμμα ζυγίσεων στον υπολογιστή του Προϊσταμένου Ποιοτικού Ελέγχου. Το προσωπικό θα πρέπει κάθε φορά να ζυγίζει την Α' ύλη που είναι να χρησιμοποιηθεί και να στέλνει την ζύγιση πατώντας ένα κουμπί της ζυγαριάς στο πρόγραμμα ζυγίσεων το οποίο θα παρακολουθείται από τον Υπεύθυνο Ποιοτικού ελέγχου. Ακόμα προτάθηκε η μέτρηση και η καταγραφή θερμοκρασίας και υγρασίας μίας πλάκας πριν την κοπή της στην αρχή κάθε βάρδιας. Η μέτρηση αυτή θα γίνεται από τον Ποιοτικό έλεγχο και θα καταγράφεται από τον χειριστή της Γραμμής προκειμένου να ελέγχεται πως οι τιμές είναι εντός ορίων.

5.2.4.2 Ανθρώπινο δυναμικό και προσωπικό

Η κινητήριος δύναμη ενός εργοστασίου είναι αδιαμφισβήτητα το ανθρώπινο προσωπικό. Είναι υπεύθυνο για τους τόνους καθημερινής παραγωγής και χωρίς αυτό η Βιομηχανία δεν μπορεί να λειτουργήσει. Παρόλα αυτά οι δεξιότητες, η σωστή εκπαίδευση και η κατανόηση της εργασιακής κουλτούρας είναι παράγοντες που καθιστούν το προσωπικό παραγωγικό. Σε συνάντηση με την ομάδα συζητήθηκε έντονα πως θα πρέπει να υπάρξουν εκπαιδεύσεις και βελτιώσεις όσο αφορά το προσωπικό. Παρατηρήθηκε πως ένα μεγάλο μέρος ατόμων δεν είχαν τις βασικές γνώσεις και αυτό οφειλόταν στην έλλειψη ενημέρωσης. Το νέο προσωπικό καλούταν να εργαστεί σε θέσεις χωρίς να έχει προηγηθεί η κατάλληλη ενημέρωση και εκπαίδευση. Ακόμα σε περιόδους όπου υπήρχε μεγάλος όγκος παραγγελιών γινότανε μαζικές προσλήψεις ατόμων χωρίς να κατέχουν την απαραίτητη εμπειρία για να διαχειριστούν καταστάσεις και να ανταπεξέλθουν στα ζητούμενα της βάρδιας. Για τον λόγο αυτό η ομάδα οργάνωσε αρχικά σεμινάρια για όλους τους χειριστές , όχι μόνο της συγκεκριμένης γραμμής αλλά και τους χειριστές του ομογενοποιού της φέτας και τους χειριστές των καζανιών. Εφόσον παρατηρήθηκαν προβλήματα στην δομή του προϊόντος , θα πρέπει το προσωπικό που είναι υπεύθυνο για την ομογενοποίηση να είναι κατάλληλα εκπαιδευμένο και σταθερό. Επιπλέον, για τους χειριστές της γραμμής οργανώθηκαν εξειδικευμένα σεμινάρια τα οποία θα εκπαιδεύουν τους χειριστές στα μηχανήματα της γραμμής ώστε να μπορούν να βελτιώσουν την παραγωγικότητα. Ακόμα κρίθηκε απαραίτητη η εκπαίδευση , τόσο των χειριστών όσο και του προσωπικού που πλαισιώνει την γραμμή , στον χειρισμό του x-Ray και του αυτόματου ζυγιστικού. Η γνώση χειρισμού των μηχανημάτων θα βοηθήσει στο να μην γίνονται λάθη στην επιλογή προγραμμάτων, στην ομαλή παραγωγή χωρίς καθυστερήσεις και στην σωστή εφαρμογή των κανονισμών που αφορούν τις απορρίψεις.

Όσο αφορά το νέο προσωπικό, η ομάδα έπειτα από συνεννόηση με τον υπεύθυνο της επεξεργασίας και της παραγωγής εφάρμοσε ένα πρόγραμμα το οποίο θα διαρκεί δύο εβδομάδες και θα αφορά την εκπαίδευση του προσωπικού στις νέες θέσεις. Τα νέα άτομα θα είναι συνεχώς υπό την επίβλεψη έμπειρων εργατών και χωρίς να έχουν ευθύνη για την συγκεκριμένη θέση, παράλληλα με την εκπαίδευση τους θα λαμβάνουν και ένα έντυπο το οποίο θα εξηγεί την κουλτούρα της εταιρίας, τους κανόνες υγιεινής

και ασφάλειας καθώς και τις ευθύνες που πρόκειται να αναλάβουν. Στο πλαίσιο της συζήτησης για το νέο προσωπικό προτάθηκε να εφαρμοστεί και η ετήσια αξιολόγηση του προσωπικού. Ένα έντυπο ειδικά διαμορφωμένο δημιουργήθηκε προκειμένου στο τέλος κάθε χρονιάς ο κάθε εργαζόμενος να βαθμολογείται από τον προϊστάμενο του και αντίστροφα. Τέλος παρατηρήθηκε πως πολλά λάθη που σχετιζόταν με την απόρριψη προϊόντων και με λανθασμένους χειρισμούς οφειλόταν στην έλλειψη κινήτρου. Ένας λευκός πίνακας σημειώσεων-ανακοινώσεων τοποθετήθηκε σε διάφορους σταθμούς του εργοστασίου. Ονομάστηκε πίνακας ποιότητας και στόχων και αφορούσε όχι μόνο της Γραμμής Παραγωγής που μελετάται αλλά όλες τις γραμμές της Βιομηχανίας. Στον πίνακα αυτά θα καταγράφεται το ποσοστό παραγωγικότητας της κάθε Γραμμής και το ποσοστό της απόρριψης. Στο τέλος κάθε μήνα θα γίνεται ανασκόπηση και η Γραμμή που θα πετυχαίνει τους στόχους της ποιότητας θα παίρνει κάποιο μπόνους. Με τον τρόπο αυτό το προσωπικό θα έχει κίνητρο και θα προσπαθεί καθημερινά να αποδώσει το μέγιστο των δυνατοτήτων του. Ένα ακόμα πλεονέκτημα του πίνακα αυτού είναι η αύξηση του θεμιτού ανταγωνισμού, την διατήρηση της ομαδικότητας αλλά και την αύξηση της επικοινωνίας. Το προσωπικό θα έχει την δυνατότητα να επικοινωνεί τα προβλήματα με τον προϊστάμενο του τμήματος και να βελτιώνεται συνεχώς.

5.2.4.3 Εξοπλισμός και Υποδομές

Ένας από τους βασικούς στόχους της εταιρίας είναι η διαρκής διασφάλιση κατάλληλου εξοπλισμού και υποδομών προκειμένου να υπάρχει ένα ευνοϊκό εργασιακό περιβάλλον, δημιουργώντας συνθήκες που διευκολύνουν το προσωπικό να εκτελεί τα καθήκοντα του χωρίς προβλήματα και δυσκολίες. Για τον λόγο αυτό η Διοίκηση μαζί με την ομάδα του έργου έχει καθορίσει προδιαγραφές διασφαλίζοντας έτσι την συμμόρφωση των προϊόντων και των απαραίτητων υποδομών με τις προδιαγραφές αυτές.

