



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΔΙΠ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Διερεύνηση της διάδοσης και εφαρμογής του Quality 4.0
σε ελληνικές επιχειρήσεις,
με χρήση και ανάλυση ερωτηματολογίου.»

Φοιτήτρια

Μακρυπούλια Αφροδίτη

Επιβλέπων Καθηγητής

κος Μπεσέρης Γεώργιος

Συνεπιβλέπων Καθηγητής

κος Βαξεβανίδης Νικόλαος

Αθήνα

Μάιος, 2024

Η παρούσα μελέτη αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία της φοιτήτριας Αφροδίτης Μακρυπούλια που την εκπόνησε και την συνέγραψε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο 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 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 συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά στην Ποιότητα 4.0 (Quality 4.0) και το βαθμό στον οποίο έχει διαδοθεί στις ελληνικές επιχειρήσεις. Βασικός στόχος είναι η διερεύνηση του κατά πόσο διοίκηση και εργαζόμενοι των ελληνικών επιχειρήσεων γνωρίζουν το Quality 4.0 και σε τι βαθμό ετοιμότητας βρίσκονται να το εφαρμόσουν ενσωματώνοντάς το στο υπάρχον σύστημα διαχείρισης ποιότητας. Η πρωτοτυπία της μελέτης αυτής έγκειται στο γεγονός ότι η Ποιότητα 4.0 δεν είναι ακόμα διαδεδομένη στη χώρα μας και παραμένει άγνωστη σε μεγάλο αριθμό επιχειρήσεων. Και η μελέτη του Quality 4.0 παραμένει, επίσης, σε πρώιμο στάδιο. Επομένως, η μελέτη αυτή δύναται να ωφελήσει τόσο τις ελληνικές επιχειρήσεις να αποκτήσουν καλύτερη εικόνα σχετικά με τις ανάγκες εκσυγχρονισμού τους, όσο και ακαδημαϊκούς που ενδιαφέρονται για το Quality 4.0.

Η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας αφορά στο σύνολο εργαζομένων, διοίκησης, προμηθευτών και πελατών με χρήση και διαχείριση τεχνικών και διαδικασιών, που στηρίζουν πρωτοβουλίες βελτίωσης και περιλαμβάνουν συνολική προσέγγιση του συστήματος στην ποιότητα. Συνεπώς, η τεχνολογία καθίσταται ένας από τους πιο κρίσιμους παράγοντες. Οι δυνατότητες, λοιπόν, που το Quality 4.0 δύναται να προσφέρει σε μία επιχείρηση, με την ενσωμάτωσή του στο σύστημα διαχείρισης ποιότητας είναι τεράστιες και η ανάγκη για εκμετάλλευση όσων έχει να προσφέρει γίνεται ολοένα και πιο εμφανής.

Με τη χρήση ερωτηματολογίου και τη διανομή του σε επιλεγμένες ελληνικές επιχειρήσεις λάβαμε αποτελέσματα τα οποία με την κατάλληλη στατιστική ανάλυση μας έδωσαν πληροφορίες για τον βαθμό στον οποίο οι επιχειρήσεις στη χώρα μας είναι ενημερωμένες και επίκαιρες αναφορικά στις νέες τεχνολογίες και στο πώς αυτές ενσωματώνονται στο εκάστοτε σύστημα ποιότητας προσφέροντας βελτιώσεις. Αποκτήσαμε, συνεπώς, μια εικόνα σχετικά με το αν οι ελληνικές επιχειρήσεις ακολουθούν τις τεχνολογικές εξελίξεις και παραμένουν ανταγωνιστικές.

Τα συμπεράσματά μας περιλαμβάνουν το γεγονός ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των ερωτηθέντων θεωρεί ότι η γνώση των εργαζομένων και η εκπαίδευση τους, καθώς και η εφαρμογή του συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση στην οποία εργάζονται είναι σε πολύ καλό επίπεδο. Αντιθέτως, η γνώση του Quality 4.0 είναι σε πολύ χαμηλό επίπεδο, σημείο το οποίο χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Επιπλέον, φαίνεται ότι η ικανότητα χρήσης τεχνολογίας από τους εργαζομένους και η συχνότητα και ο βαθμός χρήσης τεχνολογίας 4.0 στις επιχειρήσεις είναι σε

ικανοποιητικό επίπεδο, ενώ διοίκηση και εργαζόμενοι συμπορεύονται και μοιράζονται το ίδιο όραμα.

Επίσης, με τη συσχέτιση των δημογραφικών στοιχείων με τις απαντήσεις του κυρίου μέρους του ερωτηματολογίου, που αφορούν στη γνώση και εφαρμογή του Quality 4.0, μας δόθηκε η δυνατότητα να βγάλουμε τα ακόλουθα συμπεράσματα. Αρχικά, οι εργαζόμενοι με μεγαλύτερη συνολική εργασιακή εμπειρία ή εμπειρία στην τρέχουσα θέση τους είναι περισσότερο ικανοποιημένοι όσον αφορά στην εκπαίδευση σε θέματα διασφάλισης ποιότητας και θεωρούν ότι οι γνώσεις τους είναι πιο ικανοποιητικές. Εν αντιθέση, εργαζόμενοι με μικρότερη εργασιακή εμπειρία θεωρούν ότι η συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας είναι μικρή όπως και οι γνώσεις τους. Ακόμα, ο αριθμός των εργαζομένων μιας επιχείρησης φαίνεται να επηρεάζει τον βαθμό στον οποίο η επιχείρηση αυτή χρησιμοποιεί τεχνολογικά μέσα. Συγκεκριμένα, επιχειρήσεις κάτω των 100 ατόμων εμφανίζονται να μη χρησιμοποιούν τεχνολογία 4.0 με αποτέλεσμα χειρότερη διασύνδεση μεταξύ των τμημάτων και του τμήματος διασφάλισης ποιότητας. Τέλος, η θέση που καταλαμβάνει ο εργαζόμενος (υπάλληλος/διοίκηση) δε φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά κάποια από τις μεταβλητές της έρευνας.

SUMMARY

The present study concerns Quality 4.0 and the extent to which it has spread in Greek businesses. The main objective is to investigate whether the management and employees of Greek businesses are aware of Quality 4.0 and to what extent they are ready to implement it by integrating it into their existing quality management system.

The originality of this study lies in the fact that Quality 4.0 is not yet widespread in our country and remains unknown to a large number of businesses. The study of Quality 4.0 also remains at an early stage. Therefore, this study may benefit both Greek businesses to gain a better insight into their modernization needs as well as academics interested in Quality 4.0.

Total Quality Management concerns employees, management, suppliers and customers as well as the use and management of techniques and processes that support improvement initiatives and include a complete approach of quality. Technology therefore becomes one of the most critical factors. The perspectives that Quality 4.0 can offer a company by them integrating it into their quality management system is therefore enormous and the need to exploit what it has to offer is becoming increasingly apparent.

By using a questionnaire and distributing it to selected Greek companies, we obtained results which, with the appropriate statistical analysis, provided us with information on the extent to which companies in our country are up-to-date and modern with regard to new technologies and how these technologies are integrated into the quality system, offering improvements. We have therefore gained an insight into whether Greek businesses are following technological developments and remain and competitive.

Our conclusions include the fact that the majority of respondents consider that the knowledge of employees and their training, as well as the implementation of the quality assurance system in the company where they work, is at a very good level. On the contrary, the knowledge of Quality 4.0 is at a very low level, a finding of great significance. Furthermore, it appears that the ability of employees to use technology and the frequency and degree of use of Technology 4.0 in businesses is at a satisfactory level, and management and employees are in agreement and share the same vision.

Also, by correlating the demographic data with the answers of the main part of the questionnaire, concerning the knowledge and implementation of Quality 4.0, we were able to draw the following conclusions. First of all, employees with more overall work experience or experience in their current position are more satisfied regarding quality assurance training and consider their knowledge to be more satisfactory. In contrast, employees with less work experience consider that the frequency of quality assurance training is low and so is their knowledge. Furthermore, the number of employees in a firm seems to influence the extent to which the firm uses technological tools. In particular, firms with less than 100 employees appear not to use the means of 4.0 technology, resulting in worse interconnection between different departments and the quality assurance department. Finally, the position occupied by the employee (employee/manager) does not seem to have a significant effect on any of the variables in the survey.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
2.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ.....	13
2.1	Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management, TQM).....	13
2.2	Industry 4.0	17
2.3	Technology 4.0	20
2.4	Quality 4.0.....	25
3.	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	28
3.1	Ερωτηματολόγιο	30
3.2	Περιορισμοί ερωτηματολογίου.....	31
3.3	Μέσα συλλογής δεδομένων	32
4.	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	32
4.1	Περιγραφική Ανάλυση Ερωτηματολογίων.....	32
4.1.1.	Δημογραφικά στοιχεία έρευνας.....	32
4.1.2.	Ανάλυση ερωτηματολογίου κυρίου μέρους ερωτήσεων.....	39
4.2	Έλεγχος Αξιοπιστίας.....	53
4.3	Έλεγχος Συσχετίσεων των Μεταβλητών με Δημογραφικά Στοιχεία.....	56
4.4	Κατάταξη κατά σειρά φθίνουσας κατάστασης σχετικά με το επίπεδο της αντίληψης των επιχειρήσεων των μεταβλητών E7-E20.....	71
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (Inferential Statistics).....	76
6.	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ	78
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....	79

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΩΝ

Εικόνα 1 - Κυκλικό διάγραμμα κατανομής των εταιρειών	33
Εικόνα 2 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής προσωπικού στις εταιρείες της έρευνας.....	35
Εικόνα 3 – Κυκλικό διάγραμμα κατανομής θέσης στην εταιρεία των ατόμων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο.....	36
Εικόνα 4 — Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού που συμμετείχε στην έρευνα.....	37
Εικόνα 5 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής συνολικής εργασιακής εμπειρίας του προσωπικού που συμμετείχε στην έρευνα.....	38
Εικόνα 6 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής εμπειρίας στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση του προσωπικού που συμμετείχε στην έρευνα.....	39
Εικόνα 7 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;»	46
Εικόνα 8– Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;»	47
Εικόνα 9 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;»	47
Εικόνα 10 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σχετικά με την Ποιότητα 4.0;»	48
Εικόνα 11 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητά σας στη χρήση τεχνολογίας;»	48
Εικόνα 12 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνεργασία μεταξύ του τμήματος ποιότητας και των λοιπών τμημάτων (ύπαρξη συστήματος ERP);»	49
Εικόνα 13 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones);»	49
Εικόνα 14 - Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports;»	50
Εικόνα 15 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;»	50
Εικόνα 16 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση;».....	51
Εικόνα 17 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;»	51

Εικόνα 18 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, τη χρήση Machine Learning και AI-based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;»	52
Εικόνα 19 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την εμπλοκή και τη συμπόρευση της ηγεσίας με το όραμα της επιχείρησης και με την εφαρμογή του συστήματος ποιότητας;»	52
Εικόνα 20 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας;»	53
Εικόνα 21 – Κατάταξη μεταβλητών - ερωτήσεων κατά φθίνουσα σειρά επιπέδου αξιολόγησης	75
Πίνακας 1 – Περιγραφικά στοιχεία δείγματος.....	33
Πίνακας 2 – Αντιστοίχιση κλίμακας Likert.....	40
Πίνακας 3 – Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στο κύριο μέρος του ερωτηματολογίου	40
Πίνακας 4 – Τιμές δείκτη Chronbach’ alpha – χαρακτηρισμός συνοχής	54
Πίνακας 5 – Τιμές δείκτη αξιοπιστίας Chronbach’ alpha για τις ερωτήσεις / μεταβλητές και συνολικός δείκτης αξιοπιστίας.....	55
Πίνακας 6 – Επίδραση μεγέθους προσωπικού της επιχείρησης στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20	57
Πίνακας 7 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;	58
Πίνακας 8 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E11: Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητά σας στη χρήση τεχνολογίας;	58
Πίνακας 9 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E13: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones);	59
Πίνακας 10 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E14: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports;	59
Πίνακας 11 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E15: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;.....	60
Πίνακας 12 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E16: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση;.....	60
Πίνακας 13 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E17: Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;	61
Πίνακας 14 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E18: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, τη χρήση Machine Learning και AI-based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;.....	62
Πίνακας 15 – Επίδραση επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20.....	63
Πίνακας 16 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E15: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;	64

Πίνακας 17 – Επίδραση συνολικής εργασιακής εμπειρίας προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20.....	65
Πίνακας 18 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης συνολικής εργασιακής εμπειρίας προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;	66
Πίνακας 19 – Επίδραση εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20	67
Πίνακας 20 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;	68
Πίνακας 21 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E9: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;	68
Πίνακας 22 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E10: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σχετικά με το Quality 4.0;	69
Πίνακας 23 – Αποτελέσματα t test επίδρασης της θέσης του προσωπικού που απάντησε στο ερωτηματολόγιο (E7-E20).....	70
Πίνακας 24 – Κατάταξη παραγόντων/μεταβλητών/ερωτήσεων/ E07-E20.....	74

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη σύγχρονη εποχή, οι διαρκείς μεταβολές που συντελούνται σε οικονομικό, τεχνολογικό και κοινωνικό επίπεδο οδηγούν αναπόφευκτα σε ταχύτατες εξελίξεις στο επιχειρηματικό περιβάλλον, έχοντας ουσιώδεις επιδράσεις σε επιχειρήσεις και οργανισμούς παγκοσμίως. Κινητήρια δύναμη των αλλαγών αυτών είναι το φαινόμενο της παγκοσμιοποίησης, το οποίο δεν περιορίζεται στη διεθνοποίηση των αγορών, αλλά επηρεάζει σε τεράστιο βαθμό την παραγωγική διαδικασία, σε κάθε ένα από τα στάδιά της, ξεκινώντας από τον σχεδιασμό προϊόντων και υπηρεσιών, συνεχίζοντας στην παραγωγή και υλοποίησή τους και καταλήγοντας στη διανομή, την παροχή και την κατανάλωση (A. Gunasekaran, 1998). Ο συνεχώς αυξανόμενος και εντατικότερος ανταγωνισμός αποτελεί, επίσης, σημαντικό παράγοντα, ιδιαίτερα σε συνδυασμό με την παγκόσμια οικονομική κρίση και αστάθεια. Επιπρόσθετα, η αυξημένη ενημέρωση των καταναλωτών και κατά συνέπεια οι αυξανόμενες απαιτήσεις τους από τις εκάστοτε εταιρείες ασκεί επιπλέον πίεση για αποτελεσματικές διεργασίες και αμετάβλητες εργασίες σταθερού επιπέδου (Antony et al., 2021). Για τους ανωτέρω λόγους, οι επιχειρήσεις στρέφονται στην εφαρμογή συστημάτων διασφάλισης ποιότητας, την υιοθέτηση νέων πρακτικών, την τακτική επιμόρφωση του προσωπικού τους, τη στελέχωση με νέο άρτια εκπαιδευμένο προσωπικό, την πραγματοποίηση αλλαγών στην κουλτούρα τους και την επένδυση, όπως είναι λογικό, σε νέες υπερσύγχρονες τεχνολογίες (Dias et al., 2021). Μόνο έτσι, δύνανται να επιτύχουν σταθερή ποιότητα προϊόντων και υπηρεσιών και κατά συνέπεια να εξασφαλίσουν τη ανταγωνιστικότητά τους στην αγορά (Saihi et al., 2021).

Με την παρούσα μελέτη εξετάζουμε τον βαθμό στον οποίο οι επιχειρήσεις στη χώρα μας είναι ενημερωμένες σχετικά με νέες τεχνολογίες και συγκεκριμένα το Quality 4.0, το κατά πόσο γνωρίζουν τι αυτό απαιτεί για την ενσωμάτωσή του στο υπάρχον σύστημα διαχείρισης ποιότητας αλλά και όσα μπορεί να προσφέρει στις επιχειρήσεις (Maganga et al.). Επιπλέον, διερευνάμε το βαθμό στον οποίο είναι διατεθειμένη η διοίκηση αλλά και οι εργαζόμενοι να αλλάξουν μεταβαίνοντας σε πρακτικές διαχείρισης που να αξιοποιούν πλήρως τις διαθέσιμες νέες τεχνολογίες. Συνολικά, συνεπώς, επιχειρούμε να προσδιορίσουμε την ετοιμότητα των ελληνικών επιχειρήσεων να δεχτούν και να εφαρμόσουν το Quality 4.0 τόσο πρακτικά όσο και αναφορικά στη νοοτροπία υπαλλήλων και διοίκησης. Στο πρακτικό κομμάτι, εξετάζεται το εάν και κατά πόσο οι εργαζόμενοι διαθέτουν τα προσόντα και τις γνώσεις που να επιτρέπουν την αξιοποίηση των νέων διαθέσιμων

τεχνολογιών και το εάν η επιχείρηση εφαρμόζει διαδικασίες και διαθέτει εξοπλισμό που να στηρίζουν την εύκολη υιοθέτηση της Ποιότητας 4.0 (Čater et al.). Όσον αφορά την κουλτούρα, διερευνάται η θέληση διοίκησης και εργαζομένων να αλλάξουν την προσέγγιση της ποιότητας που εφαρμόζουν έως τώρα, ξεκλειδώνοντας τα πολυάριθμα οφέλη που έχει να προσφέρει το Quality 4.0. Η σημασία της παρούσας Μεταπτυχιακής Διπλωματικής Εργασίας, λοιπόν, έγκειται στον προσδιορισμό του βαθμού στον οποίο οι ελληνικές επιχειρήσεις έχουν προσαρμοστεί στα νέα τεχνολογικά δεδομένα και παραμένουν επίκαιρες και ανταγωνιστικές.

Έμφαση δόθηκε στις εξής παραμέτρους:

- Γνωσιακό επίπεδο και σε βάθος κατανόηση του Quality 4.0 από τους εμπλεκόμενους, όσον αφορά τις απαιτήσεις αλλά και τα οφέλη του.
- Διάθεση των εμπλεκόμενων να πάρουν τις απαραίτητες πρωτοβουλίες, να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που προκύπτουν από την υιοθέτησή του και να αλλάξουν την κουλτούρα της επιχείρησης.
- Επίπεδο ετοιμότητας εργαζομένων και διοίκησης να εφαρμόσουν το Quality 4.0 όσον αφορά τις δεξιότητες, το τρέχον τεχνολογικό επίπεδο και την υπάρχουσα οργάνωση.

Το θέμα προσεγγίστηκε με την ανάπτυξη ερωτηματολογίου, χρησιμοποιώντας στοιχεία από τη διεθνή βιβλιογραφία, το οποίο περιλαμβάνει μία σειρά κατάλληλα διαμορφωμένων ερωτήσεων για την αποτελεσματικότερη συλλογή δεδομένων και τη λήψη αξιόπιστων αποτελεσμάτων.

Τα ερωτηματολόγια διανεμήθηκαν σε έναν εκτεταμένο αριθμό επιχειρήσεων ενώ οι συμμετέχοντες στην έρευνα είναι εργαζόμενοι των επιχειρήσεων και στελέχη της διοίκησης αυτών. Οι απαντήσεις δόθηκαν σε κλίμακα Likert 7 βαθμών και ακολούθησε αξιολόγηση των δεδομένων με χρήση κατάλληλου στατιστικού μοντέλου.

Οι στόχοι που τέθηκαν και επιτεύχθηκαν είναι:

- ✓ Η διερεύνηση της άποψης των υπεύθυνων των επιχειρήσεων σχετικά με την ποιότητα 4.0.
- ✓ Ο προσδιορισμός της επίδρασης του μεγέθους των επιχειρήσεων στο επίπεδο της αντίληψης των εξεταζόμενων μεταβλητών.
- ✓ Ο προσδιορισμός της επίδρασης των δημογραφικών στοιχείων των υπευθύνων των επιχειρήσεων στο επίπεδο της αντίληψης των εξεταζόμενων μεταβλητών.
- ✓ Ο προσδιορισμός προτεραιοτήτων δράσεων για τη βελτίωση της αντίληψης σχετικά με τις εξεταζόμενες μεταβλητές της έρευνας.

Οι πιθανοί αποδέκτες και ωφελοούμενοι των αποτελεσμάτων αυτής της μελέτης θα μπορούσαν να είναι ακαδημαϊκοί, ενδιαφερόμενοι για τα συστήματα ποιότητας και τα νέα τεχνολογικά δεδομένα, εφόσον το αντικείμενο είναι εξαιρετικά επίκαιρο και διαδίδεται με ολοένα γρηγορότερους ρυθμούς. Επίπροσθετα, αποδέκτες της μελέτης θα μπορούσαν να είναι στελέχη και εργαζόμενοι των επιχειρήσεων που συμμετείχαν στην έρευνα, όπως και άλλων επιχειρήσεων, καθώς δύναται να αποτελέσει εργαλείο που θα χρησιμοποιηθεί για την αποσαφήνιση της εικόνας του Quality 4.0 αλλά και της τρέχουσας κατάστασης και ετοιμότητας των ίδιων των επιχειρήσεων να το υιοθετήσουν. Συνεπώς, θα καταστούν ξεκάθαρα τα οφέλη που μπορούν να αποκομιστούν εφόσον καλυφθούν οι απαιτήσεις για την εφαρμογή του.

Η πρωτοτυπία της μελέτης αυτής έγκειται στο γεγονός ότι η Ποιότητα 4.0 βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο στη χώρα μας και δεν έχει διαδοθεί σε μεγάλο αριθμό επιχειρήσεων. Το ίδιο ακριβώς ισχύει και για την πραγματοποίηση μελετών που αφορούν στο Quality 4.0, είναι, δηλαδή, περιορισμένος ο αριθμός τους. Καθώς, η πρόοδος της τεχνολογίας καλπάζει με ταχύτατους ρυθμούς και τα μέσα που προσφέρει το Quality 4.0 γίνονται ολοένα και πιο απαραίτητα, οφείλουμε να διερευνήσουμε τις δυνατότητες εφαρμογής του και να κινητοποιήσουμε τους ενδιαφερόμενους ώστε να ετοιμαστούν για την αξιοποίησή του.

2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Διοίκηση Ολικής Ποιότητας (Total Quality Management, TQM)

Η έννοια της ΔΟΠ έχει λάβει σημαντική προσοχή τα τελευταία χρόνια, παγκοσμίως, ως αποτέλεσμα των προκλήσεων που τίθενται από τα αυξημένα επίπεδα ανταγωνισμού στην παγκόσμια αγορά και την υψηλά επίπεδα προσοχής σε θέματα που αφορούν τον σχεδιασμό ποιότητας, διασφάλισης, ελέγχου και βελτίωσης (Akhmatova et al., 2022). Πρόκειται για μια φιλοσοφία διαχείρισης και ένα σύνολο τεχνικών και διαδικασιών, που περιλαμβάνουν μία συνολική προσέγγιση του συστήματος στην ποιότητα. Αυτό τελικά συνεπάγεται ότι η ποιότητα σε έναν οργανισμό, είναι ευθύνη όλων (A. Gunasekaran, 1998). Η ΔΟΠ (TQM) είναι μια τεχνική διαχείρισης που βοηθάει την επιχείρηση να φτάσει την υπεροχή εστιάζοντας στην ποιότητα και τη βελτίωση της ικανοποίησης των πελατών μέσω της ποιότητας, ενώ ταυτόχρονα ενθαρρύνει την εμπλοκή των εργαζομένων μέσω της ομαδικής

εργασίας που κατευθύνεται προς έναν κοινό στόχο (Canbay et al., 2023). Με την εμπλοκή αυτή, η ΔΟΠ αυξάνει την απόδοση των εργαζομένων καθώς και την ετοιμότητά τους να δεχθούν και να εφαρμόσουν αλλαγές (Iqbal et al., 2018).

Για την επιτυχή εφαρμογή της, είναι ζωτικής σημασίας η σαφής κατανόηση της έννοιάς της. Η ΔΟΠ, ορίζεται και ως εταιρική στρατηγική ενός οργανισμού. Πρόκειται για μια στρατηγική ομαδικής προσέγγισης που ενσωματώνει και περιλαμβάνει τους στόχους του οργανισμού με τους ανθρώπινους, κεφαλαιουχικούς και οικονομικούς πόρους του. Επίσης, η ΔΟΠ πρέπει να είναι μια εταιρική στρατηγική που ενσωματώνει τον προγραμματισμό και τις λειτουργίες ενός οργανισμού, καθώς και τις ανάγκες των πελατών και των εργαζομένων του. Είναι λογικό συνεπώς να απαιτείται η λήψη μία σειράς προκαθορισμένων και συστηματικών πράξεων μέσα στην εταιρεία ώστε να διασφαλιστεί ότι το προϊόν πληροί τις καθορισμένες προϋποθέσεις ποιότητας χωρίς να βασίζεται σε ελέγχους ποιότητας στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας (Dimitriou et al., 2024).

Η διοίκηση, με την εμπλοκή των εργαζομένων στη διαχείριση της παραγωγικής διαδικασίας, αυξάνει την παραγωγικότητα, και με ποιοτικά προϊόντα και υπηρεσίες επιτυγχάνει σημαντική στατιστική αύξηση στον βαθμό ικανοποίησης των πελατών τους (Alsaqer et al., 2024). Πρόκειται για μια διαδικασία και όχι απλώς για ένα σχέδιο, δεδομένου ότι δεν υπάρχει ποτέ ένα τέλειο σχέδιο. Ωστόσο, με την επιμονή και τη συνέπεια στη διαδικασία, οι ηγέτες των οργανισμών μπορούν να παρακολουθούν την πρόοδο της επιτυχίας και να μαθαίνουν από τα λάθη τους (Liang Tan, 1997).

Στις αρχές της δεκαετίας του 1960, ο Feigenbaum εισήγαγε την έννοια της ΔΟΠ στις δυτικές χώρες. Ωστόσο, στη συνέχεια η ΔΟΠ αναπτύχθηκε και έγινε χρήσιμη σε ιαπωνικές εταιρείες. Πολλοί οργανισμοί έχουν πλέον εφαρμόσει με επιτυχία τη φιλοσοφία της ΔΟΠ, και έχουν φτάσει σε υψηλά επίπεδα τη φήμη τους για προσφορά υψηλής ποιότητας αγαθών με χαμηλό κόστος.

Τα κύρια εμπόδια στην υλοποίηση της Διοίκησης Ολικής Ποιότητας αφορούν στην έλλειψη δέσμευσης από τη διοίκηση, στην ανεπάρκεια εξειδίκευσης, στη νοοτροπία του περιορισμού του κόστους, στην υποτίμηση της μόρφωσης και της εκπαίδευσης, στην έλλειψη εμπλοκής και ενδυνάμωσης των εργατών και στην αυστηρή προσέγγιση του συστήματος ποιότητας από τη διοίκηση (Riaz et al., 2023).

Συνεπώς, για να επιτευχθεί το μέγιστο δυνατό αποτέλεσμα από την εφαρμογή της ΔΟΠ, απαιτείται ικανοποιητική προετοιμασία. Είναι σαφές πλέον ότι δεν υπάρχει μια προσαρμοσμένη στρατηγική

που μπορεί κάποιος οργανισμός να πάρει έτοιμη και απλώς να την ακολουθήσει. Ο κάθε οργανισμός πρέπει να αξιολογήσει τις συνθήκες που ο ίδιος αντιμετωπίζει και να αποφασίσει πώς θα επιτύχει τους στόχους του μέσω της ΔΟΠ. Για να το κάνει αυτό, θα πρέπει να εξετάσει τους πέντε βασικούς πυλώνες καθένας από τους οποίους είναι στρατηγικής σημασίας για ολόκληρη την εφαρμογή της ΔΟΠ και μπορεί να βοηθήσει στη λειτουργία της (Liang Tan, 1997). Επίσης, ο κάθε πυλώνας είναι αλληλένδετος και εξαρτάται από τον άλλον ως ομάδα, συνεπώς όταν κάποιος από αυτούς είναι αδύναμος, επηρεάζει τους υπόλοιπους.

Οι πυλώνες αυτοί είναι οι εξής (Liang Tan, 1997):

➤ Προϊόν

Η ΔΟΠ απαιτεί από έναν οργανισμό να εστιάσει στο ίδιο το προϊόν και όχι στην εργασία. Το «προϊόν» είναι το σημείο εστίασης του σκοπού, του οράματος και της επιτυχίας του οργανισμού, το οποίο ταιριάζει με τις βασικές απαιτήσεις της διοίκησης, των εργαζομένων και των πελατών. Χωρίς αυτό στο επίκεντρο, θα ήταν δύσκολο για έναν οργανισμό να κερδίσει τη δέσμευση των εργαζομένων και της ανώτατης διοίκησης.

Στρατηγικά, σε αυτό το σημείο αποτυγχάνουν οι περισσότεροι οργανισμοί. Οι εργαζόμενοι δεν πρέπει να εργάζονται στο στενό πλαίσιο της εργασίας τους χωρίς να σχετίζονται με το ευρύτερο πλαίσιο του «προϊόντος». Χωρίς αυτή τη νοοτροπία, θα υπάρξει έλλειψη εστίασης στον σκοπό και το επίτευγμα του οργανισμού που είναι η ικανοποίηση των απαιτήσεων των πελατών.

➤ Διαδικασία

Η ποιότητα στο προϊόν είναι αδύνατη χωρίς ποιότητα στη διαδικασία. Η διαδικασία πρέπει να αξιολογείται και να μετριέται για να διαπιστώνεται εάν πληροί συγκεκριμένα standards και προσδοκίες του οργανισμού, διαφορετικά πρέπει να διορθωθεί. Όταν ανταποκρίνεται στις προσδοκίες του οργανισμού και όχι του πελάτη, είναι καιρός να εκ νέου ο ορισμός του προϊόντος. Η σωστή εκπαίδευση, εστίαση και παρακίνηση των εργαζομένων, συνδράμει τα μέγιστα στην εφαρμογή μίας διαδικασίας που εξασφαλίζει ένα ικανοποιητικό προϊόν.

➤ Ηγεσία

Η κατάλληλη ηγεσία είναι απαραίτητη. Οι τεχνικές ποιότητας δεν μπορούν να εφαρμοστούν εάν το προσωπικό δεν το θέλει. Για να είναι επιτυχής η ΔΟΠ, χρειάζεται ηγεσία και ενδυνάμωση των

εργαζομένων. Μεταξύ προτροπής και ενδυνάμωσης, υπάρχει μεγάλη διαφορά. Οι ηγέτες πρέπει να κάνουν περισσότερα από το απλώς να μιλούν, πρέπει δηλαδή να αλλάξουν τόσο εννοιολογικά όσο και δομικά, ώστε να ζωντανέψει η ηγεσία σε όλα τα επίπεδα. Η ποιότητα δεν γίνεται απλώς να ανατεθεί από την ανώτατη διοίκηση, αλλά

Υπάρχει μια τεράστια διαφορά μεταξύ προτροπής και ενδυνάμωσης. Οι ηγέτες πρέπει να κάνουν περισσότερα από το να μιλούν απλώς, δηλαδή πρέπει να αλλάξουν εννοιολογικά και δομικά για να ζωντανέψουν την ηγεσία σε όλα τα επίπεδα. Η ποιότητα δεν μπορεί απλώς να ανατεθεί από την ανώτατη διοίκηση, αλλά πρέπει να ξεκινήσει από την ίδια. Για να λειτουργήσει η ΔΟΠ, το εργατικό δυναμικό δεν πρέπει μόνο να εκπαιδευτεί, αλλά πρέπει να χαίρει της εμπιστοσύνης να λαμβάνει τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τον τρόπο συνεχούς βελτίωσης των διαδικασιών.

➤ Δέσμευση

Η δέσμευση από κάτω προς τα πάνω είναι ο πυλώνας στήριξης για τα υπόλοιπα. Μελέτες δείχνουν ότι η ΔΟΠ εφαρμόστηκε με επιτυχία σε οργανισμούς όπου είχε ως αποτέλεσμα τη δέσμευση και τη συμμετοχή της ανώτατης διοίκησης. Με τη συμμετοχή τους στη διαδικασία εφαρμογής, και αναθεωρώντας τη σε τακτά χρονικά διαστήματα, τα διευθυντικά στελέχη θα είναι σε θέση να δουν αν η βελτιωμένη διαδικασία παράγει τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Η υπερηφάνεια και ο επαγγελματισμός των εργαζομένων αποτελούν βασικά κίνητρα για την επίτευξη των αποτελεσμάτων. Ωστόσο, είναι δύσκολο να περιμένουμε από αυτούς να εκτιμήσουν, να σκεφτούν και να παράγουν ποιοτικές επιδόσεις, αν η ανώτατη διοίκηση αδιαφορεί γι' αυτό. Χρειάζεται χρόνος για να εμπεδωθεί αυτή η στάση σε αποδεκτή συμπεριφορά, και παραμένοντας εμπλεκόμενοι, οι ηγέτες αποδεικνύουν τη δέσμευσή τους στη διαδικασία.

➤ Οργάνωση

Η οργάνωση είναι η καρδιά κάθε οργανισμού, και κατά τη διάρθρωσή του, είναι σημαντικό να ξεκινάμε από τη σκοπία του ανθρώπου, δηλαδή από κάτω προς τα πάνω, όπου γίνεται η πραγματική δουλειά. Ένας οργανισμός θα είναι επιτυχημένος μόνο όταν αυτοί που βρίσκονται στη βάση συνεργάζονται μεταξύ τους. Η εστίαση, η δημιουργικότητα, το πνεύμα, ο ενθουσιασμός, η αντικειμενικότητα και τα κίνητρά τους είναι αυτά που κάνουν τη ΔΟΠ να λειτουργεί. Εισάγοντας την υπευθυνότητα και την ομαδική εργασία, οι οργανισμοί μπορούν να μάθουν να πορεύονται και να αντιμετωπίζουν τα λάθη, τα οποία θα γίνονται συνεχώς λιγότερα.

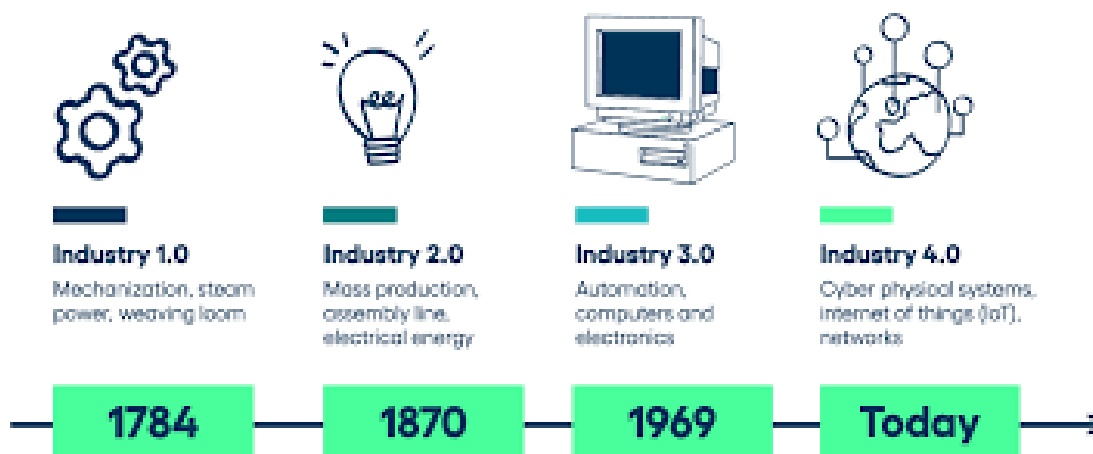
Συμπερασματικά, η έννοια της ΔΟΠ παρουσιάζει μια διοικητική προσέγγιση που στοχεύει στην επίτευξη αριστείας στις επιχειρήσεις μέσω της ποιότητας. Επικεντρώνεται στην αύξηση της ικανοποίησης των πελατών μέσω της ποιότητας, προωθώντας επιπλέον τη συμμετοχή των εργαζομένων μέσω της ομαδικής εργασίας με γνώμονα έναν κοινό στόχο. Συνεπώς, η εφαρμογή της ΔΟΠ απαιτεί αλλαγές τόσο στην κουλτούρα ενός οργανισμού, όσο και στην οργάνωσή του. (de Souza, 2021)

2.2 Industry 4.0

Η Τέταρτη Βιομηχανική Επανάσταση ή αλλιώς Βιομηχανία 4.0 έχει γίνει δεκτή ως προάγγελος εντυπωσιακών εξελίξεων στην οικονομική, κοινωνική και πολιτική σφαίρα. Πρόκειται για ένα πολύπλοκο θέμα αδύνατο να αξιολογηθεί μόνο ως προς τη διάσταση των συστημάτων παραγωγής. Έτσι συζητείται από πολλές διαφορετικές οπτικές. (Akrpinar 2022)

Μέχρι σήμερα, έχουν λάβει χώρα τρεις Βιομηχανικές Επαναστάσεις. Τον δέκατο όγδοο αιώνα, ποικίλες τεχνολογικές εξελίξεις άρχισαν να παρατηρούνται στην Ευρώπη, με αποτέλεσμα οι αλλαγές στο σύστημα παραγωγής στον κόσμο να μετατοπίζονται από εργαστήριο σε εργοστάσιο, από παραγωγή από κομμάτι σε κομμάτι σε μαζική παραγωγή. Η παραγωγή ατμοκίνητων μηχανών και η εφεύρεση τεχνολογιών ικανών για μαζική παραγωγή ήταν καθοριστικοί παράγοντες αυτής της διαδικασίας. Οι εντυπωσιακές εξελίξεις στον τομέα της βιομηχανίας βοήθησαν την Ευρώπη να εδραιώσει την υπεροχή της σε πολλούς τομείς και ειδικά στην οικονομία. Η διαδικασία αυτή ονομάστηκε “Industrial Revolution” (Industry 1.0) αναφορικά στα αποτελέσματα που παρήγαγε. Στα μέσα του δέκατου ένατου αιώνα, έλαβε χώρα μια πολύ σημαντική εξέλιξη και οι ηλεκτρικές τεχνολογίες χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά σε γραμμές παραγωγής εργοστασίων. Αυτή η νέα τεχνολογία συνέβαλε στην ανάπτυξη νέων μεθόδων παραγωγής. Το στυλ μαζικής παραγωγής τύπου μπάντας που αναπτύχθηκε για πρώτη φορά από τον Henry Ford και εφαρμόστηκε στην αυτοκινητοβιομηχανία έφερε ένα επαναστατικό αποτέλεσμα. Αυτό το μοντέλο παραγωγής που βασίζεται στο χαμηλό κόστος, τη μαζική παραγωγή και το τυπικό προϊόν παρέμεινε σύγχρονο για δεκαετίες και έχει γίνει αποδεκτό ως η Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 2.0) (Jänicke & Jacob, 2009). Η ανάπτυξη προγραμματιζόμενων μηχανών στις αρχές της δεκαετίας του 1970 προανήγγειλε μια νέα εποχή στην εκβιομηχάνιση. Σε αυτήν την περίοδο, η αυτοματοποίηση των μεθόδων παραγωγικών διαδικασιών με χρήση τεχνολογιών πληροφοριών πρόσθεσε μια νέα

διάσταση στις τεχνολογίες παραγωγής. Την περίοδο αυτή αναπτύχθηκε ο πρώτος μικροϋπολογιστής και ήρθαν στο προσκήνιο οι ψηφιακές τεχνολογίες. Αυτή η περίοδος, η οποία είναι αποδεκτή ως Τρίτη Βιομηχανική Επανάσταση (Industry 3.0), έθεσε μια δομή παραγωγής βασισμένη σε μικροεπεξεργαστές, gadgets και υπολογιστές (Sirla, 2018).



Η εμφάνιση της έννοιας του Industry 4.0 έγινε μέσω ενός έργου υψηλής τεχνολογίας που πραγματοποιήθηκε από τη γερμανική κυβέρνηση. Το έργο έχει προετοιμαστεί με τη μηχανογράφηση της προσέγγισης παραγωγής. Εμπνευσμένο από σημαντικούς μετασχηματισμούς προηγούμενων βιομηχανικών επαναστάσεων, το έργο ονομάστηκε η νέα εποχή, Industry 4.0. Η ιδέα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 2011 στη Διεθνή Έκθεση του Ανόβερου. Η θεωρητική διάσταση, Industry 4.0, ήρθε στο προσκήνιο με το άρθρο “Industry 4.0: On the Way to the 4th Industrial Revolution with the Internet of Things” που εκδόθηκε από τους Kagerman et al. το 2011. Με την έκθεση με τίτλο “Recommendations for the Implementation of the Industry 4.0 Strategic Initiative” που δημοσιεύτηκε από την Acatech το 2013, το θέμα απέκτησε και επίσημο πλαίσιο στη θεωρητική διάσταση.

Αν και υπάρχουν απόψεις που αποδέχονται την επανάσταση του Industry 4.0 ως προέκταση της Τρίτης Επανάστασης, εφιστάται η προσοχή στα σημεία που κάνουν αυτή τη νέα εξέλιξη πολύ διαφορετική από τις άλλες. Αυτή η διαφορά τονίζεται από τρία χαρακτηριστικά της επανάστασης του Industry 4.0. Αυτή η επανάσταση, σε αντίθεση με τις προηγούμενες, δεν είναι γραμμική αλλά έρχεται με εκθετική ταχύτητα. Στον πολύπλευρο παγκόσμιο κόσμο, οι νέες τεχνολογίες γίνονται

συνεχώς νεότερες και καλύτερες. Επιπλέον, αυτή η επανάσταση βασίζεται στην υποδομή των ψηφιακών τεχνολογιών και προχωρά με πρωτοφανή παραδείγματα στον επιχειρηματικό κόσμο, σε άλλα τμήματα της κοινωνίας και σε άτομα, αναπτύσσοντας ραγδαίες τεχνολογικές αλλαγές και εξοπλισμό καθώς οι διαφορές μεταξύ των γενεών διευρύνονται περισσότερο από ποτέ. Τέλος, η Επανάσταση της Βιομηχανίας 4.0 αναπτύσσεται μέσω ενός συστήματος δικτύου όπου τα πάντα μπορούν να συνδεθούν με τα πάντα και περιλαμβάνει έναν ολοκληρωμένο μετασχηματισμό τεράστιων συστημάτων στον κόσμο. (Akrınar 2022)

Τα κύρια πλεονεκτήματα της εισαγωγής νέων τεχνολογιών είναι η αύξηση της παραγωγικότητας και η εξοικονόμηση πόρων, η διαφάνεια των διαδικασιών, τα κερδοφόρα επιχειρηματικά μοντέλα, η υψηλότερη και σταθερότερη ποιότητα και οι βελτιωμένες συνθήκες στο χώρο εργασίας. Η στενή σύνδεση προϊόντων και μηχανημάτων αυξάνει την απόδοση, μειώνει το κόστος και εξοικονομεί πόρους. Η έξυπνη επιτήρηση και οι διαφανείς διαδικασίες παρέχουν στις επιχειρήσεις μια συνεχή επισκόπηση της επιχειρηματικής διαδικασίας, η οποία τους δίνει τη δυνατότητα να ανταποκρίνονται γρήγορα και με ευελιξία στις αλλαγές της αγοράς. Τα έξυπνα προϊόντα και οι μηχανές συλλέγουν διάφορα δεδομένα που βοηθούν στην ανάπτυξη νέων προϊόντων και υπηρεσιών και επιτρέπουν τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών παραγωγής.

Παρά τα πλεονεκτήματα αυτά, όμως, δεν είναι ακόμη σαφές ποιος θα είναι ο αντίκτυπος του I4 στις εταιρείες. Υπάρχουν πολλές προκλήσεις, συμπεριλαμβανομένων ζητημάτων που σχετίζονται με την ασφάλεια της τεχνολογίας των πληροφοριών και την προστασία δεδομένων, την οργάνωση της εργασίας, την έλλειψη δεξιοτήτων, την κατάρτιση ειδικευμένων εργαζομένων και την ανάπτυξη ενιαίων προτύπων που αποτελούν προϋποθέσεις της ψηφιοποιημένης οικονομίας (Čater et al.).