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετωπίζουν συχνά οι Βιομηχανίες είναι η έλλειψη συχνών συντηρήσεων και αναβαθμίσεων στις γραμμές παραγωγής και στον απαραίτητο εξοπλισμό. Παρατηρήθηκε ότι παρά την άμεση ενημέρωση για προβλήματα και βλάβες που δημιουργούνται το συνεργείο και οι αρμόδιοι καθυστερούν να επιλύσουν το πρόβλημα και πολλές φορές προκειμένου να μην

υπάρχουν καθυστερήσεις στην παραγωγή το προσωπικό και οι χειριστές επινοούν προσωρινές λύσεις οι οποίες σε πολλές περιπτώσεις είναι εκτός προδιαγραφών και αντίθετες με την ασφάλεια και την διατήρηση ποιότητας τροφίμων.

Για τον λόγο αυτό η ομάδα έργου αποφάσισε να επενδύσει και να δημιουργήσει ένα on-line πρόγραμμα στο οποίο οι εργοδηγοί, οι χειριστές, ο Ποιοτικός Έλεγχος και το μηχανουργείο θα έχουν πρόσβαση. Στην φόρμα αυτή θα μπορεί να αναφέρεται ένα πρόβλημα που προκύπτει στην Γραμμή Παραγωγής μαζί με την αντίστοιχη φωτογραφία και το μηχανουργείο θα έχει έτσι την δυνατότητα να βλέπει τα προβλήματα που προκύπτουν και να τα επιδιορθώνει. Τα προβλήματα τα οποία θα επιλύονται θα διαγράφονται από την φόρμα ενώ θα παραμένουν αυτά τα οποία τα οποία δεν έχουν επιδιορθωθεί. Επιπλέον, η ομάδα έργου έπειτα από συζητήσεις με την εταιρία αποφάσισε ποιο συχνές συντηρήσεις στην Μηχανή της Φέτας η οποία παρουσιάζει συχνά προβλήματα με τον ψεκαστήρα άλμης και το X-Ray. Πράγματι από τον Σεπτέμβριο έγινε αναβάθμιση του X-Ray, το οποίο δεν εμφάνισε ξανά πρόβλημα απόρριψης. Επιπλέον, την ίδια χρονική περίοδο έγινε αντικατάσταση του ψεκαστήρα άλμης. Ο παλιός ψεκαστήρες πολλές φορές διοχέτευε λανθασμένα γραμμάρια άλμης στην συσκευασία με αποτέλεσμα το τελικό προϊόν να είναι άλλοτε λιποβαρές και άλλοτε υπέρβαρο που αυτό συνεπάγεται με μη αποδεκτό προϊόν και απόρριψη.

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα το οποίο αναφέρθηκε και αποδείχθηκε στατιστικά παραπάνω είναι η μορφολογία της πλάκας. Πράγματι οι φόρμες οι οποίες χρησιμοποιούνταν τόσο καιρός καθώς ο τρόπος με τον οποίο γινόταν η αποθήκευση τους στα ψυγεία δημιουργούσε πολλές ανομοιομορφίες στο εξωτερικό της πλάκας. Για τον λόγο αυτό έγινε αντικατάσταση των ελαττωματικών φορμών. Επίσης αποφασίστηκε οι πλάκες με το προϊόν της φέτας να παραμένουν στο υδροτουνέλ ψύξης για περισσότερο χρονικό διάστημα μέχρι να γίνει το ξεφορμάρισμα τους και στην συνέχεια να αποθηκεύονται μία-μία σε ειδικά ορθογώνια τελάρα προκειμένου να επιτύχουν ένα πιο ομαλό ορθογώνιο σχήμα. Η διαφορά που παρατηρήθηκε μετά από τις δοκιμές ήταν θεαματική. Το μέρος της πλάκας το οποίο απορριπτόταν ως ακατάλληλο λόγω ανομοιομορφίας ελαττώθηκε.

Τέλος το καλοκαίρι που το εργοστάσιο παρέμεινε κλειστό για δύο βδομάδες πραγματοποιήθηκε ανακαίνιση του χώρου γύρω από την συγκεκριμένη γραμμή παραγωγής με γνώμονα την αύξηση ασφάλειας του προσωπικού αλλά και του τρόφιμου. Έτσι θα διασφαλιστεί η ταχύτερη και αποδοτικότερη εργασία στους υπαλλήλους χωρίς να δημιουργείται συνωστισμός και λάθη κατά την παραγωγή.

5.2.5 ΣΤΑΔΙΟ 5^ο : ΈΛΕΓΧΟΣ (CONTROL)

Έχοντας ολοκληρώσει το στάδιο των βελτιωτικών προτάσεων η ομάδα έργου προχώρησε στην δημιουργία ενός πλάνου το οποίο θα διασφαλίσει την μακροχρόνια διατήρηση των βελτιωτικών ενεργειών που προέκυψαν μετά την εφαρμογή της μεθοδολογίας Six Sigma. Στόχος είναι να συνεχιστούν οι προσπάθειές για βελτίωση και να γίνει ενσωμάτωση των βελτιωτικών διαδικασιών στην συνεχόμενη, καθημερινή παραγωγή. Οι ενέργειες στις οποίες προχώρησε η Εταιρία είναι οι εξής:

- **Δημιουργία SOP's :**

Με την βοήθεια του Ποιοτικού Ελέγχου, των εργοδηγών και του έμπειρου προσωπικού που απαρτίζει την Γραμμή της Φέτας ξεκίνησε η τυποποίηση των διαδικασιών SOP's. Με την σωστή εφαρμογή των διαδικασιών αυτών και την ενσωμάτωση τους καθ' όλη την διάρκεια της παραγωγής διασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση της φύρας και διασφαλίζεται η καθοδήγηση των εργαζομένων με ένα σαφές πλαίσιο. Μερικές από τις Πρότυπες Διαδικασίες που δημιουργήθηκαν είναι ο έλεγχος υγρασίας και θερμοκρασίας της πλάκας πριν την κοπή (μία πλάκα ανά βάρδια), καθημερινός έλεγχος κοπτικών μαχαιριών , δοκιμαστική κοπή και ζύγισμα άλμης και block για επιβεβαίωση ακρίβειας, ανάλυση δεδομένων απόρριψης και προτάσεις και περαιτέρω μείωση. Επιπλέον, δημιουργήθηκε ένα έντυπο στο οποίο έχει πρόσβαση όλο το προσωπικό και μέσω αυτού απεικονίζονται τα τεμάχια που είναι αποδεκτά και τα τεμάχια τα οποία πρέπει να απορριφθούν. Με τον τρόπο αυτό το προσωπικό δεν θα απορρίπτει αλόγιστα τεμάχια τα οποία θεωρεί πως δεν είναι αποδεκτά αλλά θα ακολουθεί τις οδηγίες που έχουν καθοριστεί από τον Ποιοτικό για το τι θεωρείται αποδεκτό και τι απορριπτέο.