Για την κάλυψη των ολοένα και πιο εξατομικευμένων αναγκών των πελατών, η διαδικασία Industry 4.0 περιλαμβάνει τη μορφή κύκλου ζωής ενός προϊόντος, το σχεδιασμό του σταδίου ιδέας, από την παραγωγή έως την παράδοση στον τελικό πελάτη, την ανάπτυξη με τα σχόλια από τον τελικό πελάτη και τα πρόσφατα προστιθέμενα χαρακτηριστικά. Μπορεί να οριστεί ως αποτελεσματική διαδικασία σε ολόκληρη την αλυσίδα αξίας (Gilchrist, 2016) και έχει αποδειχθεί χρησιμοποιώντας τη γνώση και την εμπειρία μέσω της Τρίτης Βιομηχανικής Επανάστασης.

2.3 Technology 4.0

Το Industry 4.0 υποδηλώνει έναν οργανισμό που γίνεται “smart” εφαρμόζοντας προηγμένα συστήματα πληροφοριών και επικοινωνιών και τεχνολογίες προσανατολισμένες στο μέλλον. Το επίκεντρο του I4 είναι οι λύσεις που βασίζονται στην ψηφιακή τεχνολογία, οι οποίες αλλάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι εταιρείες δημιουργούν αξία (Oesterreich and Teuteberg, 2016) και την εκτεταμένη διασύνδεση του φυσικού και του εικονικού κόσμου (Veile et al. 2020). Ενώ η έμφαση στις νέες τεχνολογίες σημαίνει ότι το παράδειγμα I4 είναι έντονα τεχνοκεντρικό (Cimini et al 2021), ο διασυνδεδετικός χαρακτήρας του υποδηλώνει ότι το πλήρες δυναμικό του I4 μπορεί να αξιοποιηθεί μόνο σε αλυσίδες αξίας πολλαπλών οργανισμών και όχι στο απομονωμένο περιβάλλον ενός μεμονωμένου οργανισμού (Müller et al 2018).

Σε σύγκριση με πιο παραδοσιακές και απλές ψηφιακές τεχνολογίες (ηλεκτρονική ανταλλαγή δεδομένων), οι τεχνολογίες I4 είναι σημαντικά πιο περίπλοκες, απαιτούν αυξημένη γνώση και ενσωματώνονται σε μεγάλο βαθμό στις βασικές διαδικασίες των οργανισμών (Kamble et al 2018). Επιπλέον, τα κοινά χαρακτηριστικά τους είναι η χρήση ασύρματων δικτύων, η βοήθεια στη λήψη αποφάσεων και οι διασυνδέσεις μεταξύ επιμέρους τεχνολογιών (Dos Santos et al 2021). Συχνά συζητούμενες τεχνολογίες I4 στη βιβλιογραφία περιλαμβάνουν την κατασκευή προσθέτων, την τεχνητή νοημοσύνη, την επαυξημένη/εικονική πραγματικότητα, τον (βιομηχανικό) αυτοματισμό, Μεγάλα δεδομένα, Υπολογιστικό/Αποθηκευτικό νέφος, ενσωματώσεις υπολογισμού με φυσικές διαδικασίες, Κυβερνοασφάλεια, Σύστημα ενδοεπιχειρησιακού σχεδιασμού, Βιομηχανικό Διαδίκτυο, Διαδίκτυο των Πραγμάτων και έξυπνη/αυτόνομη ρομποτική.

Ενώ στο μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας δε γίνεται διάκριση μεταξύ των επιπέδων των τεχνολογιών I4, οι Ghobakhloo και Ching (2019) κάνουν διάκριση μεταξύ τεχνολογιών δεύτερης βαθμίδας (ενσωματώσεις υπολογισμού με φυσικές διαδικασίες, Διαδίκτυο των πραγμάτων) και πρώτης βαθμίδας (όλες οι υπόλοιπες). Αν και οι τεχνολογίες πρώτης βαθμίδας πρέπει να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους για να παρέχουν τις πλήρεις λειτουργίες τους, μπορούν επίσης να λειτουργούν ανεξάρτητα. Αντίθετα, η χρήση των τεχνολογιών δεύτερης βαθμίδας βασίζεται στην εφαρμογή διαφόρων συνδυασμών τεχνολογιών πρώτης βαθμίδας (Ghobakhloo and Ching, 2019). Ομοίως, οι Frank et al (2019) χωρίζουν τις τεχνολογίες I4 σε δύο διακριτά στρώματα σύμφωνα με τον κύριο στόχο τους. Οι τεχνολογίες front-end (έξυπνη κατασκευή, έξυπνα προϊόντα, έξυπνη αλυσίδα εφοδιασμού, έξυπνη εργασία) αντιμετωπίζουν λειτουργικές ανάγκες και ανάγκες της

αγοράς και έχουν σκοπό τελικής εφαρμογής για την αλυσίδα αξίας των εταιρειών. Οι βασικές τεχνολογίες (Internet of things, cloud, big data και analytics) περιλαμβάνουν τεχνολογίες που παρέχουν συνδεσιμότητα και “ευφυΐα” για τεχνολογίες front-end.

Ο βασικός σκοπός του Industry 4.0 είναι η εφαρμογή έξυπνων εγκαταστάσεων λαμβάνοντας υπόψη τις αυτοδιαχειριζόμενες διαδικασίες παραγωγής. Αυτός ο σκοπός μπορεί απλώς να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας “Cyberphysical System” και “Internet of things.” Επομένως, για την καλύτερη και σε βάθος κατανόηση του Industry 4.0, είναι χρήσιμο να γνωρίζουμε πρώτα ορισμένες από τις έννοιες που χρησιμοποιούνται συχνά στην ορολογία του. (Akpınar 2022)



Χαρακτηριστικά της Technology/Industry 4.0 είναι τα ακόλουθα:

AI – Τεχνητή Νοημοσύνη

Η τεχνητή νοημοσύνη (AI), με την ευρεία της έννοια, είναι η νοημοσύνη που επιδεικνύεται από μηχανές, ιδιαίτερα από συστήματα υπολογιστών. Είναι ένα πεδίο έρευνας στην επιστήμη των υπολογιστών που αναπτύσσει και μελετά μεθόδους και λογισμικό που επιτρέπουν στις μηχανές να αντιλαμβάνονται το περιβάλλον τους και χρησιμοποιεί τη μάθηση και τη νοημοσύνη για να αναλάβουν ενέργειες που μεγιστοποιούν τις πιθανότητές τους να επιτύχουν καθορισμένους στόχους. Τέτοιες μηχανές μπορούν να ονομάζονται AI. (www.wikipedia.com)

Η τεχνολογία AI χρησιμοποιείται ευρέως σε όλη τη βιομηχανία, την κυβέρνηση και την επιστήμη. Ορισμένες εφαρμογές υψηλού προφίλ περιλαμβάνουν προηγμένες μηχανές αναζήτησης ιστού, συστήματα συστάσεων, αλληλεπίδραση μέσω ανθρώπινης ομιλίας, αυτόνομα οχήματα, παραγωγικά και δημιουργικά εργαλεία. Ωστόσο, πολλές εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης δεν γίνονται αντιληπτές ως AI. Πολλή τεχνητή νοημοσύνη αιχμής έχει φιλτραριστεί σε γενικές εφαρμογές, συχνά

χωρίς να ονομάζεται AI, επειδή όταν κάτι γίνει αρκετά χρήσιμο και αρκετά κοινό, δεν φέρει πια ετικέτα AI. (Akpinar 2022)

Big Data – Μεγάλα Δεδομένα

Ο όρος **Μεγάλα δεδομένα** ή **Μεγα-δεδομένα** (Big Data) χρησιμοποιείται για να περιγράψει σύνολα δεδομένων τόσο μεγάλα ή σύνθετα που ξεφεύγουν από τις δυνατότητες καταγραφής, αποθήκευσης και ανάλυσης των παραδοσιακών τεχνικών επεξεργασίας δεδομένων. Τα μεγάλα δεδομένα αναφέρονται σε μη δομημένα, ημι-δομημένα και δομημένα δεδομένα, κυρίως όμως εστιάζουν στα μη δομημένα δεδομένα. (www.wikipedia.com)

Τα μεγάλα δεδομένα προέρχονται από την κυκλοφορία δεδομένων στον ιστό, τα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου, το περιεχόμενο των μέσων κοινωνικής δικτύωσης, αλλά και τα αυτόματα παραγόμενα στοιχεία δεδομένων από αισθητήρες. Οι οργανισμοί συλλέγουν και αναλύουν μεγάλα δεδομένα με στόχο να βελτιώσουν τις διαδικασίες τους, αλλά και τις αποφάσεις που λαμβάνουν. (Akpinar 2022)

Cybersecurity - Κυβερνοασφάλεια

Η ασφάλεια στον κυβερνοχώρο είναι ο τρόπος με τον οποίο τα άτομα και οι οργανισμοί μειώνουν τον κίνδυνο επίθεσης στον κυβερνοχώρο. Η βασική λειτουργία της ασφάλειας στον κυβερνοχώρο είναι να προστατεύει τις συσκευές που χρησιμοποιούμε όλοι (έξυπνα τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές, tablet και υπολογιστές) και τις υπηρεσίες στις οποίες έχουμε πρόσβαση - τόσο στο διαδίκτυο όσο και στην εργασία - από κλοπή ή ζημιά. (www.ncsc.gov.uk)

Η κυβερνοασφάλεια κατέχει σημαντική θέση τόσο στην εφαρμογή και ανάπτυξη νέων τεχνολογιών εντός της επιχείρησης, στις μελέτες κάθετης ολοκλήρωσης, όσο και στις σχέσεις με πελάτες και επιχειρηματικούς εταίρους, καθώς τα δεδομένα μοιράζονται με ολόκληρη την αλυσίδα αξίας. Για το λόγο αυτό, τονίζεται η σημασία του σχεδιασμού μιας ευέλικτης και ασφαλούς δομής με τη διεξαγωγή μελετών στον τομέα της κυβερνοασφάλειας όχι για τη διασφάλιση της ασφάλειας στο τέλος αλλά μαζί με τις μελέτες Industry 4.0. (Akpinar 2022)

Internet of Things - Διαδίκτυο των πραγμάτων

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων, το οποίο ονομάζεται επίσης βιομηχανικό Διαδίκτυο αποτελεί τη βάση των έξυπνων εργοστασίων και των έξυπνων υπηρεσιών. Περιγράφει την ικανότητα συλλογής, αναπαραγωγής και οργάνωσης δεδομένων από διαφορετικές πηγές σε έναν χώρο εργασίας ή ένα

εργοστάσιο. Το Internet of things αναφέρεται σε ένα σύστημα που επιτρέπει σε αντικείμενα στον φυσικό κόσμο να συνδέουν αισθητήρες ενσωματωμένους σε αυτά στο Διαδίκτυο μέσω ασύρματων ή ενσύρματων συνδέσεων. Εδώ, οι αισθητήρες είναι συσκευές συλλογής δεδομένων στο δίκτυο Internet of things. Σε αυτή τη δομή, είναι δυνατό για τα αντικείμενα να επικοινωνούν μεταξύ τους και να διαχειρίζονται τα ίδια τα έργα. Ειδικά στο πλαίσιο αυτής της πλατφόρμας, έχει επιτευχθεί ο συνδυασμός τεχνολογιών αριθμητικού ελέγχου υπολογιστή (CNC) και ρομπότ, και χάρη σε αυτήν την ολοκληρωμένη τεχνολογία, έχουν ληφθεί έξυπνα προϊόντα που θεωρούνται υπερσύγχρονα (Akpinar 2022).

Smart Factories - Έξυπνα εργοστάσια

Το έξυπνο εργοστάσιο, μία από τις κύριες έννοιες του Industry 4.0, δεν αφορά μόνο στους πόρους της παραγωγής (ρομπότ, ενεργοποιητές, αισθητήρες), αλλά αποτελεί ένα συνειδητό και έξυπνο σύστημα που περιλαμβάνει μια ψηφιακή ολοκλήρωση. Οι διαδικασίες αυτοματισμού σε έξυπνα εργοστάσια συνεπάγονται ότι οι συσκευές και οι μηχανές επικοινωνούν μεταξύ τους, καθορίζουν και ρυθμίζουν τις διαδικασίες παραγωγής. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει έλλειψη πόρων σε οποιοδήποτε στάδιο της παραγωγής, η απαραίτητη σειρά πόρων δίνεται αυτόματα, οι δυσλειτουργίες που προκύπτουν εντοπίζονται και διορθώνονται αμέσως και επιτόπου και το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει με πλήρη δυναμικότητα χωρίς προβλήματα (Akpinar 2022).

Autonomous Robots - Αυτόνομα Ρομπότ

Πρόκειται για έξυπνες μηχανές που μπορούν να εκτελούν εργασίες και να λειτουργούν σε ένα περιβάλλον ανεξάρτητα και χωρίς ανθρώπινο έλεγχο ή παρέμβαση. (www.locusrobotics.com)

Με την ευελιξία του περιβάλλοντος παραγωγής, τα έξυπνα ρομπότ θα είναι σε θέση να αυξήσουν την παραγωγικότητα των εταιρειών αλληλεπιδρώντας με υλικά και άλλα εξαρτήματα παραγωγής. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν είναι δυνατόν να πούμε ότι τα ρομπότ θα αντικαταστήσουν πλήρως τους ανθρώπους. Ωστόσο, θα απαιτήσουν η τριτοβάθμια εκπαίδευση και οι ειδικές δεξιότητες να συμπεριλαμβάνονται στα χαρακτηριστικά εργασίας των μελλοντικών εργαζομένων στο εργοστάσιο. Αυτό το σύστημα δίνει, επίσης, τη δυνατότητα σε ανθρώπους και ρομπότ να εργάζονται συνδεδεμένοι με το σύστημα κατά τη διάρκεια ενός κύκλου εργασίας 24 ωρών. Σε περίπτωση οποιασδήποτε διακοπής της παραγωγής, ο διευθυντής ή ο τεχνικός θα μπορεί να ελέγχει το πρόβλημα που προκαλούν τα εργαλεία κινητής επικοινωνίας με το ενημερωτικό μήνυμα που

λαμβάνουν αυτόματα. Τα συστήματα καταγραφής με κάμερες πάντα σε λειτουργία, θα προσφέρουν λύσεις σε περιοχές όπου αντιμετωπίζεται το εκάστοτε πρόβλημα. Θα μπορούν να ειδοποιούν το εξουσιοδοτημένο άτομο με αυτόματο μήνυμα που να μεταδίδει την εικόνα (Akpınar 2022).

Cloud Computing System – Σύστημα υπολογιστικού νέφους

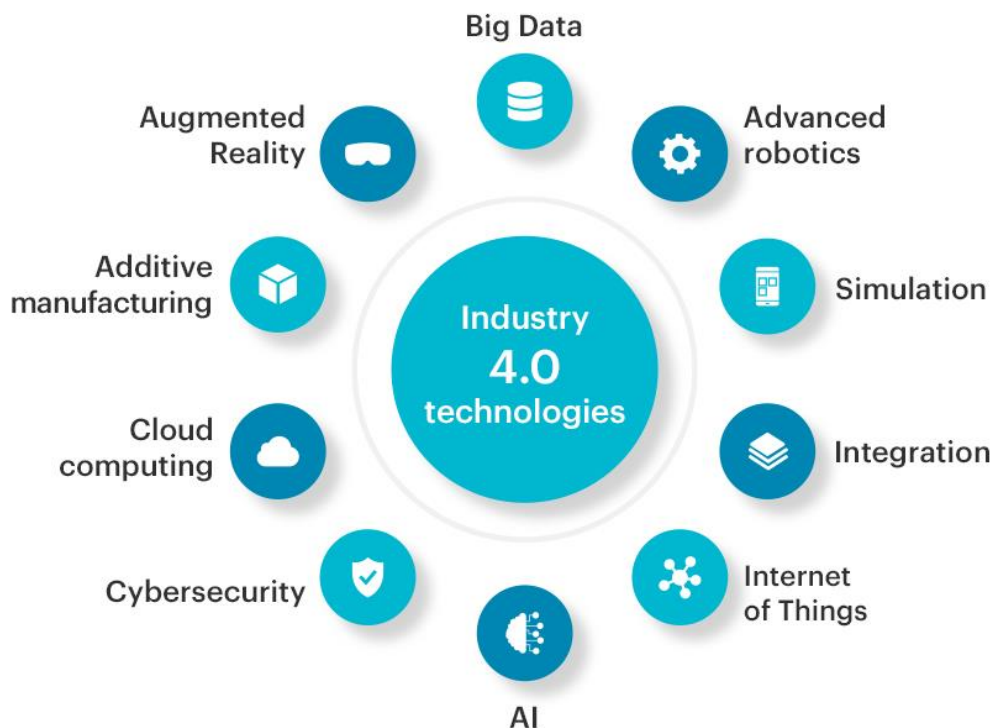
Το σύστημα υπολογιστικού νέφους ονομάζεται επίσης διαδικτυακή διανομή πληροφοριών με τη λειτουργική του έννοια. Είναι η γενική ονομασία που δίνεται σε υπηρεσίες που παρέχουν κοινή ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ συσκευών πληροφοριών. Αυτό το σύστημα περιλαμβάνει επίσης τη χρήση υπολογιστών και άλλων συσκευών μέσω ενός δικτύου πληροφοριών παρόμοιου με τους διανομείς ηλεκτρικής ενέργειας παρέχοντας λογισμικό και ανταλλαγή πληροφοριών. Στο μέλλον, προβλέπεται ότι θα χρησιμοποιούνται διαδικτυακά σύννεφα αντί για σκληρούς δίσκους υπολογιστών (Akpınar 2022).

System Integration - Ενοποίηση συστήματος

Η ενοποίηση συστήματος ορίζεται στη μηχανική ως η διαδικασία συγκέντρωσης των υποσυστημάτων εξαρτημάτων σε ένα σύστημα και ο συντονισμός τους ώστε να λειτουργήσουν ενιαία. Είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού συστημάτων με τη χρήση τεχνικών όπως εταιρικές εφαρμογές, δίκτυα δικτύου και διαχείριση διαδικασιών συναλλαγών ή λογισμικό. Με την ενοποίηση των υποσυστημάτων, η λειτουργικότητα του συστήματος μπορεί να αμφισβητηθεί. Τα σχέδια συστημάτων παγκόσμιας κλάσης αναπτύσσονται με ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα και οι παραγωγές είναι έτοιμες να συντονιστούν με άλλα συστήματα (Akpınar 2022).

Additive Manufacturing - Κατασκευή πρόσθετων

Η κατασκευή πρόσθετων η οποία είναι επίσης γνωστή και ως τεχνολογία τρισδιάστατης εκτύπωσης είναι ένα σύστημα με το οποίο εναποτίθενται λεπτές στρώσεις υλικών η μία πάνω στην άλλη για τη δημιουργία τρισδιάστατων αντικειμένων. Η πρώτη εφαρμογή της τεχνολογίας 3D εκτύπωσης εμφανίστηκε το 1984. Ωστόσο, υπήρξε μικρό ενδιαφέρον για αυτή τη μέθοδο εκτός της περιοχής ταχείας δημιουργίας πρωτοτύπων τα τελευταία 20 χρόνια. Με ένα έργο που ξεκίνησε το 2006, επανήλθε στο προσκήνιο και δόθηκε για να προσεγγίσει ένα ευρύτερο κοινό. Πολλοί μελλοντικοί επιστήμονες πιστεύουν ότι η τρισδιάστατη εκτύπωση θα ξεκινήσει μια νέα εποχή για την ανθρωπότητα και θα οδηγήσει σε νέα βήματα στην καινοτομία (Akpınar 2022).



2.4 Quality 4.0

Η ανάγκη για διασύνδεση μεταξύ τεχνολογίας και ποιότητας γίνεται ξεκάθαρη καθώς αναγνωρίζουμε την ποιότητα ως μία ισχυρή βάση για πρωτοβουλίες μετασχηματισμού. Η Διοίκηση Ποιότητας έχει αποδειχθεί επιτυχημένη στον σχεδιασμό, την ανάπτυξη, τον έλεγχο και τη βελτίωση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας οργανισμών σε καιρούς κοινωνικών αλλαγών.

Η Ποιότητα 4.0 είναι μία ιδέα που αποκτά συνεχώς αυξανόμενη αναγνώριση χάρη στην εντατικοποίηση του ανταγωνισμού, τις διαρκώς μεταβαλλόμενες απαιτήσεις των πελατών και την τεχνολογική εξέλιξη (Liu et al., 2021). Σηματοδοτεί τη μετάβαση από τη συμβατική ποιότητα και είναι το κλειδί για την αναγνώριση και την αντιμετώπιση των προκλήσεων που αφορούν τα συστήματα παραγωγής όπου κάθε δράση παρακολουθείται, καταγράφεται και αξιολογείται real-time (Dias et al., 2021).

Η Ποιότητα 4.0 ευθυγραμμίζει τις πρακτικές διαχείρισης ποιότητας με τις τεχνολογίες της Βιομηχανίας 4.0 και στοχεύει στην ενίσχυση της ποιότητας μέσω αλγορίθμων και ευφυών λύσεων, που προκύπτουν από τις αναδυόμενες τεχνολογίες 4.0, εστιάζοντας ταυτόχρονα στη χρήση

ψηφιακών εργαλείων για τη βελτίωση της ικανότητας του οργανισμού να παρέχει προϊόντα υψηλής ποιότητας και μεγάλης αξιοπιστίας σε πελάτες και καταναλωτές (Liu et al., 2021). Με τη χρήση των βελτιωμένων αυτών τεχνολογικών μέσων ικανοποιούνται ολοένα και περισσότερο οι τρεις πλευρές της ποιότητας: η ποιότητα του σχεδιασμού, η ποιότητα της συμμόρφωσης και η ποιότητα της απόδοσης (Antony et al., 2021).

Όπως η βιομηχανία και η τεχνολογία, έτσι και η διαχείριση ποιότητας έχει αλλάξει σημαντικά με την πάροδο του χρόνου. Είναι σημαντικό να παρατηρήσουμε ότι η εμφάνιση μιας νέας φάσης δεν συνεπάγεται το κλείσιμο της προηγούμενης. Σύμφωνα με την υπάρχουσα βιβλιογραφία, η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας διαφέρει από άλλες φάσεις καθώς εμπλέκει τους ανθρώπους ως ουσιαστικό μέρος της αναζήτησης της επιχειρηματικής αριστείας, μέσω του συγχρονισμού μεταξύ των συνεργατών (de Souza, 2021).