- **Σύστημα παρακολούθησης KPI's :**

Προκειμένου να διασφαλιστεί η βιωσιμότητα των διορθωτικών και βελτιωτικών ενέργειας η ομάδα έργου αποφάσισε να δημιουργήσει ένα σύστημα παρακολούθησης των KPI's. Το σύστημα αυτό θα λειτουργεί ως μηχανισμός παρακολούθησης και αξιολόγησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο έτσι ώστε να γίνεται η ανάλυση της διεργασίας. Πιο συγκεκριμένα για την λήψη δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν προγράμματα όπως το Excel, χρήση συστημάτων αυτόματης καταγραφής δεδομένων αλλά και συμπλήρωση ημερήσιων αναφορών από τους χειριστές της Γραμμής. Οι δείκτες οι οποίοι παρακολουθούνται είναι κυρίως το ποσοστό φύρας , το οποίο μετριέται ανά παρτίδα προϊόντος, ο χρόνος που η μηχανή βρίσκεται σε αδράνεια χωρίς προγραμματισμένη διακοπή, το κόστος απορριφθέντων προϊόντων καθώς και η απόδοση της Γραμμής Φέτας. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η μέτρηση αποτελεσματικότητας των βελτιώσεων και την στιγμή που θα παρατηρηθεί μη επιθυμητή απόδοση και μεγάλες αποκλίσεις θα επανεξετάζονται οι διαδικασίες και θα γίνονται οι ανάλογες προσαρμογές.

- **Ενημέρωση και εκπαίδευση**

Η καθημερινή συμμετοχή του προσωπικού αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες για την διατήρηση επιτυχίας του έργου. Η εκπαίδευση του θεωρείται πολύ σημαντική , για τον λόγο αυτό αποφασίστηκε η διεξαγωγή σεμιναρίων και εκπαιδεύσεων σε ετήσια βάση τα οποία θα αφορούν τα προβλήματα και τις αστοχίες, στα σεμινάρια αυτά το προσωπικό θα έχει το δικαίωμα να συζητάει, να επικοινωνεί και να εκφράζει την γνώμη του προκειμένου να βρεθεί λύση σε ορισμένα από τα προβλήματα. Το προσωπικό έχει καθημερινή τριβή με την Γραμμή και την παραγωγή γενικότερα γνωρίζοντας όλα τα προβλήματα που προκύπτουν ,επομένως θεωρείται πως μπορούν να συμβάλλουν άμεσα στην διόρθωση προβλημάτων.

Τέλος πραγματοποιήθηκε προσθήκη διαγραμμάτων στους πίνακες ανακοινώσεων σε χώρους παραγωγής για την άμεση ενημέρωση του προσωπικού. Σε καθημερινή και μηνιαία βάση θα παρουσιάζονται διαγράμματα και ποσοστά που αφορούν την απόδοση της Γραμμής και το ποσοστό φύρας (waste) με τρόπο κατανοητό και ευανάγνωστο. Το προσωπικό θα έχει πλέον ενημέρωση για την πρόοδο της παραγωγικότητας και θα

αποκτήσει ένα κίνητρο για καθημερινή συνεχή βελτίωση. Μία φορά την βδομάδα θα γίνονται και ομαδικές συναντήσεις με τον Προϊστάμενο του Τμήματος, τους εργοδηγούς και τους υπευθύνους Γραμμής όπου θα συζητιούνται θέματα που προκύπτουν και θα συζητιούνται απόψεις για θέματα παραγωγής. Με τον τρόπο αυτό θα ενισχυθεί και η εμπιστοσύνη δημιουργώντας ένα κλίμα ομαδικότητας.

5.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ (CONTROL CHARTS)

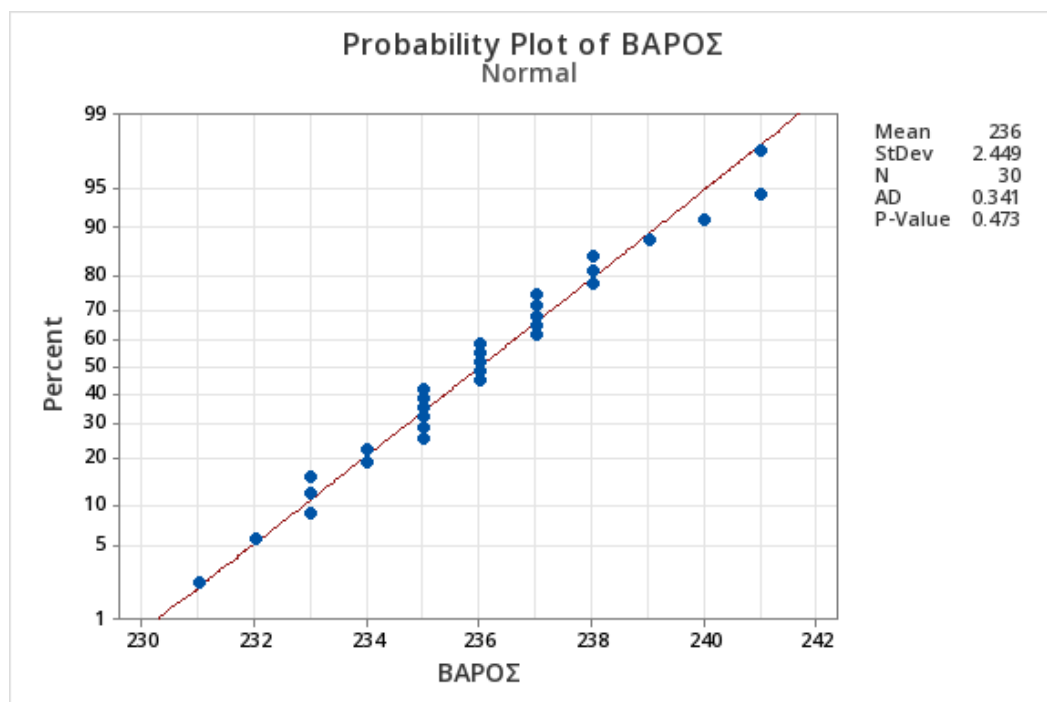
Στο στάδιο αυτό της διπλωματικής εργασίας η ομάδα του έργου θα εξετάσει την μεταβλητότητα των διεργασιών παραγωγής, ένας έλεγχος ο οποίος είναι καθοριστικός για την διασφάλιση ποιότητας και την μείωση της φύρας. Αρχικά έγινε μια προσπάθεια εφαρμογής διαγραμμάτων ελέγχου κατά την διάρκεια παραγωγής vegan φέτας σε block των 200γρ, με κύριο χαρακτηριστικό μελέτης το τελικό βάρος της συσκευασίας. Η μηχανή αυτή παράγει συσκευασίες των 150γρ, 200γρ, 400γρ και 1200γρ, ωστόσο επιλέχθηκε η συσκευασία των 200γρ καθώς έχει την υψηλότερη ζήτηση με βάση τις παραγγελίες. Επιλέχθηκε ένα δείγμα προϊόντων κατά την παραγωγική διεργασία με κοινό χαρακτηριστικό το βάρος τους το οποίο είναι 220γρ και πρόκειται για μία συνεχής μεταβλητή και θα χρησιμοποιήσουμε Διαγράμματα Ελέγχου για μεμονωμένες μετρήσεις. Πιο συγκεκριμένα θα χρησιμοποιηθεί το Διάγραμμα Ελέγχου I-MR για μεμονωμένες τιμές με $n=1$, Διάγραμμα I (Individual chart) θα μας δείξει την διακύμανση των μεμονωμένων τιμών βάρους της κάθε συσκευασίας και το Διάγραμμα MR (Moving Range chart) θα μας δείξει την διακύμανση μεταξύ διαδοχικών μετρήσεων προκειμένου να ανιχνευτούν απότομες αλλαγές.