Στο πλαίσιο του Quality 4.0, πολλοί τομείς έχουν υποστεί αλλαγές στον τρόπο διεξαγωγής των επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, οι οποίες προκαλούνται από την αυξανόμενη χρήση του συνδυασμού της τεχνητής νοημοσύνης με την ανθρώπινη νοημοσύνη. Αναδύθηκαν νέες έννοιες, οι οποίες καταδεικνύουν διαφορετικούς παράγοντες εμπλοκής μεταξύ ανθρώπων και διαφορετικών τεχνολογιών. Όλες αυτές οι έννοιες παραπέμπουν σε μια κοινή ανάγκη: να ενωθεί το πλήρες δυναμικό των τεχνολογιών 4.0 με την ανθρώπινη γνώση. Επιπρόσθετα, με την εισαγωγή διαφόρων τεχνολογιών στο βιομηχανικό πλαίσιο, οι οποίες τροποποιούν τον τρόπο με τον οποίο διεξάγεται η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας, αναδύονται επίσης νέες δεξιότητες, απαραίτητες ώστε οι επαγγελματίες της ποιότητας να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν αυτές τις προσαρμογές (de Souza, 2021).

Εμφανίζονται έννοιες όπως η Διοίκηση Ολικής Ποιότητας 4.0, η οποία επιδιώκει να ευθυγραμμίσει τις δεξιότητες των επαγγελματιών ποιότητας με τις αλλαγές που προτείνονται από την Βιομηχανία 4.0 και την Ποιότητα 4.0, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη χρήση τεχνολογιών στα συστήματα διαχείρισης ποιότητας, που είναι σήμερα διαθέσιμα. Συνεπώς, έννοιες όπως αυτές, επιδιώκουν να υιοθετήσουν αυτό το σενάριο υποστηρίζοντας και βελτιώνοντας τις παραδοσιακές μεθόδους ποιότητας, βοηθούμενες από την τεχνολογία.

Η εμφάνιση των εννοιών Διοίκηση Ολικής Ποιότητας 4.0 και Ποιότητα 4.0 φέρνει μαζί της αλλαγές που σχετίζονται με την ποιότητα και τη Βιομηχανία, οι οποίες συμβαίνουν σε μικρότερες χρονικές

περιόδους ταυτόχρονα, αποδεικνύοντας περαιτέρω την ανάγκη για προσαρμογές μπροστά σε αυτό το δυναμικό σενάριο.

Μπορεί να ειπωθεί ότι μία από τις σημαντικότερες αλλαγές των τελευταίων ετών εντός της Βιομηχανίας, προκλήθηκε από τις τεχνολογίες που προστίθενται σε αυτό το σενάριο. Ως εκ τούτου, ο τρόπος διαχείρισης της ποιότητας εντός της Βιομηχανίας πρέπει, επίσης, να προσαρμοστεί και να ακολουθήσει αυτές τις αλλαγές, δηλαδή να κάνει έξυπνη χρήση όλων αυτών των διαθέσιμων τεχνολογιών για τη βελτιστοποίηση του τρόπου παρακολούθησης της ποιότητας από τους ανθρώπους που ανήκουν στον οργανισμό. Αυτές οι προσαρμογές είναι απαραίτητες για τη διατήρηση της στρατηγικής Διοίκησης Ολικής Ποιότητας στην Ποιότητα 4.0. Ορισμένες διαστάσεις χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής σε σύγκριση με τα τρέχοντα μοντέλα ποιότητας, και συγκεκριμένα τα ακόλουθα:

- Mindful: Ευθυγράμμιση μεταξύ της κοινωνικής πλευράς, η οποία περιλαμβάνει τη συμμετοχή των ανθρώπων στη διαδικασία και της τεχνικής πλευράς, η οποία περιλαμβάνει όλες τις τεχνολογίες που είναι διαθέσιμες στη Διοίκηση 4.0.
- Διαχείριση πνευματικού κεφαλαίου: Ιδιαίτερη προσοχή στις γνώσεις και τις δεξιότητες των εργαζομένων, καθώς αυτοί είναι οι παράγοντες που συνιστούν το ανθρώπινο και κοινωνικό κεφάλαιο ενός οργανισμού.
- Λιτές οργανωτικές δομές: Συνδυασμός της Τεχνητής Νοημοσύνης με την παρακολούθηση των διαδικασιών ποιότητας στη βιομηχανία, με στόχο τη μεγαλύτερη ευελιξία.
- Διαχείριση δικτυωμένων επιχειρήσεων σε επιχειρηματικά οικοσυστήματα: Προσαρμογή στη διαδικασία απόκτησης ενός προϊόντος που πραγματοποιείται από διαφορετικούς οργανισμούς.
- Πραγματοποίηση προβλέψεων ποιότητας από μεγάλα δεδομένα: Διαχείριση Ποιότητας για την πραγματοποίηση γρήγορων και πολύ ακριβών προβλέψεων (de Souza, 2021).

Το ευρύ φάσμα των τεχνολογιών που καλύπτονται από τη Βιομηχανία 4.0 επέτρεψε την πρόοδο της αλυσίδας αξίας, μειώνοντας τους συνολικούς χρόνους παραγωγής και βελτιώνοντας την ποιότητα όλων των σταδίων της παραγωγικής διαδικασίας καθώς και του τελικού προϊόντος και, ως εκ τούτου, την οργανωτική απόδοση. Σε αυτό το πλαίσιο, η Ποιότητα 4.0 προήλθε από τη Βιομηχανία 4.0 και αναφέρεται στην ψηφιοποίηση της ποιότητας. Ασχολείται με την ευθυγράμμιση των

πρακτικών της διαχείρισης ποιότητας με τις αναδυόμενες δυνατότητες της Τεχνολογίας 4.0, ώστε να βοηθήσει τις επιχειρήσεις να οδηγηθούν προς την επίτευξη της αριστείας (Saihi et al., 2021).

Η Ποιότητα 4.0 αναπτύχθηκε σε συνδυασμό με την 4^η βιομηχανική επανάσταση και ενισχύει την τεχνολογία της μηχανικής με μια συστημική προσέγγιση της ΔΟΠ. Αν και η προσέγγιση Ποιότητα 4.0 αναδύεται στη διαχείριση της ποιότητας, λίγοι οργανισμοί έχουν αναπτύξει τις κατάλληλες επιχειρησιακές φιλοσοφίες ή έχουν αναγνωρίσει τη σημασία τους στην επιχειρηματική αριστεία. Ωστόσο, δεν είναι πολύ αργά για να ξεκινήσει αυτή η πορεία των επιχειρήσεων και στη χώρα μας (Maganga et al.).

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η εργασία αυτή έχει ως αντικείμενο τη διερεύνηση της διάδοσης και εφαρμογής του Quality 4.0 σε ελληνικές επιχειρήσεις. Βασικός στόχος είναι η απόκτηση μιας εικόνας του κατά πόσο οι ελληνικές επιχειρήσεις γνωρίζουν το Quality 4.0 και είναι έτοιμες να το δεχτούν και να το εφαρμόσουν. Εξετάζεται η ύπαρξη και διαθεσιμότητα τόσο γνώσης και τεχνολογίας όσο και διάθεσης και κουλτούρας από πλευράς εργαζομένων αλλά και διοίκησης.

Για τον σκοπό αυτό δημιουργήθηκε ένα κατάλληλα δομημένο ερωτηματολόγιο, με ερωτήσεις διαμορφωμένες με τρόπο ώστε να είναι αποτελεσματικότερη η συλλογή των δεδομένων και να ληφθούν αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι συμμετέχοντες στην έρευνα είναι εργαζόμενοι των επιχειρήσεων και στελέχη της διοίκησης. Με την επεξεργασία των απαντήσεων αυτών επιδιώξη ήταν η άντληση συμπερασμάτων που να καλύπτουν τους καθορισμένους στόχους.

Οι ερευνητικοί στόχοι της εργασίας είναι:

- A) η διερεύνηση της άποψης των υπεύθυνων των επιχειρήσεων σχετικά με την ποιότητα 4.0
- B) η επίδραση του μεγέθους των επιχειρήσεων στο επίπεδο της αντίληψης των εξεταζόμενων μεταβλητών
- Γ) επίδραση δημογραφικών στοιχείων των υπευθύνων των επιχειρήσεων στο επίπεδο της αντίληψης των εξεταζόμενων μεταβλητών

Δ) προσδιορισμός προτεραιοτήτων δράσεων για τη βελτίωση της αντίληψης σχετικά με τις εξεταζόμενες μεταβλητές της έρευνας

Το ερωτηματολόγιο που χρησιμοποιήθηκε για τη συλλογή δεδομένων στην παρούσα εργασία αναπτύχθηκε σε συνεργασία με τον καθηγητή κο Μπεσέρη Γεώργιο, με βάση τη μελέτη “Total quality management 4.0: adapting quality management to Industry 4.0”, Fabiane Florencio de Souza, et al. και τη μελέτη “The readiness of manufacturing industries to transit to Quality 4.0”, Deusdedith Pastory_Maganga, et al. Έγινε χρήση κλίμακας Likert 7 βαθμών, με την τιμή 1 να αντιστοιχεί στην απάντηση «Χείριστη», την τιμή 2 στην απάντηση «Πολύ κακή», την τιμή 3 στην απάντηση «Κακή», την τιμή 4 στην απάντηση «Μέτρια», την τιμή 5 στην απάντηση «Καλή», την τιμή 6 στην απάντηση «Πολύ καλή» και την τιμή 7 στην απάντηση «Άριστη». Η κλίμακα Likert είναι κλίμακα συμφωνίας του ερωτώμενου με μία άποψη και δίνει τη δυνατότητα κατανομής των αντιλήψεων συμφωνίας ή διαφωνίας ισομερώς και τον προσδιορισμό της συχνότητας εμφάνισης της κάθε αντίληψης (Joshi, Kale, Chandel & Pal, 2015).

Η δημιουργία του ερωτηματολογίου έγινε με χρήση google forms και η διανομή του πραγματοποιήθηκε σε ηλεκτρονική μορφή, μέσω email στα αρμόδια Στελέχη των Επιχειρήσεων. Εστάλησαν συνολικά 145 ερωτηματολόγια και επέστρεψαν συμπληρωμένα 123.

Το διάστημα της συλλογής δεδομένων κάλυψε την περίοδο μεταξύ 20/2/2024 και 4/4/2024.

Ακολούθησε στατιστική ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων με χρήση κατάλληλου στατιστικού μοντέλου.

Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από μια σειρά ερωτήσεων που πρέπει να υποβληθούν σε ένα άτομο ώστε να αποκτηθούν στατιστικά χρήσιμες πληροφορίες για κάθε δεδομένη εργασία. Είναι ένα ζωτικής σημασίας όργανο εάν κατασκευαστεί προσεκτικά και με ξεκάθαρο σκοπό. Χρησιμοποιείται συχνά στην ποσοτική έρευνα οικονομικής και κοινωνιολογικής φύσης. Αποτελεί μια πολύτιμη μέθοδο συλλογής ευρέος φάσματος πληροφοριών από μεγάλο αριθμό ατόμων, τα οποία συχνά αναφέρονται ως ερωτηθέντες. Η καλή κατασκευή ερωτηματολογίων είναι σημαντική για την επιτυχία μιας έρευνας. Η ακατάλληλη ερώτηση, η εσφαλμένη σειρά ερωτήσεων, η εσφαλμένη κλιμάκωση και η κακή μορφική παρουσίαση μπορούν να κάνουν το ερωτηματολόγιο άνευ αξίας (Fowler, 2014) (Palaίου, 2020).

3.1 Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο απαρτίζεται από 20 ερωτήσεις.

Οι πρώτες 6 στοχεύουν στη συλλογή περιγραφικών στοιχείων του δείγματος και είναι οι ακόλουθες:

ΕΡΩΤΗΣΗ 1: Σε ποιόν τομέα ανήκει η επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;

Δημόσιος τομέας / Ιδιωτικός τομέας

ΕΡΩΤΗΣΗ 2: Ποιός είναι ο αριθμός των εργαζομένων της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;

<100 / 100-250 / 250-500 / >500

ΕΡΩΤΗΣΗ 3: Ποιά είναι η θέση εργασίας σας;

Υπάλληλος / Προϊστάμενος

ΕΡΩΤΗΣΗ 4: Ποιό είναι το επίπεδο εκπαίδευσής σας;

Δημοτικό/Μέση εκπαίδευση / ΤΕΙ/AEI / Μεταπτυχιακό/Διδακτορικό

ΕΡΩΤΗΣΗ 5: Πόσα χρόνια εργασιακής εμπειρίας διαθέτετε;

0-5 / 5-10 / 10-20 / >20

ΕΡΩΤΗΣΗ 6: Πόσα χρόνια εργασιακής εμπειρίας διαθέτετε στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση;

0-5 / 5-10 / 10-20 / >20

Οι ακόλουθες ερωτήσεις (7-20) αποτελούν το κυρίως μέρος του ερωτηματολογίου και είναι ερωτήσεις κλειστού τύπου με χρήση κλίμακας Likert (1-7 / Χείριστη-Άριστη):

ΕΡΩΤΗΣΗ 7: Πώς θα χαρακτηρίζατε την εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;

ΕΡΩΤΗΣΗ 8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

ΕΡΩΤΗΣΗ 9: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

ΕΡΩΤΗΣΗ 10: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σχετικά με την Ποιότητα 4.0;

ΕΡΩΤΗΣΗ 11: Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητά σας στη χρήση τεχνολογίας;

ΕΡΩΤΗΣΗ 12: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνεργασία μεταξύ του τμήματος ποιότητας και των λοιπών τμημάτων (ύπαρξη συστήματος ERP);

ΕΡΩΤΗΣΗ 13: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones);

ΕΡΩΤΗΣΗ 14: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports;

ΕΡΩΤΗΣΗ 15: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;

ΕΡΩΤΗΣΗ 16: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση;

ΕΡΩΤΗΣΗ 17: Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;

ΕΡΩΤΗΣΗ 18: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, τη χρήση Machine Learning και AI-based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;

ΕΡΩΤΗΣΗ 19: Πώς θα χαρακτηρίζατε την εμπλοκή και τη συμπόρευση της ηγεσίας με το όραμα της επιχείρησης και με την εφαρμογή του συστήματος ποιότητας;

ΕΡΩΤΗΣΗ 20: Πώς θα χαρακτηρίζατε την εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας;

3.2 Περιορισμοί ερωτηματολογίου

Οι περιορισμοί της έρευνας αφορούν τα ακόλουθα:

- το δείγμα των εταιρειών αφορά κυρίως σε εταιρείες μεγάλου μεγέθους, με μεγάλο αριθμό εργαζομένων και συνεπώς δεν αντλούνται επαρκή συμπεράσματα για εταιρείες με πιο περιορισμένο αριθμό υπαλλήλων
- το δείγμα των εταιρειών αφορά κυρίως σε εταιρείες που έχουν έδρα την Αττική, συνεπώς, δε λαμβάνουμε ξεκάθαρη εικόνα σχετικά με εταιρείες εκτός της περιφέρειάς της
- το δείγμα των εταιρειών αφορά κυρίως σε εταιρείες ιδιωτικού τομέα, επομένως τα αποτελέσματα που λαμβάνουμε δεν καλύπτουν επαρκώς τον δημόσιο τομέα

3.3 Μέσα συλλογής δεδομένων

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα συμπληρωμένα ερωτηματολόγια, υπέστησαν επεξεργασία και οδήγησαν σε συμπεράσματα που κάλυψαν τους προκαθορισμένους στόχους διεξαγωγής της έρευνας.

Κατά τη στατιστική ανάλυση των ερωτηματολογίων πραγματοποιήθηκε:

- περιγραφική ανάλυση με χρήση πινάκων και κατάλληλων διαγραμμάτων
- έλεγχος αξιοπιστίας ερωτηματολογίου
- έλεγχος συσχετίσεων των μεταβλητών με δημογραφικά στοιχεία
- κατάταξη κατά σειρά φθίνουσας κατάστασης σχετικά με το επίπεδο της αντίληψης των επιχειρήσεων των μεταβλητών E7-E20

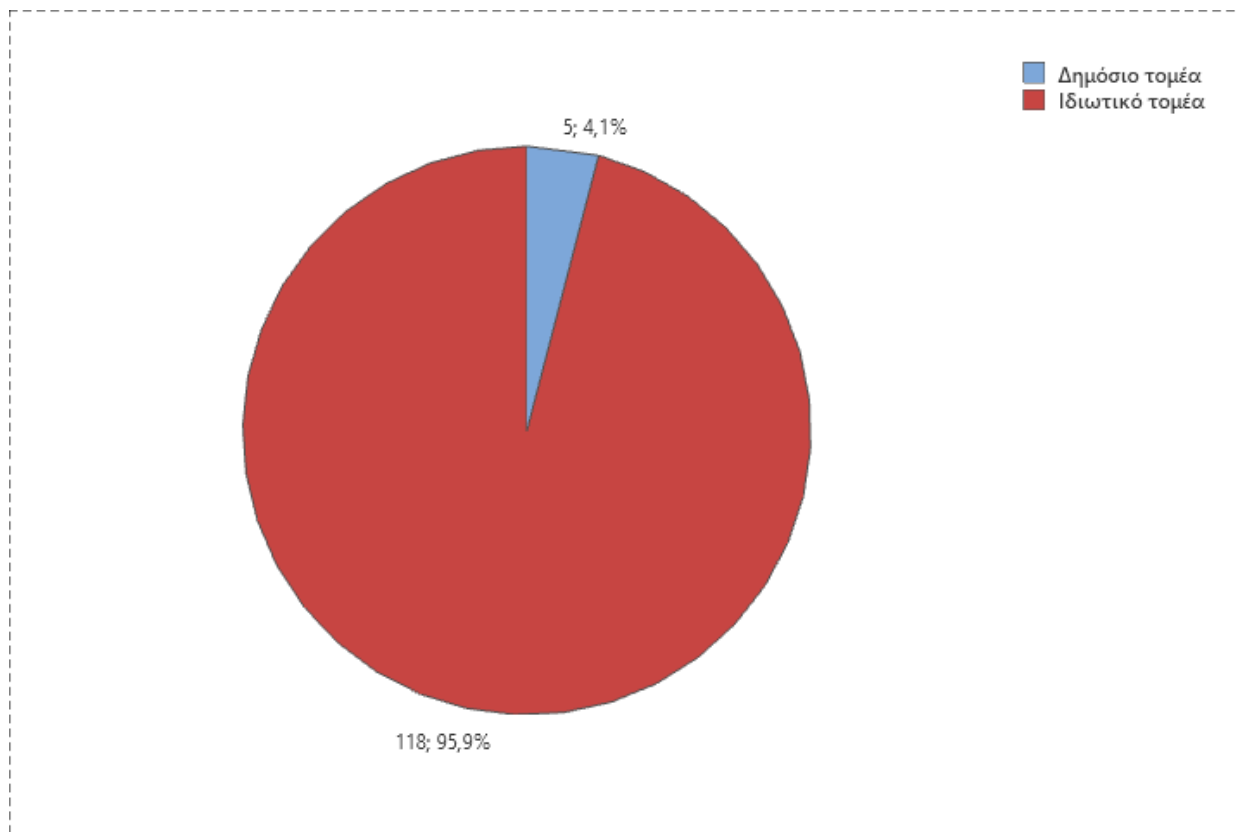
Για την ανάλυση των ερωτηματολογίων χρησιμοποιήθηκαν το στατιστικό πακέτο MINITAB 22 και το υπολογιστικό φύλλο excel.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Περιγραφική Ανάλυση Ερωτηματολογίων

4.1.1. Δημογραφικά στοιχεία έρευνας

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 123 εταιρείες, εκ των οποίων 118 (95,9%) εταιρείες Ιδιωτικού Τομέα και 5 (4,1%) εταιρείες του Δημοσίου Τομέα (Πίνακας 1, Εικόνα 1)



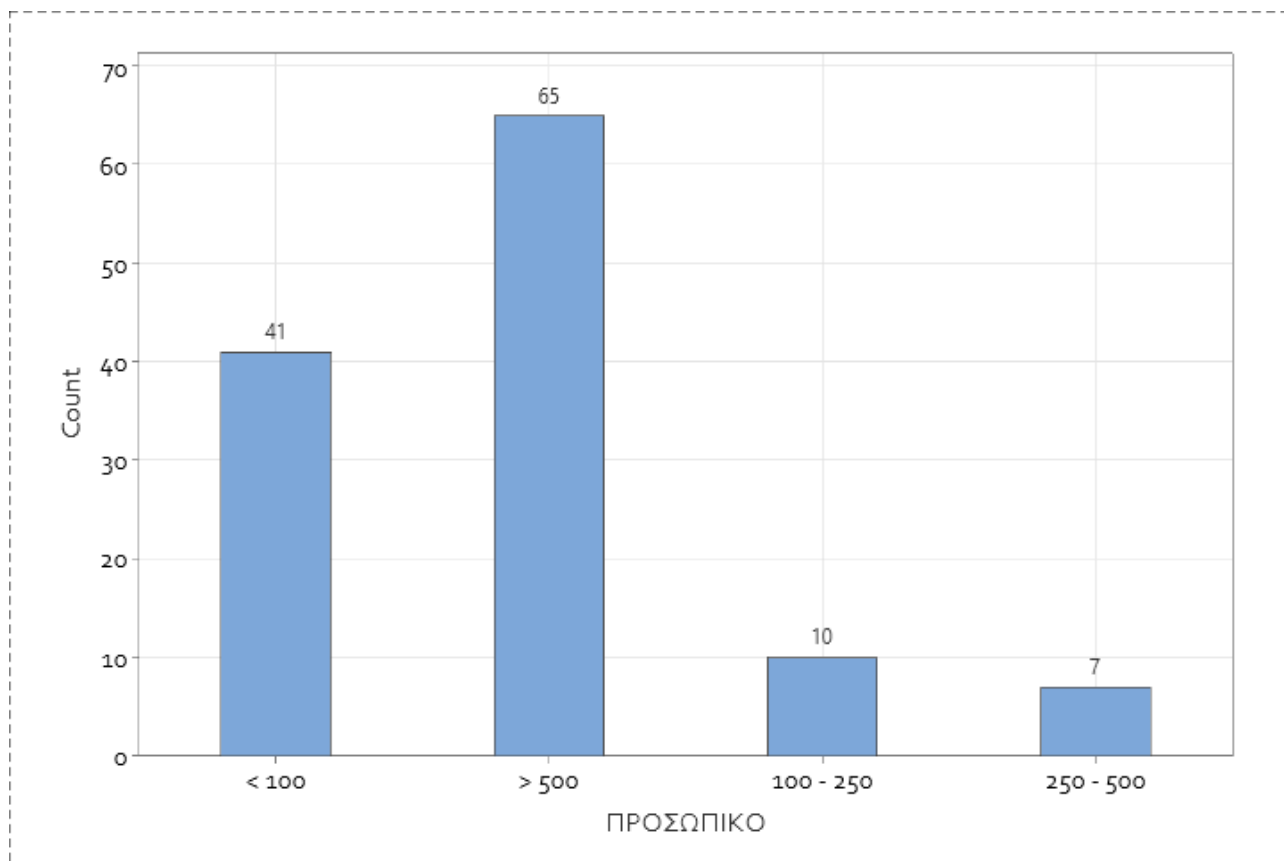
Εικόνα 1 - Κυκλικό διάγραμμα κατανομής των εταιρειών

Πίνακας 1 – Περιγραφικά στοιχεία δείγματος

ΤΟΜΕΑΣ	Συχνότητα	Ποσοστό (%)	Αθροιστική Συχνότητα	Αθροιστικό Ποσοστό
Δημόσιο τομέα	5	4,07	5	4,07
Ιδιωτικό τομέα	118	95,93	123	100
ΠΡΟΣΩΠΙΚΟ	Συχνότητα	Ποσοστό (%)	Αθροιστική Συχνότητα	Αθροιστικό Ποσοστό
< 100	41	33,33	41	33,33

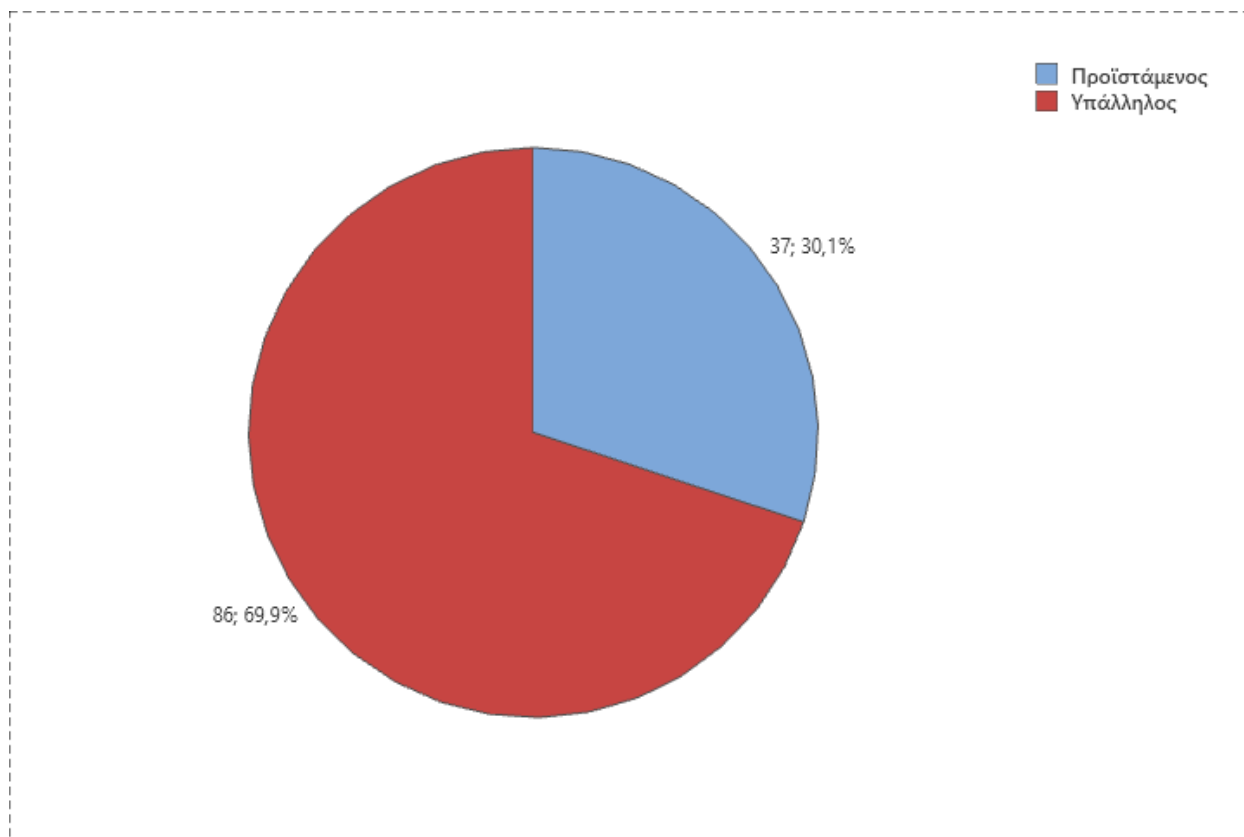
> 500	65	52,85	106	86,18
100 - 250	10	8,13	116	94,31
250 - 500	7	5,69	123	100
ΘΕΣΗ	Συχνότητα	Ποσοστό (%)	Αθροιστική Συχνότητα	Αθροιστικό Ποσοστό
Προϊστάμενος	37	30,08	37	30,08
Υπάλληλος	86	69,92	123	100
ΕΠΙΠΕΔΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ	Συχνότητα	Ποσοστό (%)	Αθροιστική Συχνότητα	Αθροιστικό Ποσοστό
Δημοτικό/Μέση εκπαίδευση	13	10,57	13	10,57
Μεταπτυχιακό/Διδακτορικό	39	31,71	52	42,28
ΤΕΙ/ΑΕΙ	71	57,72	123	100
ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ	Συχνότητα	Ποσοστό (%)	Αθροιστική Συχνότητα	Αθροιστικό Ποσοστό
> 20	28	22,76	28	22,76
0 _ 5	16	13,01	44	35,77
10_20	45	36,59	89	72,36
5_10	34	27,64	123	100
ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΘΕΣΗ	Συχνότητα	Ποσοστό (%)	Αθροιστική Συχνότητα	Αθροιστικό Ποσοστό
> 20	14	11,38	14	11,38
0 _ 5	49	39,84	63	51,22
10_20	26	21,14	89	72,36
5_10	34	27,64	123	100

Όσον αφορά το προσωπικό των επιχειρήσεων παρατηρούμε ότι 65 (52,85%) έχουν προσωπικό άνω των 500 εργαζομένων, 41 (33,33%) κάτω των 100 εργαζομένων, 10 (8,13%) μεταξύ 100 και 250 εργαζομένων, ενώ 7 (5,69%) μεταξύ 250 και 500 εργαζομένων (Πίνακας 1, Εικόνα 2).



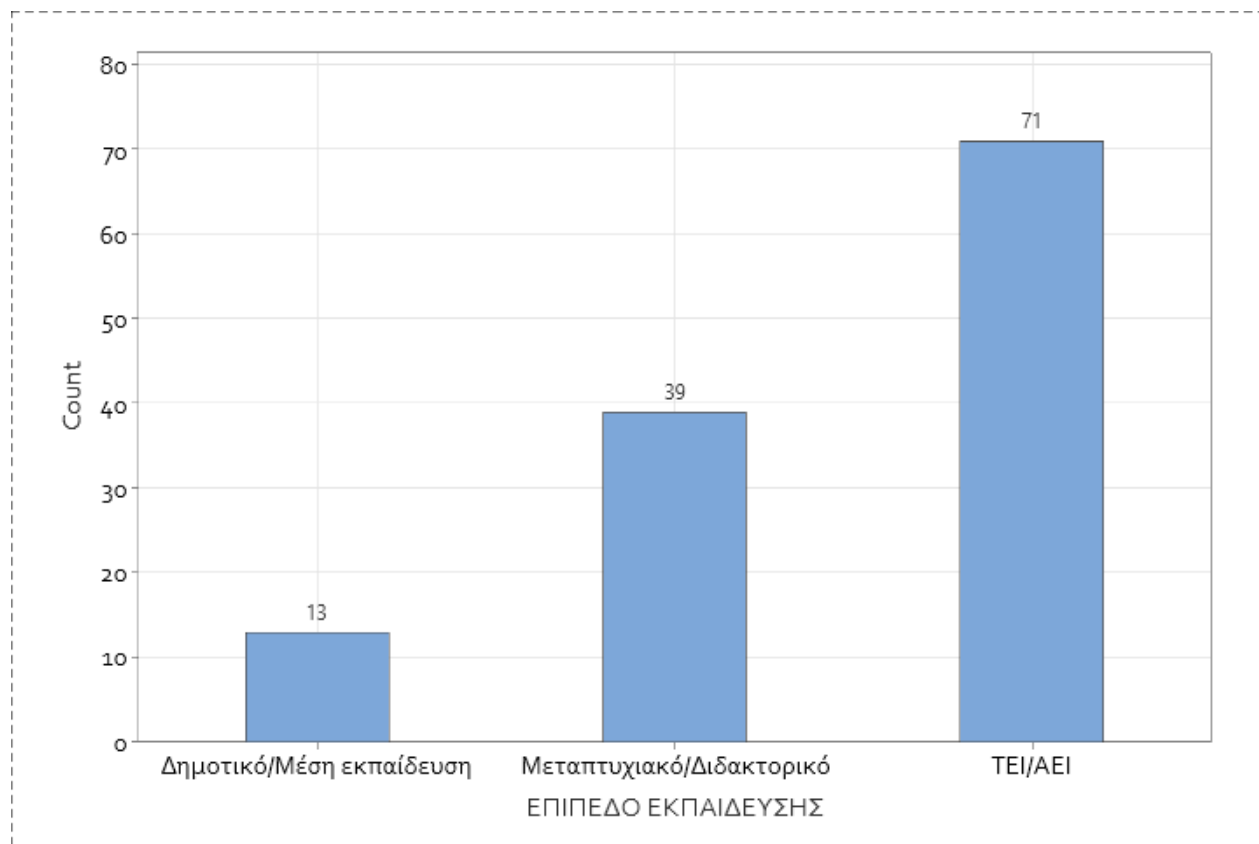
Εικόνα 2 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής προσωπικού στις εταιρείες της έρευνας

Όσον αφορά την θέση που κατέχει το άτομο που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο, προκύπτει ότι 86 (69,9%) είναι απλοί υπάλληλοι, ενώ 37 (30,1%) είναι προϊστάμενοι (Πίνακας 1, Εικόνα 3).



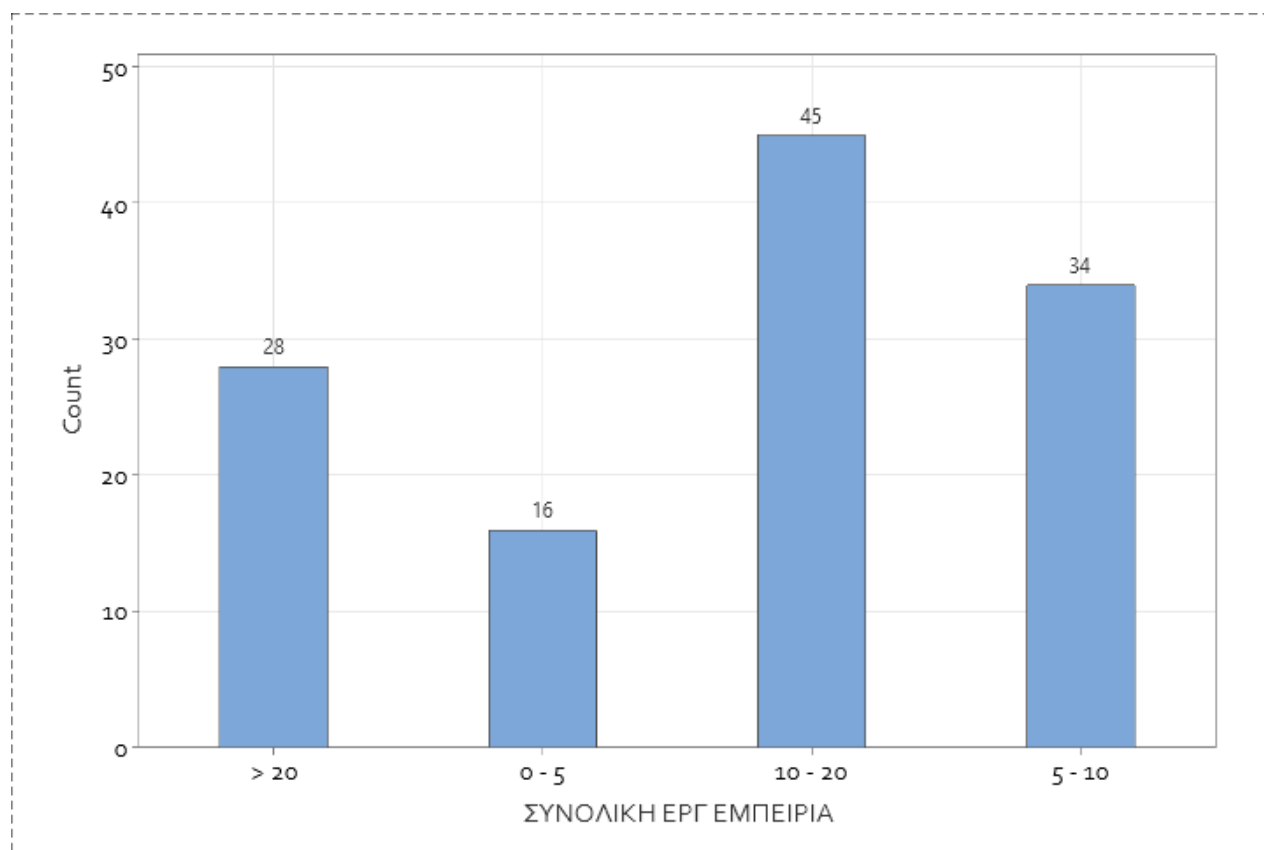
Εικόνα 3 – Κυκλικό διάγραμμα κατανομής θέσης στην εταιρεία των ατόμων που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο

Σχετικά με το επίπεδο των συμμετεχόντων στην έρευνα οι 71 (57,72%) είναι απόφοιτοι ΤΕΙ/ΑΕΙ, οι 39 (31,71%) είναι κάτοχοι μεταπτυχιακού ή διδακτορικού τίτλου και 13 (10,57%) είναι απόφοιτοι Δημοτικού ή Μέσης εκπαίδευσης (Πίνακας 1, Εικόνα 4).



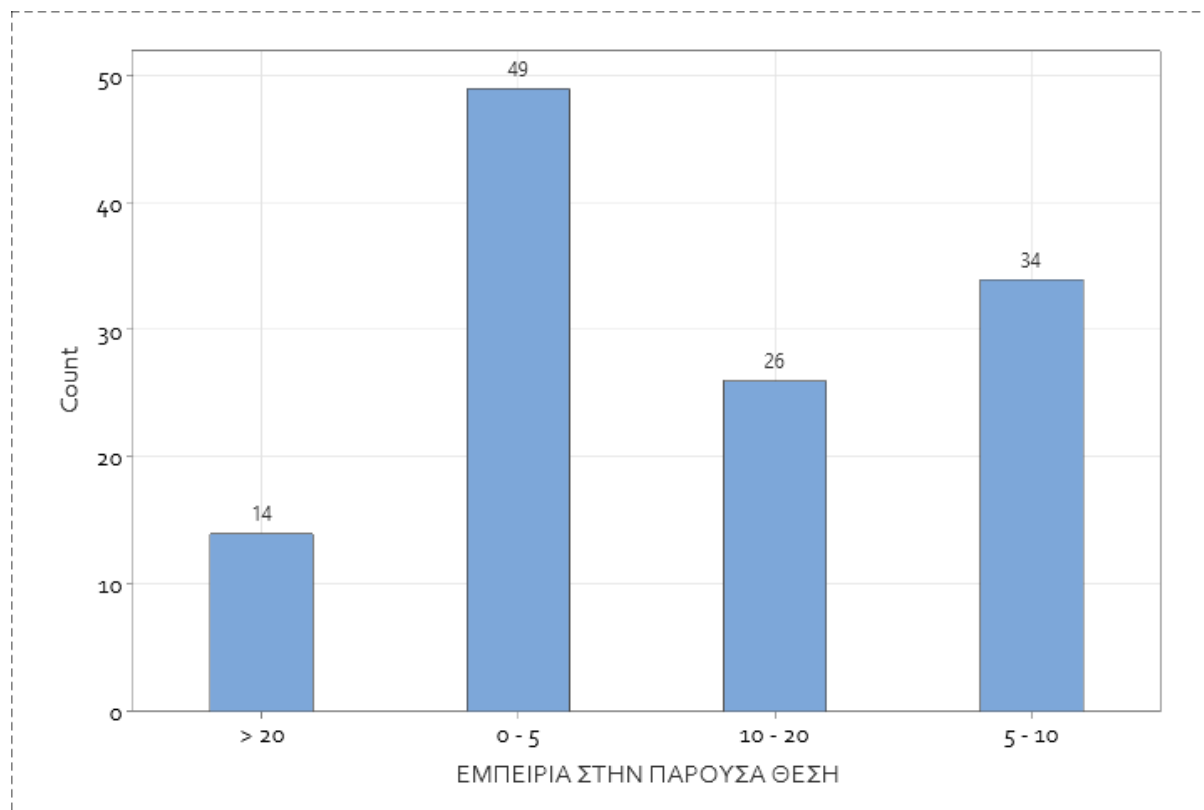
Εικόνα 4 — Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού που συμμετείχε στην έρευνα

Από τους συμμετέχοντες, οι 45 (36,59%) διαθέτουν συνολική εργασιακή εμπειρία 10-20 έτη, οι 34 (27,64%) διαθέτουν συνολική εργασιακή εμπειρία 5-10 έτη, οι 28 (22,76%) διαθέτουν συνολική εργασιακή εμπειρία >20 έτη, ενώ 16(13,01%) διαθέτουν συνολική εργασιακή εμπειρία 0-5 έτη (Πίνακας 1, Εικόνα 5)



Εικόνα 5 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής συνολικής εργασιακής εμπειρίας του προσωπικού που συμμετείχε στην έρευνα

Τέλος, σχετικά με την εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση, οι 49 (39,84%) διαθέτουν εμπειρία 0-5 έτη, οι 34 (27,64%) διαθέτουν εμπειρία 5-10 έτη, οι 26 (21,14%) διαθέτουν εμπειρία 10-20 έτη, ενώ 14(11,38%) διαθέτουν εμπειρία >20 έτη (Πίνακας 1, Εικόνα 6)



Εικόνα 6 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής εμπειρίας στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση του προσωπικού που συμμετείχε στην έρευνα

4.1.2. Ανάλυση ερωτηματολογίου κυρίου μέρους ερωτήσεων

Το κυρίως μέρος του ερωτηματολογίου αφορά τις ερωτήσεις E7-E20 που είναι ερωτήσεις κλειστού τύπου με χρήση κλίμακας Likert (1-7) με την ερμηνεία αυτής σε όλες τις ερωτήσεις να είναι ως ακολούθως:

Πίνακας 2 – Αντιστοίχιση κλίμακας Likert

1	2	3	4	5	6	7
Χείριστη	Πολύ κακή	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή	Άριστη

Με βάση την ανάλυση που πραγματοποιήθηκε, το αποτέλεσμα των συγκεντρωμένων ερωτηματολογίων (123) είναι το ακόλουθο:

Πίνακας 3 – Κατανομή συχνοτήτων των απαντήσεων στο κύριο μέρος του ερωτηματολογίου

Κωδικός ερώτησης	Περιγραφή ερώτησης		Χείριστη	Πολύ κακή	Κακή	Μέτρια	Καλή	Πολύ καλή	Άριστη
			1	2	3	4	5	6	7
E7	Πώς θα χαρακτηρίζατε την εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;	Συχνότητα	2	2	5	24	38	42	10
		Ποσοστό (%)	1,63	1,63	4,07	19,51	30,89	34,15	8,13
E8		Συχνότητα	4	5	19	30	26	34	5

	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;	Ποσοστό (%)	3,25	4,07	15,45	24,39	21,14	27,64	4,07
E9	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;	Συχνότητα	3	2	8	30	39	34	7
		Ποσοστό (%)	2,44	1,63	6,5	24,39	31,71	27,64	5,69
E10	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σχετικά με το Quality 4.0;	Συχνότητα	18	10	33	25	18	16	3
		Ποσοστό (%)	14,63	8,13	26,83	20,33	14,63	13,01	2,44
E11	Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητά σας στη χρήση τεχνολογίας;	Συχνότητα	0	0	0	2	34	68	19
		Ποσοστό (%)	0	0	0	1,63	27,64	55,28	15,45
E12		Συχνότητα	4	5	8	30	39	30	7

	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνεργασία μεταξύ του τμήματος ποιότητας και των λοιπών τμημάτων;	Ποσοστό (%)	3,25	4,07	6,5	24,39	31,71	24,39	5,69
E13	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones);	Συχνότητα	1	1	5	18	38	46	14
		Ποσοστό (%)	0,81	0,81	4,07	14,63	30,89	37,4	11,38
E14	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports;	Συχνότητα	5	2	13	31	34	28	10
		Ποσοστό (%)	4,07	1,63	10,57	25,2	27,64	22,76	8,13
E15		Συχνότητα	4	3	6	33	46	26	5

	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;	Ποσοστό (%)	3,25	2,44	4,88	26,83	37,4	21,14	4,07
E16	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση;	Συχνότητα	4	2	11	30	45	27	4
		Ποσοστό (%)	3,25	1,63	8,94	24,39	36,59	21,95	3,25
E17	Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων	Συχνότητα	2	2	6	27	48	34	4

	δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;	Ποσοστό (%)	1,63	1,63	4,88	21,95	39,02	27,64	3,25
E18	Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, τη χρήση Machine Learning και AI-based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;	Συχνότητα	6	5	15	35	33	24	5
		Ποσοστό (%)	4,88	4,07	12,2	28,46	26,83	19,51	4,07
E19	Πώς θα χαρακτηρίζατε την εμπλοκή και τη συμπίεση της ηγεσίας με το όραμα της επιχείρησης και με την εφαρμογή του	Συχνότητα	3	2	5	23	43	35	12
		Ποσοστό (%)	2,44	1,63	4,07	18,7	34,96	28,46	9,76