Η διαδικασία ξεκινάει με το να καθοριστούν τα χρονικά πλαίσια δειγματοληψίας. Ένα άτομο από την Γραμμή ανέλαβε να καταγράφει 4 μετρήσεις ανά μισή ώρα μετρήσεις για 2 βδομάδες. Οι μετρήσεις λαμβανόταν εκείνη την στιγμή από την οθόνη του αυτόματου ζυγιστικού και ήταν 4 συνεχόμενες. Σύνολο είχαμε 30 μεμονωμένες μετρήσεις συσκευασίας των 200γρ και αφορούν καθαρό προϊόν χωρίς την προσθήκη άλμης και την συσκευασία αφού εφαρμόστηκε η μεθοδολογία DMAIC . Το αυτόματο ζυγιστικό είναι ρυθμισμένο έτσι ώστε να ζυγίζει μόνο το καθαρό βάρος (net weight) επομένως οι ζυγίσεις που λάβαμε ήταν αντιπροσωπευτικές. Σε δεύτερη φάση θα ελέγξουμε την κανονικότητα της διεργασίας ώστε να επαληθεύσουμε πως τα Διαγράμματα Ελέγχου της διεργασίας είναι στατιστικά ορθά. Ο έλεγχος κανονικότητας

καθώς και ο σχεδιασμός των Διαγραμμάτων θα γίνει χρησιμοποιώντας το στατιστικό πακέτο Minitab. Επίπεδο σημαντικότητας θα είναι $\alpha=0.01$.

Θα πρέπει να αναφερθεί πως η άλμη ζυγίζει 30γρ και η άδεια συσκευασία 4.5γρ, επιπλέον τα αποδεκτά βάρη σύμφωνα με τις προδιαγραφές της εταιρίας είναι :

- Ελάχιστο βάρος τελικής συσκευασίας – 226γρ
- Μέσος όρος βάρους τελικών συσκευασιών – 237γρ
- Μέγιστο βάρος τελικής συσκευασίας – 247γρ

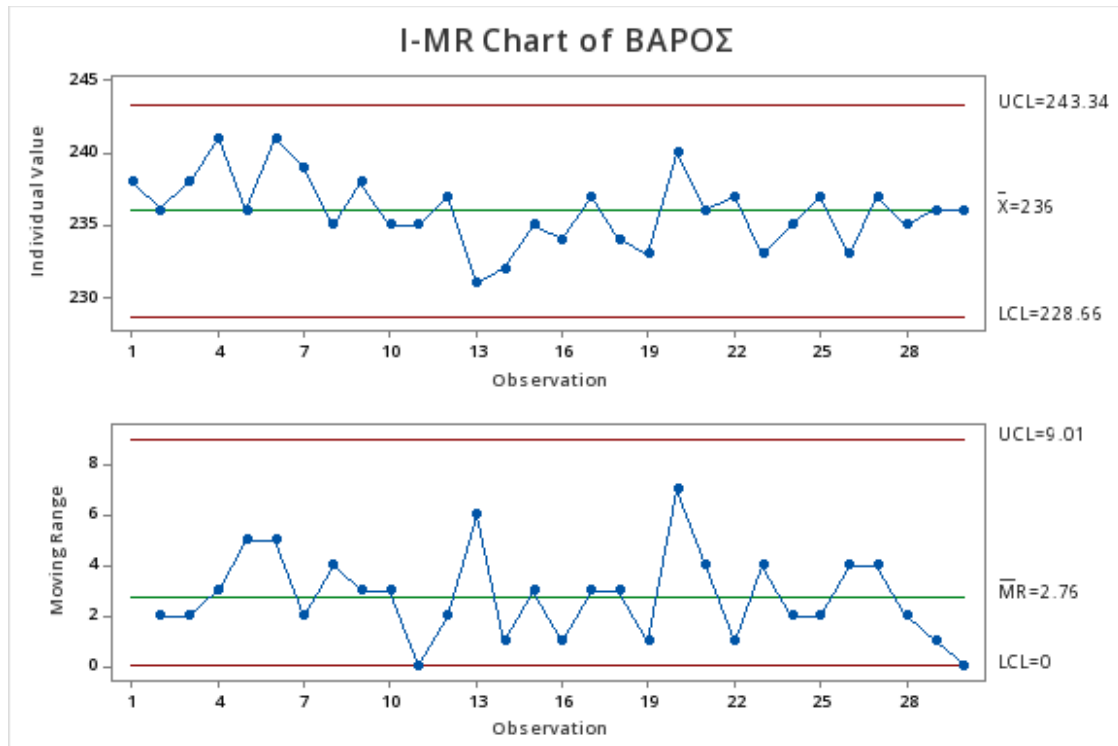


Διάγραμμα 6 : Κανονικό διάγραμμα πιθανότητας Γραμμής Φέτας για block 200gr

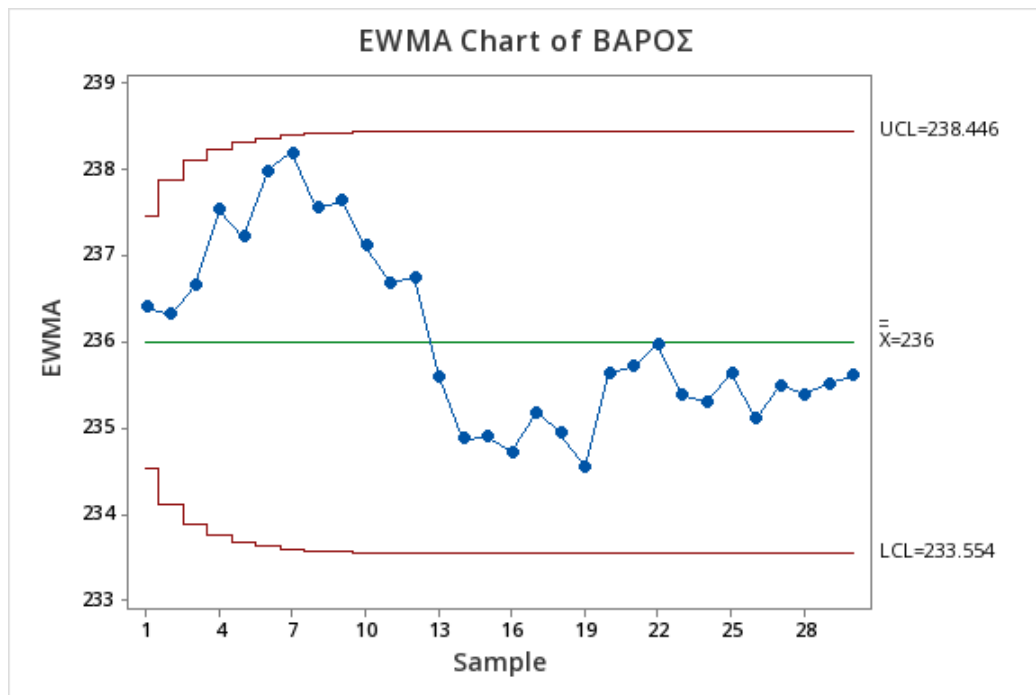
Από το παραπάνω διάγραμμα, όπου ο οριζόντιος άξονας (X) δείχνει τις τιμές της μεταβλητής βάρος και ο κατακόρυφος (Y) το ποσοστό του πληθυσμού που αναμένεται να βρίσκονται οι παρατηρούμενες τιμές, παρατηρούμε πως οι τιμές βρίσκονται κοντά στην κεντρική γραμμή και δεν υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις επομένως ακολουθούν κανονική κατανομή με επίπεδο σημαντικότητας $\alpha=0.01$. Στην

συνέχεια θα προχωρήσουμε στην δεύτερη φάση της ανάλυσης όπου θα δημιουργήσουμε ΔΕ I-MR (Διάγραμμα Ελέγχου Διεργασίας για τη διακύμανση μεταξύ διαδοχικών μετρήσεων και

μεμονωμένων μετρήσεων) και EWMA (Διάγραμμα Ελέγχου για ανίχνευση μικρών μεταβολών δίνοντας έμφαση στις πιο πρόσφατες παρατηρήσεις) προκειμένου να ελέγξουμε ότι οι μετρήσεις πληρούν τα όρια προδιαγραφών. Επίσης παρατηρούμε πως $P\text{-Value} > 0.01$ άρα η κανονικότητα δεν απορρίπτεται και τα δεδομένα ακολουθούν κανονική κατανομή.



Διάγραμμα 7 : ΔΕ I-MR βάρους συσκευασιών Γραμμής Φέτας για block 200gr



Διάγραμμα 8 : EMWA βάρους συσκευασιών Γραμμής Φέτας για block 200gr

Παρατηρώντας τα παραπάνω Διαγράμματα για το ΔΕ I-MR της Γραμμής Φέτας για το προϊόν vegan φέτας 200gr , οι συγκεκριμένες μεμονωμένες μετρήσεις είναι εντός ορίων και επομένως η διεργασία είναι εντός στατιστικού ελέγχου. Επιπλέον, βρισκόμαστε κοντά στον μέσο όρο που έχει ορίσει η εταιρία με $\bar{X}=237\text{gr}$. Προχωρώντας στο δεύτερο διάγραμμα EWMA παρατηρούμε πως υπάρχει μία πτώση το οποίο δείχνει μία ενδεχόμενη σταδιακή αλλαγή η οποία μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες που αφορούν είτε προϊόν είτε την κοπτική μηχανή. Και στις δύο περιπτώσεις ωστόσο φαίνεται πως μετά την εφαρμογή της μεθοδολογίας Six Sigma και DMAIC υπάρχει βελτίωση και μειωμένη απόρριψη προϊόντων λόγω βάρους.

Περνώντας στην δεύτερη φάση η ομάδα προχώρησε στον υπολογισμό δεικτών ικανότητας διεργασίας προκειμένου να επαληθευθεί η ικανότητα της Γραμμής παραγωγής που μελετάτε να συσκευάζει προϊόντα εντός ορίων που έχει θέσει η εταιρία με βάση την νομοθεσία. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση θα εξετάσουμε το προϊόν vegan φέτα σε block των 200gr ενώ το άνω και κάτω όριο θα είναι το ίδιο με αυτό που προαναφέρθηκε. Να επισημάνουμε πως τα αποδεκτά όρια βάρους για όλες τις ημιέτοιμες και τελικές συσκευασίες είναι

καθορισμένα σύμφωνα με την ευρωπαϊκή νομοθεσία 76/211/ΕΟΚ. Στον παρακάτω πίνακα υπάρχουν τα όρια σύμφωνα με την οδηγία της Βιομηχανίας.

ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ (gr)	ΕΛΑΧΙΣΤΟ ΒΑΡΟΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ (gr)	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΒΑΡΟΥΣ ΤΕΛΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ (gr)	ΑΝΩΤΕΡΟ ΒΑΡΟΣ ΤΕΛΙΚΗΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ (gr)
200 (σε άλμη)	226	237	247

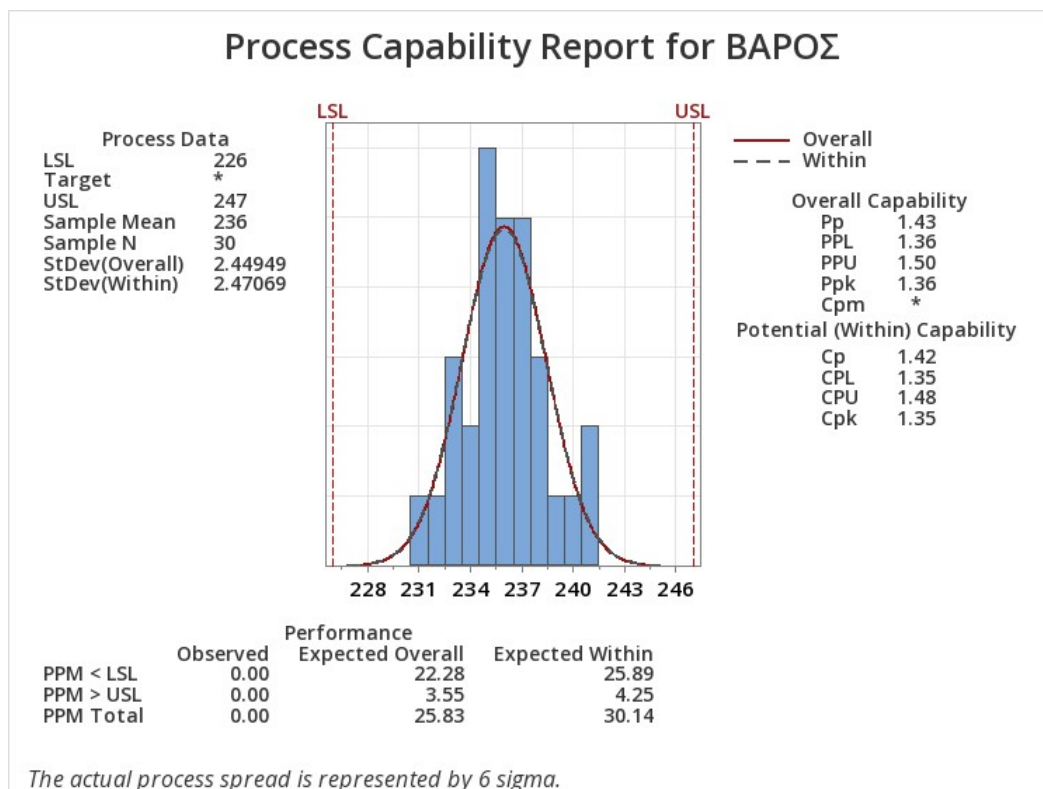
Πίνακας 3 : Αποδεκτά όρια βάρους block τελικής συσκευασίας

Επιπλέον, από το Διάγραμμα-6 ξέρουμε δεδομένα για την μέση τιμή \bar{X} και την τυπική απόκλιση s τα οποία θα βοηθήσουν στον υπολογισμό των δεικτών ικανότητας διεργασίας.