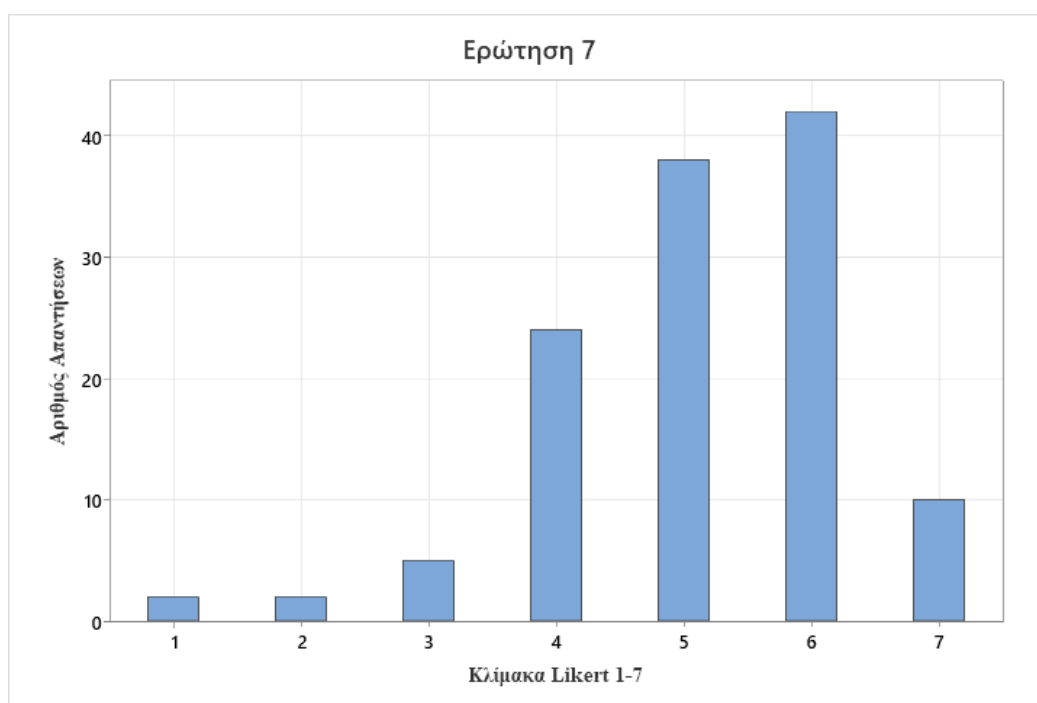
	συστήματος ποιότητας;								
	Πώς θα χαρακτηρίζατε την εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας;	Συχνότητα	1	2	8	26	30	37	19
E20		Ποσοστό (%)	0,81	1,63	6,5	21,14	24,39	30,08	15,45

Από τον Πίνακα 3 παρατηρούμε ότι:

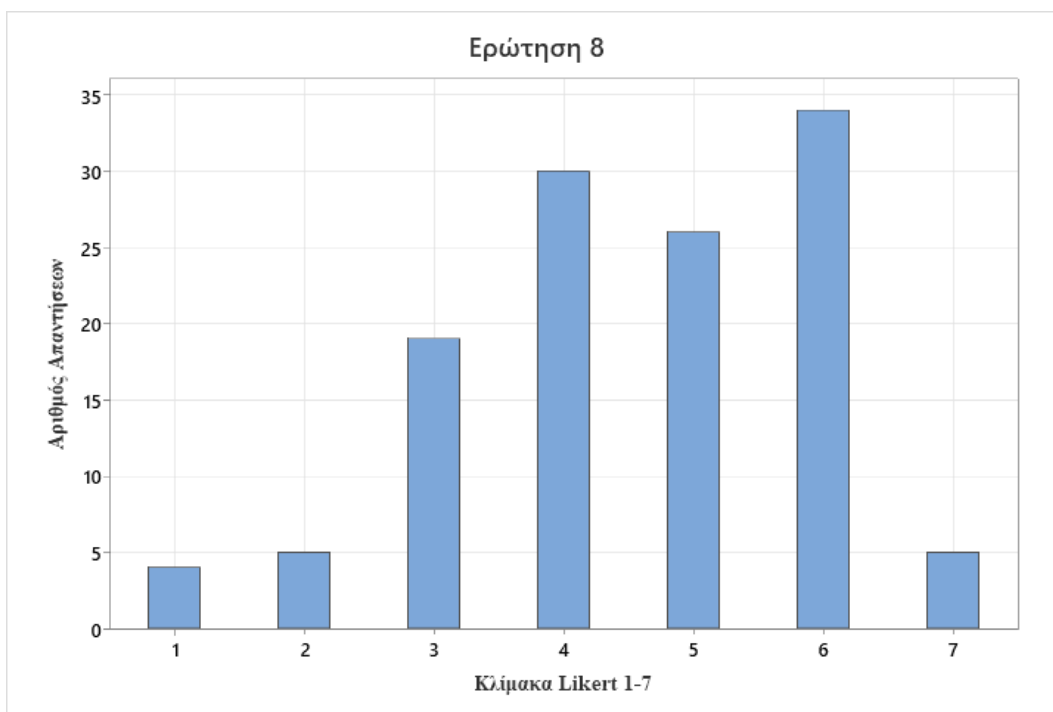
- Το 73,17% των συμμετεχόντων στην έρευνα θεωρεί ότι η εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση που εργάζεται είναι από καλή έως άριστη.
- Το 52,85% θεωρεί ότι η συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας είναι επίσης από καλή έως άριστη.
- Το 65,04% θεωρεί ότι η γνώση σε θέματα διασφάλισης ποιότητας είναι από καλή έως άριστη.
- Το 65,04% θεωρεί ότι η γνώση σε θέματα διασφάλισης ποιότητας είναι από καλή έως άριστη.
- Το 66,92% θεωρεί ότι η γνώση σε θέματα Ποιότητας 4.0 είναι από χειρίστη έως μέτρια και επομένως αποτελεί ένα σημαντικό εύρημα για την μελέτη αυτή, όπου θα πρέπει οι εταιρείες να μεριμνήσουν για τη βελτίωση της.
- Το 98,37% θεωρεί την ικανότητα στη χρήση της τεχνολογίας από καλή έως άριστη.
- Το 61,79 % θεωρεί ότι η συνεργασία μεταξύ του τμήματος ποιότητας και των λοιπών τμημάτων (ύπαρξη συστήματος ERP) είναι καλή έως άριστη.
- Το 79,67% θεωρεί ότι η συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones) είναι από καλή έως άριστη.
- Το 58,53% θεωρεί ότι η συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports είναι από καλή έως άριστη.

- Το 62,61% θεωρεί ότι η διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων είναι από καλή έως άριστη.
- Το 61,79% θεωρεί ότι η Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση είναι από καλή έως άριστη.
- Το 69,91% θεωρεί ότι η ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζονται είναι από καλή έως άριστη.
- Το 50,41% θεωρεί ότι η διαθεσιμότητα cloud-based data analytics, και η χρήση machine learning και AI based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζονται είναι από καλή έως άριστη.
- Το 73,18% θεωρεί ότι η εμπλοκή και η συμπόρευση της ηγεσίας με το όραμα της επιχείρησης και την εφαρμογή του συστήματος ποιότητας είναι από καλή έως άριστη.
- Το 69,92% θεωρεί ότι η εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας στην επιχείρηση είναι από καλή έως άριστη.

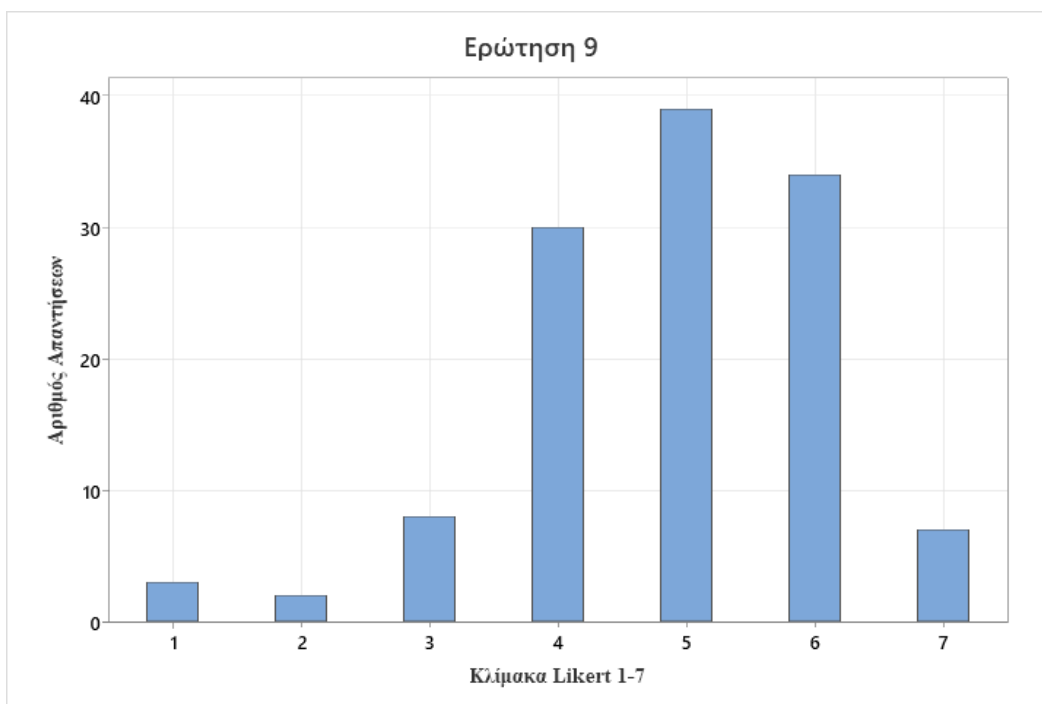
Ακολουθούν ραβδογράμματα κατανομής συχνοτήτων των απαντήσεων που δόθηκαν στις ερωτήσεις του κυρίου μέρους του ερωτηματολογίου:



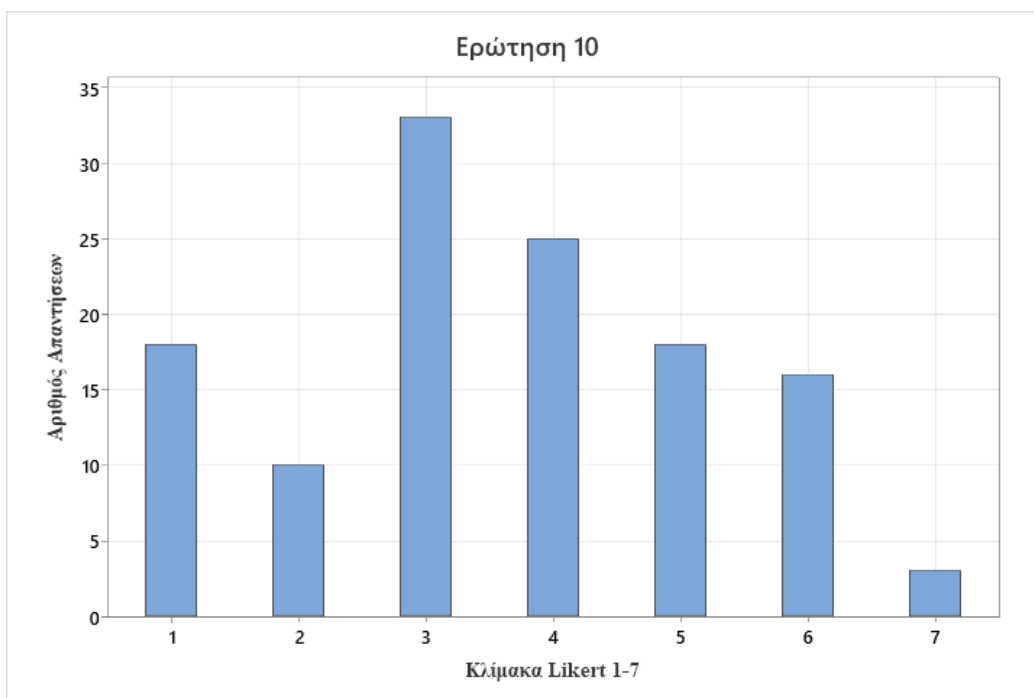
Εικόνα 7 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;»



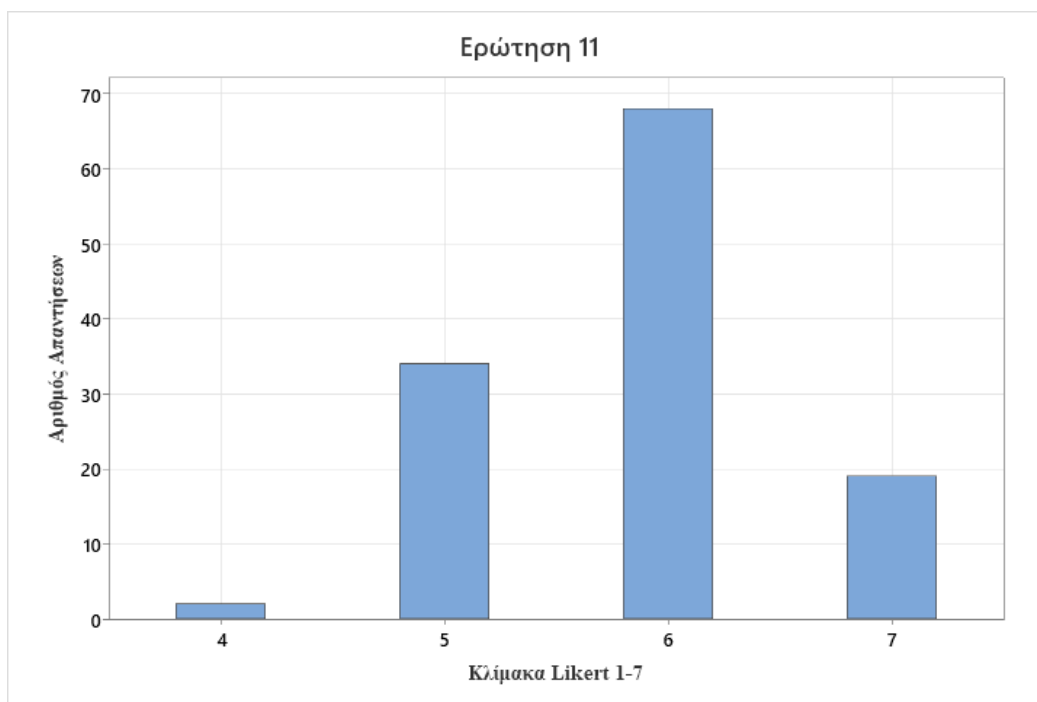
Εικόνα 8– Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;»



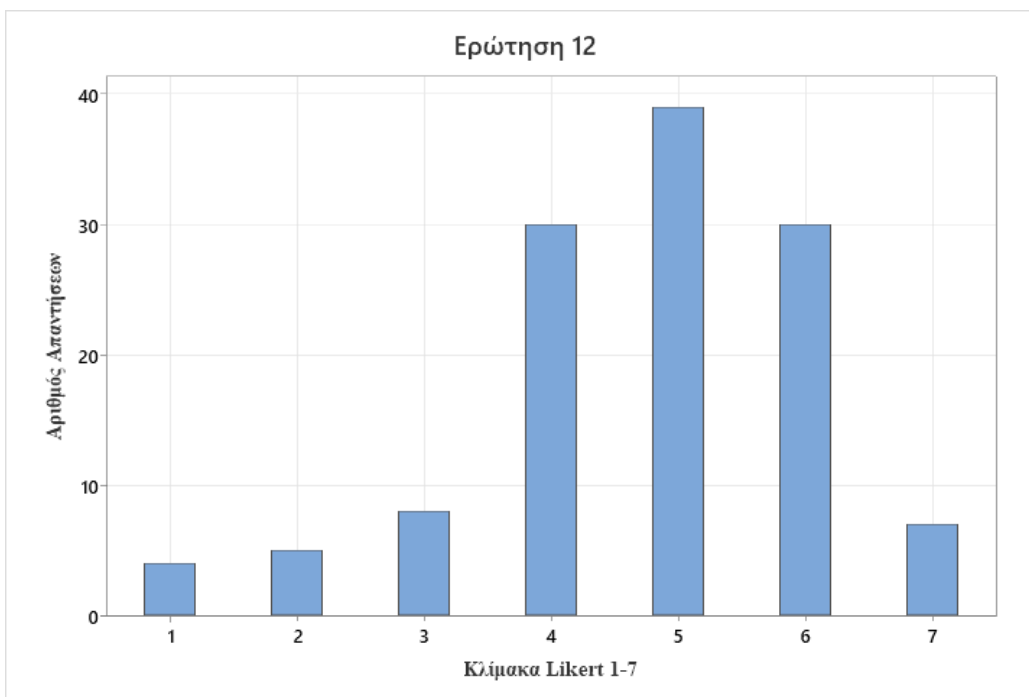
Εικόνα 9 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;»



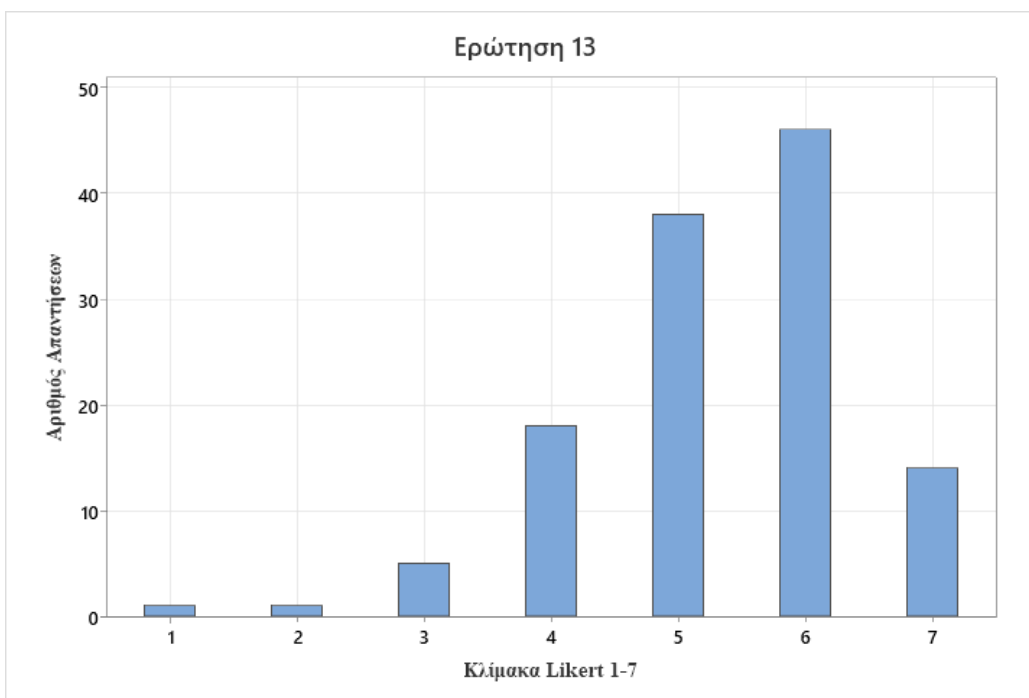
Εικόνα 10 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σχετικά με την Ποιότητα 4.0;»



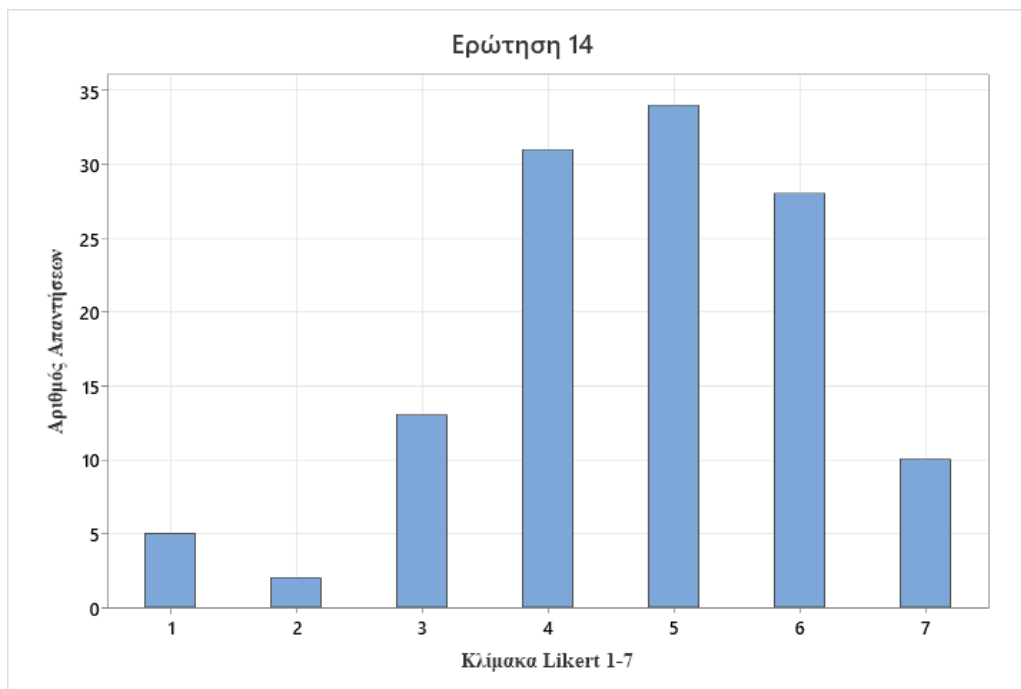
Εικόνα 11 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητά σας στη χρήση τεχνολογίας;»