<i>Γραμμή</i>	<i>Συσκευασία</i>	<i>Μέση τιμή \bar{X}</i>	<i>Τυπική απόκλιση s</i>
Γραμμή Φέτας	Block 200gr	236	2,449

Πίνακας 4: Μέση τιμή και τυπική απόκλιση block 200gr

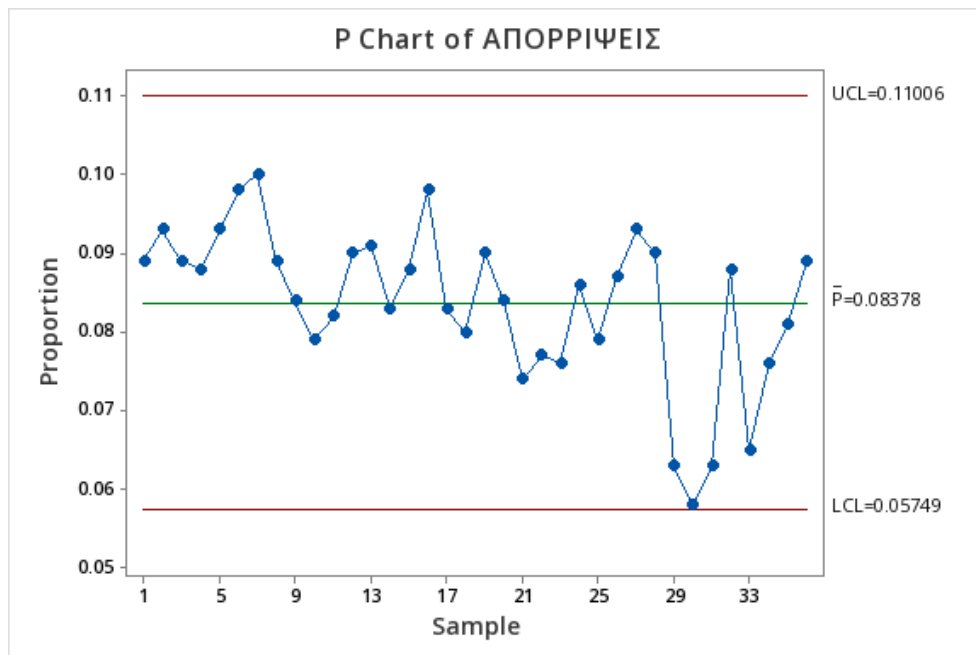
Οι μετρήσεις που θα χρησιμοποιηθούν για την δημιουργία των διαγραμμάτων μέσω minitab θα είναι οι ίδιες που χρησιμοποιήθηκαν και στην προηγούμενη διεργασία.



Διάγραμμα 9 : Αναφορά Δεικτών Διεργασίας Γραμμής Φέτας για block 200gr

Από το παραπάνω διάγραμμα μπορούμε να δούμε πως η μέση τιμή είναι 236gr το οποίο φτάνει την επιθυμητή τιμή που έχει οριστεί από την εταιρία. Επιπλέον, έχουμε τους δείκτες $C_p=1.42$ και $C_{pk}=1.35$ και εφόσον το C_p βρίσκεται πολύ κοντά στην τιμή στόχο η διεργασία μπορεί να θεωρηθεί ικανή. Ωστόσο η μέση τιμή δεν θεωρείται κεντραρισμένη στο απόλυτο καθώς $C_{pk}<C_p$ γεγονός όμως που δεν επηρεάζει την διεργασία αφού δεν υπάρχουν απορρίψεις οι οποίες βρίσκονται εκτός ορίων προδιαγραφών ($PPM=0$). Η μελέτη έγινε σε ένα δείγμα συσκευασιών για ένα μικρό χρονικό διάστημα για τον λόγο αυτό θα πρέπει η Γραμμή να παρατηρείται τακτικά προκειμένου να διασφαλιστεί η σταθερότητα της διεργασίας και των βελτιωτικών ενεργειών. Τέλος η ομάδα έργου καλείται να εξετάσει την συνολική αποτελεσματικότητα των διορθωτικών ενεργειών που εφαρμόστηκαν στην Γραμμή που μελετήθηκε και να αποκτήσει μία συνολική εικόνα για την απόδοση και την πορεία της φύρας κατά την παραγωγική διεργασία. Θα εφαρμοστεί ένα Διάγραμμα Ελέγχου για το χρονικό διάστημα 01/11/24-15 έως 20/12/24 και θα μελετηθεί το ποσοστό απόρριψης σε δείγμα 1000 τεμαχίων την ημέρα. Το Διάγραμμα που

θα χρησιμοποιήσουμε είναι το Διάγραμμα p (αναλογία απορριφθέντων τεμαχίων).



Διάγραμμα 10 : Διάγραμμα Ελέγχου P-Chart για τις απορρίψεις της Γραμμής μετά την εφαρμογή της μεθοδολογίας 6-Σιγμα

Από το παραπάνω Διάγραμμα Ελέγχου παρατηρούμε πως όλες οι τιμές είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια ελέγχου το οποίο υποδηλώνει πως η διεργασία είναι σταθερή με μέσο όρο 8,38% απορρίψεων και υπάρχει ένα αποδεκτό εύρος μεταβλητότητας. Παρόλα αυτά παρατηρούνται κάποιες διακυμάνσεις στο τέλος του μήνα Δεκεμβρίου κάτι που οφείλεται στην βλάβη που προέκυψε στον ομογενοποιό και την σύσταση ορισμένων παρτίδων παραγωγής. Από την 33^η μέτρηση ωστόσο και μετά που εντοπίστηκε και διορθώθηκε το πρόβλημα υπάρχει και πάλι άνοδος των μετρήσεων προς την κεντρική γραμμή p.

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μεθοδολογία Six Sigma εφαρμόζεται ολοένα και περισσότερα από τις επιχειρήσεις παγκοσμίως για την βελτίωση και την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με την ποιότητα, την φύρα, την ικανοποίηση πελατών και τις διαδικασίες. Με την σωστή καθοδήγηση από την ομάδα του έργου και την υποστήριξη της εταιρίας η επιτυχία του

έργου μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγικότητας και κατά συνέπεια των κερδών.

Έχοντας ολοκληρώσει την εφαρμογή του προγράμματος 6σ και πιο συγκεκριμένα του DMAIC σε ένα μεγάλο πρόβλημα που αντιμετωπίζει η εταιρία και αφορά την φύρα που δημιουργείται από τις Γραμμές παραγωγής η ομάδα μπορεί πλέον να καταλήξει στο συμπέρασμα πως το έργο στέφθηκε με επιτυχία.