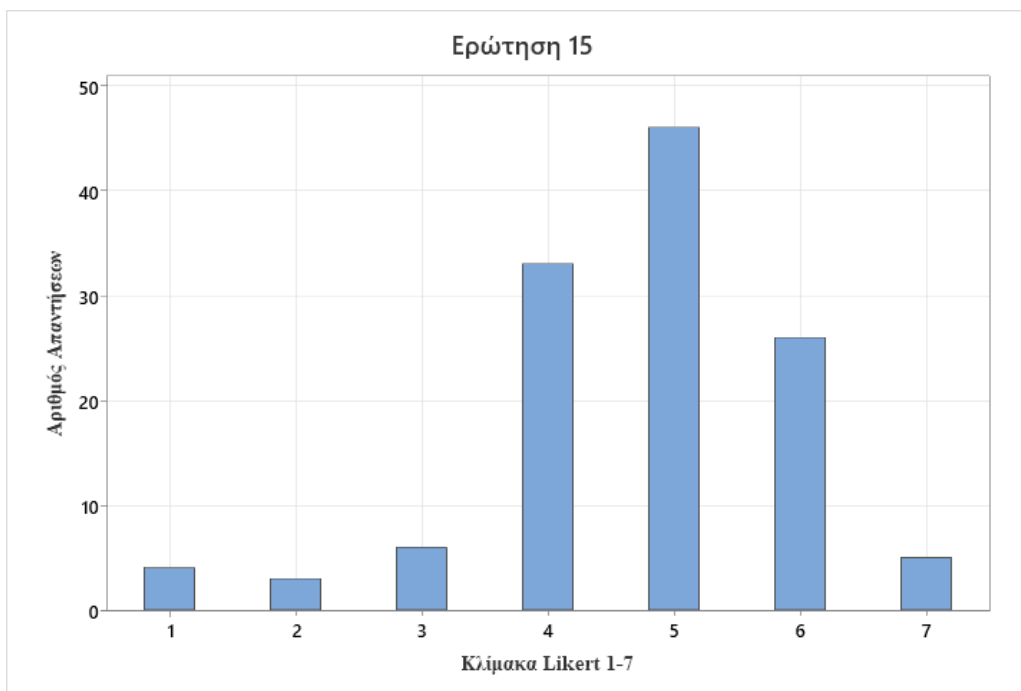
Εικόνα 12 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνεργασία μεταξύ του τμήματος ποιότητας και των λοιπών τμημάτων (ύπαρξη συστήματος ERP);»



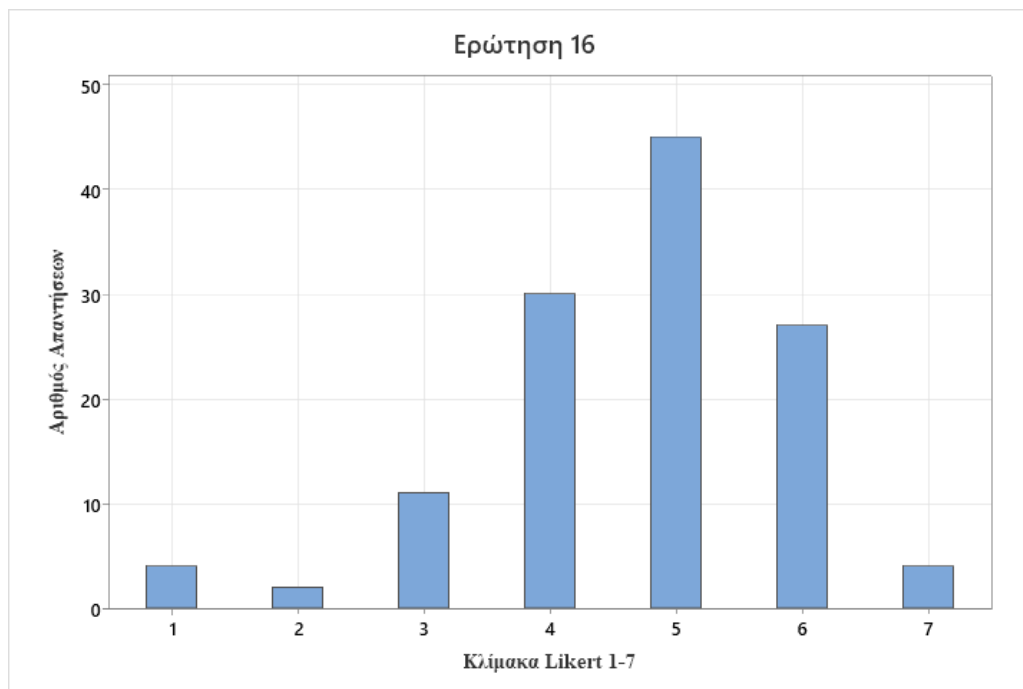
Εικόνα 13 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones);»



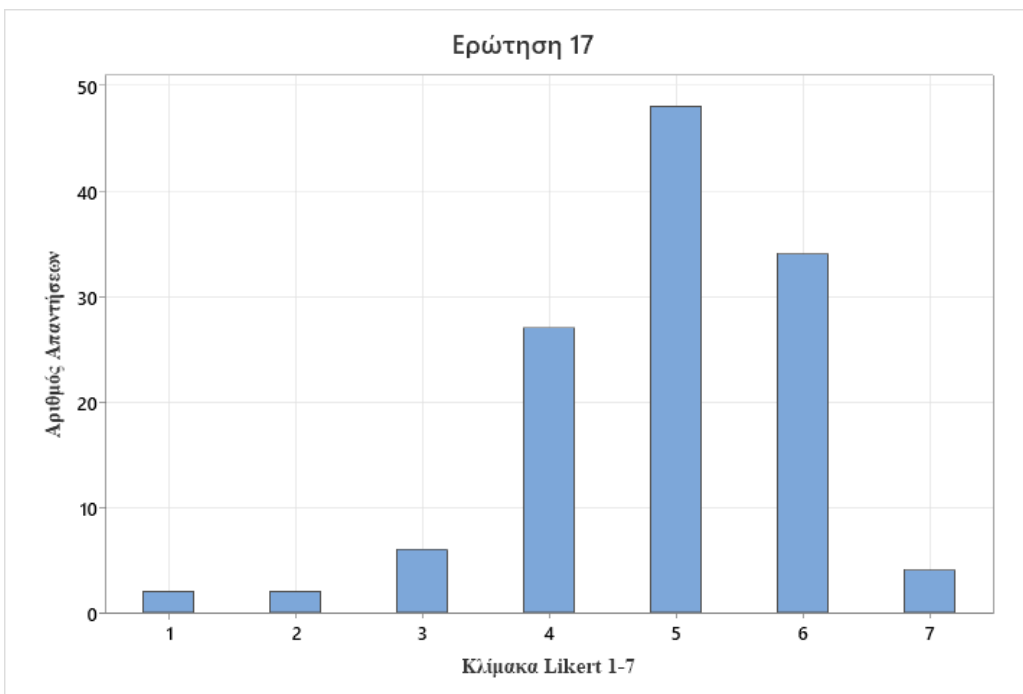
Εικόνα 14 - Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports;»



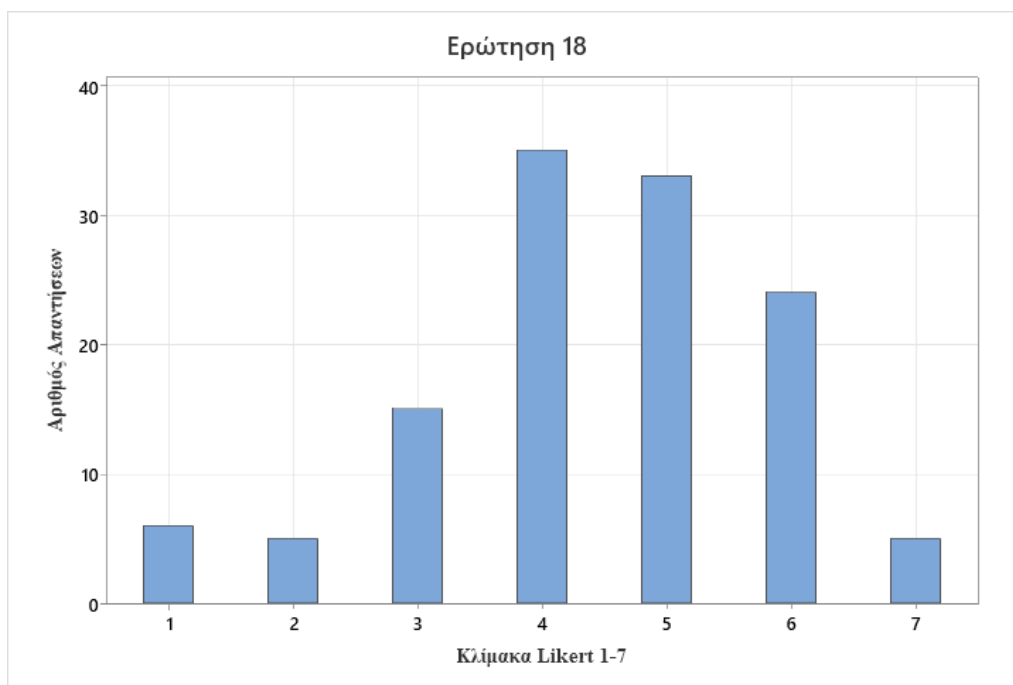
Εικόνα 15 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;»



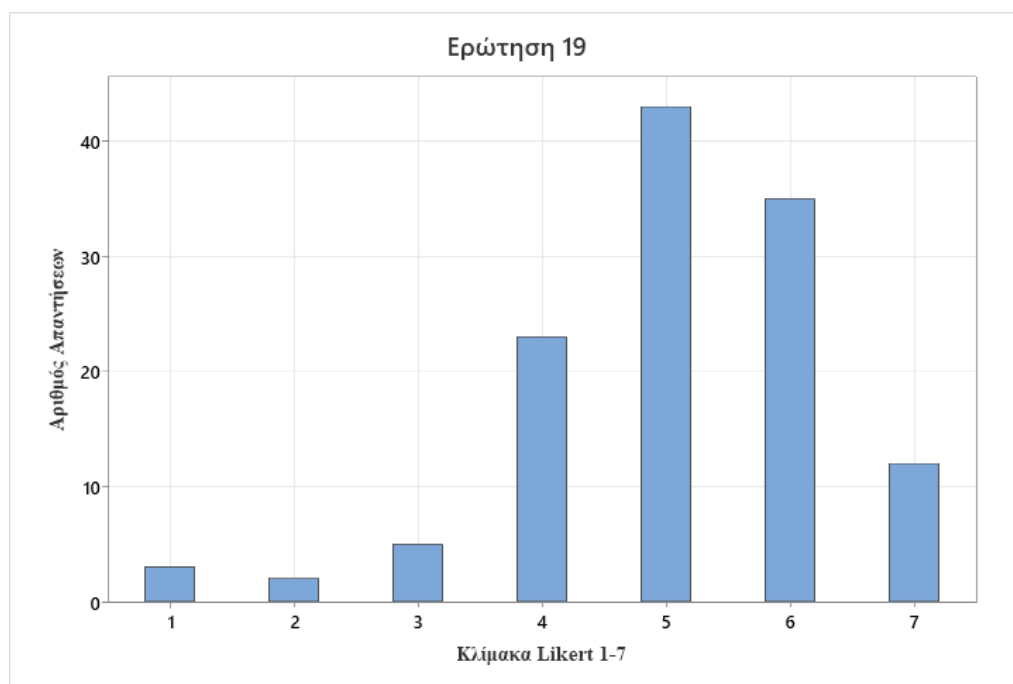
Εικόνα 16 – Ραβδόγραμμα συχνότητας κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση;»



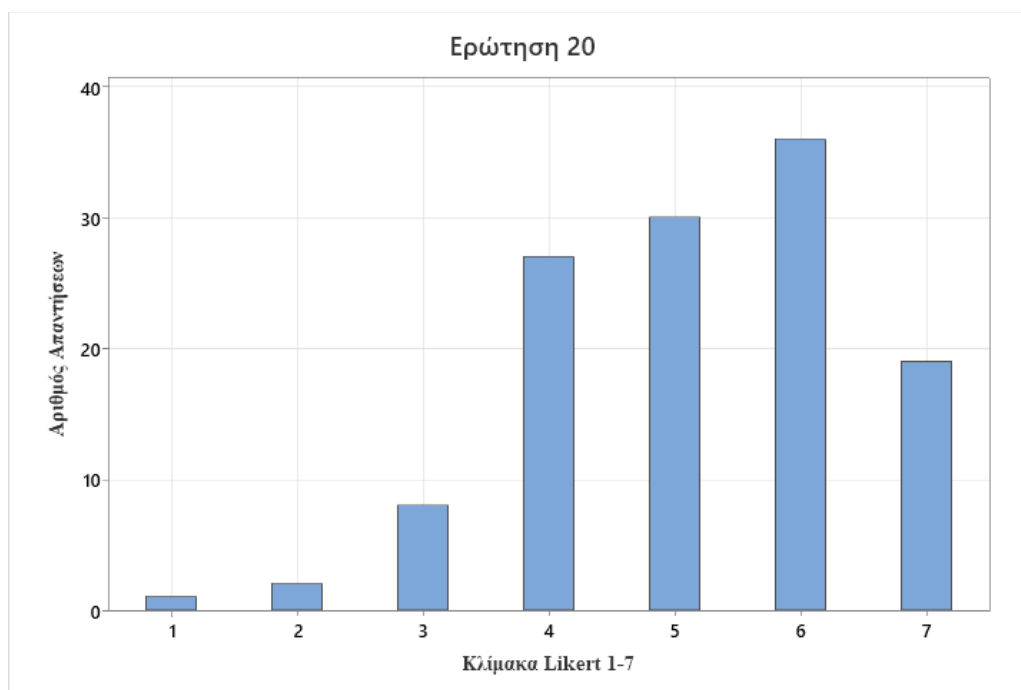
Εικόνα 17 – Ραβδόγραμμα συχνότητας κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;»



Εικόνα 18 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, τη χρήση Machine Learning και AI-based analytics στην επιχείρησή σας στην οποία εργάζεστε;»



Εικόνα 19 – Ραβδόγραμμα συχνοτήτων κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την εμπλοκή και τη συμπίεση της ηγεσίας με το όραμα της επιχείρησής και με την εφαρμογή του συστήματος ποιότητας;»



Εικόνα 20 – Ραβδόγραμμα συχνότητας κατανομής απαντήσεων στην ερώτηση: «Πώς θα χαρακτηρίζατε την εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας;»

4.2 Έλεγχος Αξιοπιστίας

Η αξιοπιστία είναι το πρώτο χαρακτηριστικό που θα πρέπει να διαθέτει ένα εργαλείο μέτρησης (στη συγκεκριμένη περίπτωση το χρησιμοποιούμενο ερωτηματολόγιο κλίμακας Likert) και αναφέρεται στη σταθερότητα που εμφανίζει σε διαδοχικές μετρήσεις.

Η αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής ή συνάφειας μπορεί να εφαρμοστεί όχι μόνο σε μία πρόταση (item) ή σε μία υποκλίμακα, αλλά και στο σύνολο του εργαλείου που μετράει την ίδια έννοια. Η αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής (internal consistency) είναι ένας δείκτης που φανερώνει κατά πόσο διαφορετικές προτάσεις (items) μετρούν την ίδια έννοια (μεταβλητή).

Η αξιοπιστία εσωτερικής συνοχής τόσο σε μια υποκλίμακα, όσο και σε ολόκληρη κλίμακα εκτιμάται με το συντελεστή Cronbach's alpha που δείχνει την ομοιογένεια μιας κλίμακας.

Στη μελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης Cronbach's alpha ως προς τη μέτρηση της αξιοπιστίας. Όταν ο συγκεκριμένος δείκτης λαμβάνει τιμές μεγαλύτερες του 0,7, υποδηλώνεται καλή αξιοπιστία των εξεταζόμενων κλίμακων. Όπως παρουσιάζεται και στον σχετικό πίνακα 5, οι εξεταζόμενες

μεταβλητές έχουν δείκτη μεγαλύτερο από το κατώτερο όριο σε όλες τις περιπτώσεις. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο πίνακα, ο δείκτης αξιοπιστίας αποδεικνύει την αξιοπιστία των μετρήσεων στο σύνολο, αλλά και την συνάφεια και αξιοπιστία του ερωτηματολογίου.

Ο υπολογισμός του συντελεστή Cronbach' alpha είναι απαραίτητος όταν χρησιμοποιούνται κλίμακες τύπου Likert (όπως στην περίπτωση της παρούσης έρευνας), προκειμένου να διαπιστωθεί η εσωτερική συνέπεια της αξιοπιστίας για κάθε κλίμακα ή υποκλίμακα που μπορεί να χρησιμοποιείται.

Η τιμή του δείκτη alpha Cronbach ενός ερωτηματολογίου υπολογίζεται με βάση τη σχέση:

$$\alpha - \text{cronbach} = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k s_i^2}{s_{sv}^2} \right)$$

Όπου k ο αριθμός των ερωτήσεων – μεταβλητών , $\sum_{i=1}^k s_i^2$ το άθροισμα των διακυμάνσεων των

στοιχείων i για το σύνολο του δείγματος s_{sv}^2 η διακύμανση των συνολικών βαθμών των k στοιχείων για το συνολικό πλήθος του δείγματος.

Ένας κοινώς αποδεκτός κανόνας για την περιγραφή της εσωτερικής συνέπειας χρησιμοποιώντας το Cronbach α, παρουσιάζεται στον πίνακα 4.

Πίνακας 4 – Τιμές δείκτη Chronbach' alpha – χαρακτηρισμός συνοχής

Τιμές Chronbach' alpha	Χαρακτηρισμός εσωτερικής συνοχής
$\alpha \geq 0,9$	Εξαιρετική
$0,7 \leq \alpha < 0,9$	Καλή
$0,6 \leq \alpha < 0,7$	Δεκτή
$0,5 \leq \alpha < 0,6$	Μικρή
$\alpha < 0,5$	Μη αποδεκτή

Πίνακας 5 – Τιμές δείκτη αξιοπιστίας Chronbach' alpha για τις ερωτήσεις / μεταβλητές και συνολικός δείκτης αξιοπιστίας

Ερωτήσεις/μεταβλητές	τιμή α chronbach
E7	0,9294
E8	0,9290
E9	0,9319
E10	0,9385
E11	0,9450
E12	0,9304
E13	0,9358
E14	0,9306
E15	0,9298
E16	0,9304
E17	0,9312
E18	0,9319
E19	0,9301
E20	0,9332
Συνολική τιμή α chronbach	0,9373

Από τον πίνακα 5 παρατηρούμε ότι οι τιμές του δείκτη αξιοπιστίας α-Cronbach είναι μεγαλύτερες του 0,9, γεγονός που μας δίνει το δικαίωμα να ισχυριστούμε ότι το ερωτηματολόγιο παρουσιάζει εξαιρετική συνοχή.

4.3 Έλεγχος Συσχετίσεων των Μεταβλητών με Δημογραφικά Στοιχεία

Έλεγχος επίδρασης αριθμού προσωπικού επιχειρήσεων στην απόκριση των ερωτήσεων/μεταβλητών (E7-E20)

Επειδή η μεταβλητή των ερωτήσεων E7-E20 είναι κλίμακα Likert (1-7) θα γίνει χρήση μη παραμετρικών μεθόδων αφού δεν απαιτούν προϋποθέσεις για την εφαρμογή τους σχετικά με την κατανομή του πληθυσμού και την ομοιογένεια της διασποράς.

Για τον έλεγχο της επίδρασης του μεγέθους του προσωπικού των επιχειρήσεων θα γίνει χρήση της μη παραμετρικής μεθόδου Kruskal-Wallis. Ο έλεγχος Kruskal – Wallis σχεδιάστηκε για να προσδιορίζει αν k ανεξάρτητα δείγματα πάρθηκαν από πληθυσμούς που είχαν την ίδια διάμεσο και δεν απαιτεί υποθέσεις για την κανονικότητα της κατανομής του πληθυσμού και της ομοιογένειας της διασποράς.

Ο έλεγχος υπόθεσης στην περίπτωση αυτή είναι:

H₀: Οι διάμεσοι των k πληθυσμών από τους οποίους παίρνονται τα δείγματα είναι ίσοι.

H_A: Δεν ισχύει η μηδενική υπόθεση.

Για τον έλεγχο αυτό γίνεται χρήση του στατιστικού:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{T_j^2}{n_j} - 3(n+1)$$

ή αν υπάρχουν ίδιες τιμές γίνεται χρήση του στατιστικού:

$$H' = \frac{H}{1 - \sum_j t_j (t_j^2 - 1) / n(n^2 - 1)}$$

Όπου,

n οι παρατηρήσεις,

T_j τα αθροίσματα των τάξεων

t_j το μέγεθος κάθε ομάδας ίδιων τιμών

Για όλες τις περιπτώσεις θα γίνει χρήση επιπέδου σημαντικότητας α=5%, οπότε αν η τιμή του p-value του ελέγχου είναι μικρότερη ή ίση του α θα απορρίπτεται η μηδενική υπόθεση και η δημογραφική μεταβλητή θα έχει σημαντική επίδραση στην απόκριση της ερώτησης / μεταβλητής.

Ο έλεγχος Kruskal – Wallis για την επίδραση του μεγέθους του προσωπικού στην απόκριση των ερωτήσεων/μεταβλητών E7-E20 απεικονίζεται στον πίνακα 6.

Πίνακας 6 – Επίδραση μεγέθους προσωπικού της επιχείρησης στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20

Αύξων αριθμός μεταβλητής/ερώτησης	Τιμή στατιστικού H	p-value	Συμπέρασμα [$\alpha=5\%$]	
			Μη στατιστική σημαντική διαφορά	Στατιστική σημαντική διαφορά
E7	5,131	0,151	V	
E8	13,5	0,004		V
E9	5,27	0,153	V	
E10	6,22	0,101	V	
E11	8,4	0,039		V
E12	6,93	0,074	V	
E13	21,55	0,000		V
E14	17,82	0,000		V
E15	22,94	0,000		V
E16	21,56	0,000		V
E17	24,2	0,000		V
E18	20,61	0,000		V
E19	8,27	0,053	V	
E20	1,94	0,584	V	

Από τον πίνακα 6 παρατηρούμε σημαντική στατιστική διαφορά στις κάτωθι περιπτώσεις:

E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 7 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα εκπαίδευσης από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα είναι 4 ενώ η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό 250-500 άτομα είναι 6).