Έπειτα από την συλλογή των δεδομένων και τα ευρήματα που προέκυψαν μετά το στάδιο της ανάλυσης στην Γραμμή Παραγωγής που μελετήθηκε κρίθηκε επιτακτική η εφαρμογή διορθωτικών ενεργειών για την αντιμετώπιση της αυξημένης φύρας που ήταν ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που αντιμετώπιζε η Βιομηχανία. Αφού ξεκίνησε η εφαρμογή της μεθοδολογίας 6σιγμα και των μεθόδων ελέγχου ποιότητας η εταιρία ανταποκρίθηκε άμεσα σε ότι ζητήθηκε προκειμένου να επιτευχθεί βελτίωση. Εκτός από την ενεργή συμμετοχή της Διοίκησης, παρατηρήθηκε προθυμία και προσπάθεια από όλο το προσωπικό της εταιρίας δημιουργώντας έτσι ένα κλίμα ομαδικότητας και συλλογικής συμμετοχής. Όλοι οι εμπλεκόμενοι πρόσφεραν τις γνώσεις και την εμπειρία τους για να ολοκληρωθεί το έργο με επιτυχία. Φυσικά, πρόκειται για μία προσπάθεια βελτίωσης η οποία θα συνεχίσει να παρακολουθείται συχνά για να επιβεβαιωθεί ότι η διεργασία παραμένει ικανοποιητική και σταθερή. Να τονιστεί επιπλέον πως η συγκεκριμένη μεθοδολογία εφαρμόζεται για πρώτη φορά σε συνδυασμό με την αλλαγή Διοίκησης που έφερε αλλαγές στην κουλτούρα της εταιρίας. Παρά το γεγονός ότι εφαρμόστηκε πρώτη φορά η μεθοδολογία τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση στην φύρα της Γραμμής γεγονός που σηματοδότησε την αρχή για την εφαρμογή της μεθοδολογίας και στα υπόλοιπα τμήματα του εργοστασίου που αντιμετωπίζουν πρόβλημα έτσι ώστε να επιλυθούν και να επιφέρουν ανάπτυξη στην εταιρία, τόσο οικονομική όσο και ποιοτική.

Με την διεξαγωγή της μελέτης αυτής αποδείχθηκε ότι με την συνεργασία και την συλλογική προσπάθεια η 6 Σίγμα είναι ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο ποιότητας το οποίο κατάφερε να μειώσει την φύρα, το λειτουργικό κόστος και να αυξήσει τα κέρδη της εταιρίας αλλά να δημιουργήσει παράλληλα ένα ομαδικό κλίμα το οποίο παρατηρήθηκε πως δεν υπήρχε πριν. Μπορούμε επομένως να καταλήξουμε πως η παρούσα μελέτη και η εφαρμογή της μεθοδολογίας συνεχούς βελτίωσης επέφερε πολλαπλά οφέλη τα οποία είναι τα εξής :

- ◇ Δημιουργία ομαδικότητας, επικοινωνίας και συνεργασίας ανάμεσα στα τμήματα και το προσωπικό. Με τον τρόπο αυτό οι δυσκολίες και τα προβλήματα συζητιούνται και λύνονται άμεσα. Το προσωπικό πλέον δεν διστάζει να εκφράσει την γνώμη του με αποτέλεσμα να συμβάλλει ενεργά στην βελτίωση των διαδικασιών. Η δημιουργία του κλίματος αυτού αξίζει να αναφερθεί και να τονιστεί καθώς απουσίαζε τα προηγούμενα χρόνια από την κουλτούρα της εταιρίας.
- ◇ Δίκαιος καταμερισμός ευθυνών και καθηκόντων προκειμένου να ενισχύσει το αίσθημα της υπευθυνότητας και πρωτοβουλίας σε όλους του εμπλεκόμενους.
- ◇ Σωστή και τακτική εκπαίδευση του προσωπικού (νεότερου και παλαιότερου) για νέες διαδικασίες, επίλυση προβλημάτων, αλλαγές και καινοτομίες ενισχύοντας την αυτοπεποίθηση και την δυναμική των εργαζομένων
- ◇ Εφαρμογή αυτοματοποιημένων διαδικασιών το οποίο διευκόλυνε την εργασία και συνέβαλλε στην εξοικονόμηση χρόνου και στην διευκόλυνση καθημερινών εργασιών
- ◇ Βελτίωση στην ποιότητα και την συμμόρφωση των προϊόντων. Μέσω της μείωσης των αποκλίσεων στην οποία εστιάζει η μεθοδολογία τα προϊόντα παρουσίασαν μία σταθερότητα όσο αφορά τις προδιαγραφές ποιότητας και αυτό συνεπάγεται με ικανοποίηση πελατών.
- ◇ Μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος. Μειώνοντας την φύρα η κατανάλωση των ά υλών και ενέργειας μειώνονται και αυτό οδηγεί σε μία παραγωγή πιο βιώσιμη

6.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αφού εφαρμόστηκε η μεθοδολογία Six Sigma με επιτυχία προέκυψε η ανάγκη να εφαρμοστεί η συγκεκριμένη μεθοδολογία και σε άλλες Γραμμές Παραγωγής της Βιομηχανίας Τροφίμων ή διεργασίες οι οποίες αντιμετωπίζουν κάποιο πρόβλημα και χρειάζονται βελτίωση. Ξεκίνησε η προσπάθεια μείωσης φύρας σε κοπτική γραμμή τριμμένου προϊόντος ακολουθώντας παρόμοια διεργασία με αυτής που παρουσιάστηκε παραπάνω. Αποφασίστηκε να τεθούν σε σειρά προτεραιότητας όλες οι γραμμές παραγωγής ανάλογα με τα ποσοστά φύρας που προκύπτουν προκειμένου να εξαλειφθεί το πρόβλημα αυτό αυξάνοντας έτσι τα κέρδη στην εταιρία. Παράλληλα το τμήμα του Ποιοτικού Ελέγχου ξεκίνησε ένα project βελτίωσης των διαδικασιών που ακολουθεί χρησιμοποιώντας στην μεθοδολογία Six Sigma. Με τον τρόπο αυτό η κουλτούρα της Ολικής Ποιότητας διατηρείται στο εργοστάσιο παίζοντας σημαντικό ρόλο σε μελλοντικά πλεονεκτικά αποτελέσματα.

Βιβλιογραφία

Ξενόγλωσση

Ahmed, M., & Ahmad, N. (2011). An application of Pareto analysis and cause-and-effect diagram (CED) for minimizing rejection of raw materials in lamp production process. *Management Science and Engineering, 5*(3), 87–95.

Antony, J. (2001). Six Sigma seen as a methodology for total quality management. *Measuring Business Excellence, 5*(1), 5–10.

Antony, J. (2004). Some pros and cons of Six Sigma: An academic perspective. *The TQM Magazine, 16*(4), 303–306.

Antony, J. (2010). Six sigma in service organisations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations, and success factors. *International Journal of Productivity and Performance Management, 59*(4), 304–320.

Antony, J., Antony, F. J., Kumar, M., & Cho, B. R. (2007). Six sigma in service organisations: Benefits, challenges and difficulties, common myths, empirical observations and success factors. *International Journal of Quality & Reliability Management, 24*(3), 294–311.

Antony, J., Snee, R. D., & Hoerl, R. (2017). A strategic perspective on Six Sigma for business transformation. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2998041>

Antony, J., Sunder, M. V., & Sony, M. (2020). Basic Lean Six Sigma tools for higher education. In *Lean Six Sigma in higher education: A practical guide for continuous improvement* (pp. 127–147).

Azis, Y., & Osada, H. (2010). Innovation in management system by Six Sigma: An

empirical study of world-class companies. *International Journal of Lean Six Sigma, 1*(2), 172–187.

Gupta, S., & Jain, S. K. (2018). Six Sigma concept and DMAIC implementation. *International Journal of Quality and Reliability Management, 35*(3), 757–775.

Hung, H. C., & Sung, M. H. (2011). The implementation of Six Sigma in the food industry. *African Journal of Business Management, 5*(10), 3854–3864.

Ion, R. (2011). Six sigma methodology in improving business processes. *Reveconomia, 11*(2), 345–356.

Koc, E. (2006). Total quality management and business excellence in services: The implications of all-inclusive pricing system on internal and external customer satisfaction in the Turkish tourism market. *Total Quality Management & Business Excellence, 17*(7), 857–877.

Kumar, S., & Sharma, R. (2020). Understanding basics of Six Sigma. *International Journal of Engineering Research & Technology, 9*(5), 789–794.

Kumbhar, A. N. (2008). Performance evaluation of Six Sigma in the textile industry. In *Proceedings of the World Congress on Engineering and Computer Science (WCECS 2008)*, 1047–1052.

Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). Benefits, obstacles, and future of Six Sigma approach. *Technovation, 26*(5–6), 708–715.

Mandal, P. (2012). Improving process improvement: Executing the analyze and improve phases of DMAIC better. *International Journal of Lean Six Sigma, 3*(3), 231–250.

<https://doi.org/10.1108/20401461211282727>

Marques, P. A. de A., & Matthé, R. (2017). Six Sigma DMAIC project to improve the

performance of an aluminum die casting operation in Portugal. *International Journal of Quality & Reliability Management, 34*(3), 378–393.

Mishra, P., & Sharma, R. K. (2014). A hybrid framework based on SIPOC and Six Sigma DMAIC for improving process dimensions in supply chain network. *International Journal of Quality & Reliability Management, 31*(5), 522–546. <https://doi.org/10.1108/IJQRM-06-2012-0089>

Montgomery, D. C. (2008). An overview of Six Sigma. *International Statistical Review, 76*(3), 329–346.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2022). *Leading health indicators 2030: Advancing health, equity, and well-being*. National Academies Press.

Nowak, P., & Knop, K. (2010). Six Sigma implementation in manufacturing companies: A case study analysis. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 43*(1), 155–162.

Nurprihatin, F., Rembulan, G. D., Andry, J. F., Immanuella, S., & Widiwati, I. T. B. (2023). Quality control analysis of porcelain products using overall equipment effectiveness and statistical quality control methods. *Management and Production Engineering Review, 14*(3).

Popescu, D. C. (2011). Six Sigma and quality management in modern organizations. *Review of International Comparative Management, 12*(2), 345–359.

Prasad, K. D., Subbaiah, K. V., Rao, K. S., & Sastry, D. (2013). Application of Six Sigma methodology in an engineering educational institution. *International Journal of Engineering Research and Applications, 3*(3), 1036–1041.

Psomas, E. L., & Fotopoulos, C. V. (2012). Critical factors for effective implementation of Six Sigma in manufacturing companies. *International Journal of

Quality & Reliability Management, 29*(6), 669–694.

Psomas, E. L., & Fotopoulos, C. V. (2013). Quality management benefits through the soft and hard aspect of TQM in food companies. *The TQM Journal, 25*(5), 525–541.

Pyzdek, T., & Keller, P. (2014). *The Six Sigma handbook* (4th ed.). McGraw-Hill Education.

Pyzdek, T., & Keller, P. (2016). SIPOC diagram and process mapping. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 161*(1).

Rasmusson, D. (2006). *SIPOC Picture Book: A visual guide to SIPOC/DMAIC relationship*. Oriel Incorporated.

Singh, B. J., & Khanduja, D. (2014). Perspectives of control phase to manage Six Sigma implements: An empirical study. *International Journal of Business Excellence, 7*(1), 88–111.

Sokovic, M. (2010). Quality improvement methodologies – PDCA cycle, RADAR matrix, DMAIC and DFSS. *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, 43*.

Sundar, R., Balaji, A. N., & Satheesh Kumar, R. (2016). A review on lean manufacturing implementation techniques. *DIVA Portal*.

Sunder, M. V. (2018). Successful and effective Six Sigma implementation in the manufacturing industry. *International Journal of Business Excellence, 10*(1), 1–17.

Taylor, E. (2011). Critical factors for effective implementation of the HACCP system: A Pareto analysis. *British Food Journal, 113*(5), 653–670.

Tlapa, D., Limon, J., García-Alcaraz, J. L., Baez, Y., & Sánchez, C. (2016). Six Sigma enablers in Mexican manufacturing companies: A proposed model. *Industrial

Management & Data Systems, 116*(5), 926–959.

Yeung, S. (2009). Using Six Sigma – SIPOC for customer satisfaction. *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage, 5*(4), 312.

Zu, X., Fredendall, L. D., & Douglas, T. J. (2008). The evolving theory of quality management: The role of Six Sigma. *Quality Management Journal, 15*(2), 51–70.

Ελληνική

Γεωργακάκος Γ. (2002). Προηγμένα Εργαλεία και Μέθοδοι για τον Έλεγχο Ποιότητας ΔΙΠ 60, Τόμος Α', Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα

Κουτρούβελης Ι.(2000), Βασικά εργαλεία και μέθοδοι για τον έλεγχο διεργασιών , ΔΙΠ50, Τόμος Β Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο

Προσήλιας Γ.,(2021), Εφαρμογή μεθόδων στατιστικού ελέγχου ποιότητας Lean Six Sigma κατά τη συσκευασία δημητριακών σε βιομηχανία τροφίμων, Διπλωματική Εργασία, Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Αθηνά

Στεφανάτος Σ. (2000). Ολική Ποιότητα ΔΙΠ 51, Τόμος Β', Ελληνικό Ανοικτό Πανεπιστήμιο, Πάτρα

Ιστότοπος

<https://goleansixsigma.com/define-phase-1-of-5-of-lean-six-sigma/>
(Ημερομηνία προσπέλασης 12/12/24)

<https://sixsigmadsi.com/brainstorming/>
(Ημερομηνία προσπέλασης 9/12/24)

<https://www.6sigma.us/dmaic-process/>
(Ημερομηνία προσπέλασης 8/11/24)

<https://www.isixsigma.com/dmaic-methodology/six-sigma-dmaic-roadmap/>
(Ημερομηνία προσπέλασης 7/01/25)

<https://www.isixsigma.com/history/history-six-sigma/>
(Ημερομηνία προσπέλασης 17/10/24)

<https://www.isixsigma.com/sipoc-copis/sipoc-diagram/>
(Ημερομηνία προσπέλασης 10/01/25)

<https://www.pyzdekstitute.com/six-sigma-belts-guide>
(Ημερομηνία προσπέλασης 9/12/24)

<https://www.wrike.com/blog/techniques-effective-brainstorming/>

(Ημερομηνία προσπέλασης 9/12/24)

https://www.sixsigma-institute.org/Six_Sigma_Roles_And_Responsibilities.php

(Ημερομηνία προσπέλασης 30/03/25)

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.