Πίνακας 7 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	4,0	45,9	-3,54
> 500	65	5,0	69,0	2,31
100 - 250	10	5,5	72,3	0,96
250 - 500	7	6,0	76,4	1,10
Overall	123		62,0	

E11: Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητά σας στη χρήση τεχνολογίας;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 8 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό 250-500 άτομα θεωρούν ότι είναι καλύτερη η ικανότητα στη χρήση της τεχνολογίας από ό,τι στις υπόλοιπες εταιρείες (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό 250-500 άτομα είναι 7 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες εταιρείες είναι 6).

Πίνακας 8 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E11: Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητά σας στη χρήση τεχνολογίας;

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	6	60,9	-0,25
> 500	65	6	60,3	-0,57
100 - 250	10	6	54,5	-0,70
250 - 500	7	7	95,4	2,55
Overall	123		62,0	

E13: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones);

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 9 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones) (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα είναι 5 ενώ τιμή διαμέσου για τις άλλες εταιρείες είναι 6).

Πίνακας 9 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E13: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones);

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	5	42,0	-4,40
> 500	65	6	71,8	3,23
100 - 250	10	6	76,9	1,38
250 - 500	7	6	66,9	0,37
Overall	123		62,0	

E14: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 10 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα καθώς και προσωπικό μεταξύ 250-500 άτομα, θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports από ό,τι οι υπόλοιπες εταιρείες (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα ή προσωπικό μεταξύ 25-500 άτομα είναι 4 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες εταιρείες είναι 5).

Πίνακας 10 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E14: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports;

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	4	44,7	-3,81
> 500	65	5	72,7	3,53
100 - 250	10	5	71,2	0,85
250 - 500	7	4	50,9	-0,85
Overall	123		62,0	

E15: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 11 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα είναι 4 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες εταιρείες είναι 5).

Πίνακας 11 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E15:
Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	4	41,9	-4,42
> 500	65	5	74,5	4,12
100 - 250	10	5	61,3	-0,07
250 - 500	7	5	64,6	0,20
Overall	123		62,0	

E16: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 12 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο η Real-time συλλογή δεδομένων και η διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση από ό,τι εταιρείες >100 ατόμων (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα είναι 4 ενώ για τις υπόλοιπες είναι 5).

Πίνακας 12 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E16:
Πώς θα χαρακτηρίζατε τη Real-time συλλογή δεδομένων και τη διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση;

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	4	43,1	-4,15
> 500	65	5	74,6	4,16
100 - 250	10	5	62,2	0,02
250 - 500	7	5	54,8	-0,55
Overall	123		62,0	

E17: Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;.

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 13 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο η ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα είναι 4 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες εταιρείες είναι 5).

Πίνακας 13 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E17:
Πώς θα χαρακτηρίζατε την ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζεστε;

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	4	42,8	-4,22
> 500	65	5	75,3	4,37
100 - 250	10	5	64,1	0,19
250 - 500	7	5	48,1	-1,06
Overall	123		62,0	

E18: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, τη χρήση Machine Learning και AI-based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 14 υποδηλώνει ότι εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο η διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, η χρήση Machine Learning και AI-based analytics από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων (η τιμή διαμέσου για εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα είναι 4 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες εταιρείες είναι ≥4,5).

Πίνακας 14 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης αριθμού προσωπικού στη μεταβλητή E18: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, τη χρήση Machine Learning και AI-based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζεστε;

E2/Προσωπικό	N	Median	Mean Rank	Z-Value
< 100	41	4,0	43,3	-4,11
> 500	65	5,0	74,5	4,11
100 - 250	10	4,5	62,6	0,06
250 - 500	7	5,0	54,6	-0,57
Overall	123		62,0	

Έλεγχος επίδρασης επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των ερωτήσεων/μεταβλητών (E7-E20)

Για τον έλεγχο της επίδρασης επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας θα γίνει πάλι χρήση της μη παραμετρικής μεθόδου Kruskal-Wallis, αφού δεν απαιτεί υποθέσεις για την κανονικότητα της κατανομής του πληθυσμού και της ομοιογένειας της διασποράς.

Ο έλεγχος υπόθεσης στην περίπτωση αυτή είναι:

H₀: Οι διάμεσοι των k πληθυσμών από τους οποίους παίρνονται τα δείγματα είναι ίσοι

H_A: Δεν ισχύει η μηδενική υπόθεση

Ο έλεγχος Kruskal – Wallis για την επίδραση του επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των ερωτήσεων / μεταβλητών E7-E20 απεικονίζεται στον πίνακα 15.

Πίνακας 15 – Επίδραση επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20

Αύξων αριθμός μεταβλητής/ερώτησης	Τιμή στατιστικού H	p-value	Συμπέρασμα [$\alpha=5\%$]	
			Μη στατιστική σημαντική διαφορά	Στατιστική σημαντική διαφορά
E7	1,55	0,460	V	
E8	0,48	0,788	V	
E9	2,67	0,264	V	
E10	3,63	0,163	V	
E11	3,73	0,169	V	
E12	0,3	0,862	V	
E13	0,32	0,854	V	
E14	4,73	0,094	V	
E15	8,13	0,017		V
E16	1,97	0,374	V	
E17	4,4	0,111	V	
E18	4,05	0,132	V	
E19	3,53	0,171	V	
E20	2,27	0,321	V	

Από τον πίνακα 15 παρατηρούμε σημαντική στατιστική διαφορά μόνο στην περίπτωση της ερώτησης **E15**: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 16 υποδηλώνει ότι όσοι κατέχουν μεταπτυχιακό ή διδακτορικό δίπλωμα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων από ό,τι οι υπόλοιποι (η τιμή διαμέσου για προσωπικό με μεταπτυχιακό / διδακτορικό δίπλωμα είναι 4 ενώ τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες κατηγορίες εκπαίδευσης είναι 5).

Πίνακας 16 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης επιπέδου εκπαίδευσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E15: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων;

E4/Επίπεδο Εκπαίδευσης	N	Median	Mean	Rank	Z- Value
Δημοτικό/Μέση εκπαίδευση	13	5	78,7		1,79
Μεταπτυχιακό/Διδακτορικό	39	4	50,6		-2,43
TEI/AEI	71	5	65,2		1,17
Overall	123		62,0		

Έλεγχος επίδρασης συνολικής εργασιακής εμπειρίας (σε έτη) προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των ερωτήσεων/μεταβλητών (E7-E20)

Για τον έλεγχο της επίδρασης συνολικής εργασιακής εμπειρίας προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας θα γίνει πάλι χρήση της μη παραμετρικής μεθόδου Kruskal-Wallis, αφού δεν απαιτεί υποθέσεις για την κανονικότητα της κατανομής του πληθυσμού και της ομοιογένειας της διασποράς.

Ο έλεγχος υπόθεσης στην περίπτωση αυτή είναι:

H₀: Οι διάμεσοι των k πληθυσμών από τους οποίους παίρνονται τα δείγματα είναι ίσοι

H_A: Δεν ισχύει η μηδενική υπόθεση

Ο έλεγχος Kruskal – Wallis για την επίδραση συνολικής εργασιακής εμπειρίας προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των ερωτήσεων/μεταβλητών E7-E20 απεικονίζεται στον πίνακα 17.

Πίνακας 17 – Επίδραση συνολικής εργασιακής εμπειρίας προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20

Αύξων αριθμός μεταβλητής/ερώτησης	Τιμή στατιστικού H	p-value	Συμπέρασμα [$\alpha=5\%$]	
			Μη στατιστική σημαντική διαφορά	Στατιστική σημαντική διαφορά
E7	4,27	0,234	V	
E8	10,68	0,014		V
E9	5,86	0,118	V	
E10	6,52	0,089	V	
E11	3,49	0,322	V	
E12	3,22	0,359	V	
E13	1,49	0,685	V	
E14	4,05	0,256	V	
E15	0,87	0,832	V	
E16	0,27	0,966	V	
E17	2,05	0,561	V	
E18	1,39	0,707	V	
E19	2,95	0,400	V	
E20	3,4	0,334	V	

Από τον πίνακα 17 παρατηρούμε σημαντική στατιστική διαφορά μόνο στην περίπτωση της ερώτησης **E8**: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 18 υποδηλώνει ότι όσοι έχουν εργασιακή εμπειρία <10 έτη θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα εκπαιδύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας από ό,τι οι υπόλοιποι (η τιμή διαμέσου για προσωπικό με εργασιακή εμπειρία <10 έτη είναι 4 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες κατηγορίες εργασιακής εμπειρίας είναι 5).

Πίνακας 18 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης συνολικής εργασιακής εμπειρίας προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

E5/Συνολική εμπειρία - έτη	N	Median	Mean Rank	Z-Value
> 20	28	5	76,1	2,38
0 - 5	16	4	56,8	-0,62
10 - 20	45	5	65,4	0,81
5 - 10	34	4	48,3	-2,64
Overall	123		62,0	

**Έλεγχος επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση (σε έτη)
προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των
ερωτήσεων/μεταβλητών (E7-E20)**

Για τον έλεγχο της επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας θα γίνει πάλι χρήση της μη παραμετρικής μεθόδου Kruskal-Wallis, αφού δεν απαιτεί υποθέσεις για την κανονικότητα της κατανομής του πληθυσμού και της ομοιογένειας της διασποράς.

Ο έλεγχος υπόθεσης στην περίπτωση αυτή είναι:

H₀: Οι διάμεσοι των k πληθυσμών από τους οποίους παίρνονται τα δείγματα είναι ίσοι

H_A: Δεν ισχύει η μηδενική υπόθεση

Ο έλεγχος Kruskal – Wallis για την επίδραση εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των ερωτήσεων/μεταβλητών E7-E20 απεικονίζεται στον πίνακα 19.

Πίνακας 19 – Επίδραση εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των μεταβλητών E7-E20

Αύξων αριθμός μεταβλητής/ερώτησης	Τιμή στατιστικού H	p-value	Συμπέρασμα[α=5%]	
			Μη στατιστική σημαντική διαφορά	Στατιστική σημαντική διαφορά
E7	5,05	0,168	V	
E8	8,83	0,032		V
E9	8,44	0,038		V
E10	9,3	0,026		V
E11	5,67	0,129	V	
E12	5,87	0,118	V	
E13	1,7	0,636	V	
E14	5,48	0,140	V	
E15	2,97	0,396	V	
E16	3	0,392	V	
E17	6,06	0,109	V	
E18	1,6	0,660	V	
E19	6,19	0,103	V	
E20	4,56	0,207	V	

Από τον πίνακα 19 παρατηρούμε σημαντική στατιστική διαφορά στις κάτωθι περιπτώσεις:

E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 20 υποδηλώνει ότι όσοι έχουν εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση <5 έτη θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας από ό,τι οι υπόλοιποι (η τιμή διαμέσου για προσωπικό με εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση <5 έτη είναι 4 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες κατηγορίες εργασιακής εμπειρίας είναι $\geq 4,5$). Καθώς αυξάνεται η εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση το προσωπικό θεωρεί πιο ικανοποιητική τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας ίσως επειδή με την πάροδο του χρόνου έχει εκπαιδευτεί στα θέματα της ποιότητας δεόντως.

Πίνακας 20 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E8: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

E6/εμπειρία				
στη θέση	N	Median	Mean Rank	Z-Value
> 20	14	5,0	73,0	1,23
0 - 5	49	4,0	52,6	-2,38
10 - 20	26	5,5	75,3	2,14
5 - 10	34	4,5	60,9	-0,22
Overall	123		62,0	

E9: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 21 υποδηλώνει ότι όσοι έχουν εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση 10-20 έτη θεωρούν ότι είναι καλύτερη η γνώση σε θέματα ποιότητας από τις υπόλοιπες κατηγορίες προσωπικού (η τιμή διαμέσου για προσωπικό με εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση 10-20 έτη είναι 6 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες κατηγορίες εργασιακής εμπειρίας είναι 5).

Πίνακας 21 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E9: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σε θέματα διασφάλισης ποιότητας;

E6/εμπειρία				
στη θέση	N	Median	Mean Rank	Z-Value
> 20	14	5	70,5	0,94
0 - 5	49	5	51,5	-2,66
10 - 20	26	6	73,3	1,81
5 - 10	34	5	65,0	0,58
Overall	123		62,0	

E10: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σχετικά με το Quality 4.0;

Το αποτέλεσμα του ελέγχου πίνακας 22 υποδηλώνει ότι όσοι έχουν εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση <5 έτη θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο γνώσης σχετικά με το Quality 4.0 από ό,τι οι υπόλοιποι (η τιμή διαμέσου για προσωπικό με εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση <5 έτη είναι 3 ενώ η τιμή διαμέσου για τις υπόλοιπες κατηγορίες εργασιακής εμπειρίας είναι 4).

Πίνακας 22 – Αποτέλεσμα ελέγχου (Kruskal – Wallis) επίδρασης εργασιακής εμπειρίας στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στη μεταβλητή E10: Πώς θα χαρακτηρίζατε τη γνώση σας σχετικά με το Quality 4.0;

E6/εμπειρία				
στη θέση	N	Median	Mean Rank	Z-Value
> 20	14	4	71,7	1,08
0 - 5	49	3	50,7	-2,85
10 - 20	26	4	73,5	1,86
5 - 10	34	4	65,4	0,65
Overall	123		62,0	

Έλεγχος θέσης προσωπικού επιχείρησης που απάντησε στο ερωτηματολόγιο της έρευνας στην απόκριση των ερωτήσεων/μεταβλητών (E7-E20)

Στην έρευνα συμμετείχαν $n_{\Pi} = 37$ με θέση προϊσταμένου και $n_{\gamma} = 86$ απλοί υπάλληλοι. Επειδή τα δειγματικά μεγέθη είναι μεγάλα ($n > 30$) θα προβούμε σε παραμετρικό έλεγχο υπόθεσης, δηλαδή αν οι μέσες τιμές των μεταβλητών (E7-E20) διαφέρουν στατιστικά σημαντικά.

Ο έλεγχος υπόθεσης είναι:

$$H_0 : \mu_{\Pi} - \mu_{\gamma} = 0$$

$$H_A : \mu_{\Pi} - \mu_{\gamma} \neq 0$$

Όπου μ_{Π}, μ_{γ} οι μέσες τιμές των αποκρίσεων των ερωτήσεων E7-E20 προϊσταμένων και υπαλλήλων αντίστοιχα.

Όταν τα δειγματικά μεγέθη είναι μεγάλα, δεν χρειάζεται να γίνουν υποθέσεις για τους πληθυσμούς, παρά μόνο ότι υφίστανται οι διασπορές των πληθυσμών.

Η στατιστική συνάρτηση ελέγχου (σ.σ.ε) που χρησιμοποιείται είναι:

$$T = \frac{\bar{X}_{\Pi} - \bar{X}_{\gamma}}{\sqrt{\frac{s_{\Pi}^2}{n_{\Pi}} + \frac{s_{\gamma}^2}{n_{\gamma}}}}$$

Τα αποτελέσματα του t test για την επίδραση της θέσης του προσωπικού που απάντησε στο ερωτηματολόγιο αποτυπώνονται στον πίνακα 23.

Πίνακας 23 – Αποτελέσματα t test επίδρασης της θέσης του προσωπικού που απάντησε στο ερωτηματολόγιο (E7-E20)

Αύξων αριθμός μεταβλητής/ερώτησης	Τιμή στατιστικού t-value	p-value	μέση τιμή		Συμπέρασμα[α=5%]	
			Προϊστάμενου	Υπαλλήλου	Μη στατιστική σημαντική διαφορά	Στατιστική σημαντική διαφορά
E7	-0,35	0,730	5,040	5,140	V	
E8	-0,06	0,953	4,540	4,560	V	
E9	-0,32	0,748	4,810	4,900	V	
E10	-0,73	0,467	3,430	3,690	V	
E11	0,5	0,618	5,892	5,826	V	
E12	-0,59	0,560	4,620	4,780	V	
E13	1,31	0,194	5,510	5,230	V	
E14	1,02	0,312	4,890	4,640	V	
E15	0,52	0,603	4,810	4,690	V	
E16	1,42	0,159	4,920	4,580	V	
E17	1,61	0,112	5,135	4,810	V	
E18	1,35	0,180	4,680	4,330	V	
E19	0,74	0,163	5,190	5,010	V	
E20	-1,18	0,241	4,970	5,280	V	

Από τον πίνακα 23 δεν προκύπτει κάποια στατιστική σημαντική διαφορά της επίδρασης της θέσης του προσωπικού στην εταιρεία σε κάποια από τις μεταβλητές της έρευνας.

4.4 Κατάταξη κατά σειρά φθίνουσας κατάστασης σχετικά με το επίπεδο της αντίληψης των επιχειρήσεων των μεταβλητών E7-E20

Η ανάλυση στη συνέχεια επικεντρώνεται στην κατάταξη των μεταβλητών με σειρά φθίνουσας κατάστασης σχετικά με το επίπεδο της αντίληψης των επιχειρήσεων των μεταβλητών E7-E20.

Σκοπός της κατάταξης αυτής είναι η ανάδειξη των περιπτώσεων που θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη βαρύτητα από πλευράς επιχειρήσεων για τη βελτίωση των παραμέτρων που εξετάζονται σχετικά με την ποιότητα 4.0.

Για την διαδικασία αυτή θα γίνει χρήση της πολυκριτηριακής τεχνικής **Grey Relational Analysis (GRA)**.

Η Gray Relational Analysis που χρησιμοποιείται για την ανάλυση των σχέσεων μεταξύ των διακριτών συνόλων δεδομένων είναι μια από τις πιο δημοφιλείς μεθόδους.

Grey System Theory (GS)

Η θεωρία του Gray System εισήχθη στον κόσμο της επιστήμης το 1982 από τον Deng Julong.

Εστιάζει στο σύστημα αβεβαιότητας στην περίπτωση που έχουμε:

- μερικές πληροφορίες γνωστές και μερικές πληροφορίες είναι άγνωστες,
- μικρό δείγμα και φτωχές πληροφορίες
- μη πλήρεις και αβέβαιες πληροφορίες
- οι παράγοντες συστήματος δεν είναι απολύτως σαφείς
- η στοιχειομετρική σχέση παραγόντων δεν είναι απολύτως σαφής
- η δομή του συστήματος δεν είναι απολύτως σαφής
- ο μηχανισμός του συστήματος δεν είναι απολύτως σαφής

Grey Relational Analysis (GRA)

Η θεωρία της GRA είναι η πιο ώριμη, η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη και η πιο δυναμική συνιστώσα της θεωρίας του GS. Παρέχει έναν απλό σχηματισμό για την ανάλυση των σχέσεων σειράς ή της συμπεριφοράς του συστήματος, ακόμα κι αν οι δεδομένες πληροφορίες είναι λίγες. Έχει χαρακτηριστικά ποσοτικής ανάλυσης και ανάλυσης αλληλουχίας, επίσης μπορεί να διακρίνει τους κύριους και δευτερεύοντες παράγοντες από την τυχαία και μη σειρά, μπορεί να αναλύει και να

προσδιορίζει το βαθμό επιρροής των παραγόντων στον στόχο. Η ουσία της είναι η ποσοτική συγκριτική ανάλυση παραγόντων επιρροής στη δυναμική αναπτυξιακή τάση του συστήματος.

Βήματα ανάπτυξης της τεχνικής της GRA

Το πρώτο βήμα της εφαρμογής της μεθόδου GRA είναι ο προσδιορισμός ενός προβλήματος πολλαπλών κριτηρίων. Αυτός ο προσδιορισμός επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας το σύνολο των εξεταζόμενων μεταβλητών (όπως παράγοντες / μεταβλητές / ερωτήσεις) $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_m\}$ και τις παρατηρήσεις τους $\{k_1, k_2, k_3, \dots, k_n\}$, που αντιπροσωπεύουν τις τιμές μιας κλίμακας Likert (από k_1 : χειρίστη έως k_7 : άριστη).

Οι παρατηρήσεις (κριτήρια) αντιστοιχίζονται σε κάθε μεταβλητή (κρίσιμοι παράγοντες) και δημιουργείται ένας πίνακας αποφάσεων:

$$D = \begin{cases} x_1(k_1) \dots x_i(k_i) \dots x_m(k_1) \\ \dots \\ x_1(k_1) \dots x_i(k_j) \dots x_m(k_j) \\ \dots \\ x_1(k_n) \dots x_i(k_n) \dots x_m(k_n) \end{cases}$$

Αυτός ο πίνακας στη συνέχεια κανονικοποιείται. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρήση της ακόλουθης εξίσωσης:

$$x_i(k_j)' = \frac{x_i(k_j) - \min \{x_i(k_j)\}}{\max \{x_i(k_j)\} - \min \{x_i(k_j)\}}, \forall j$$

και ο πίνακας μετατρέπεται σε νέα μορφή:

$$D' = \begin{cases} x_1(k_1)' \dots x_i(k_i)' \dots x_m(k_1)' \\ \dots \\ x_1(k_1)' \dots x_i(k_j)' \dots x_m(k_j)' \\ \dots \\ x_1(k_n)' \dots x_i(k_n)' \dots x_m(k_n)' \end{cases}$$

Στη συνέχεια υπολογίζεται ο συντελεστής συσχέτισης της GRA:

$$\gamma \{x_0 * (k), x_i * (k)\} = \frac{\Delta \min + \zeta \Delta \max}{\Delta_{0j}(k) + \zeta \Delta \max}$$

Αυτός ο συντελεστής αντιπροσωπεύει τη σχέση μεταξύ της ιδανικής και των πραγματικών κανονικοποιημένων τιμών. Οι τιμές που εξάγονται από την ανωτέρω εξίσωση μπορεί να κυμαίνονται μεταξύ 0 και 1. Το γράμμα ζ αναφέρεται στον έλεγχο αντίθεσης της εξίσωσης και η τιμή του είναι συνήθως ίση με 0,5.

Η εξίσωση που υπολογίζει την τιμή του συντελεστή γ βασίζεται στον υπολογισμό $\Delta_{0j}(k)$ που δίνεται από τη σχέση:

$$\Delta_{0i} = |x_{i(k)} - x_{i^*(k)}|$$

και αντιπροσωπεύει την απόκλιση (Δ_0) μεταξύ της αλληλουχίας αναφοράς ($x_0^*(k)$) και της συγκρισιμότητας ($x_i^*(k)$).

Τέλος, τιμή του Grey Relational Grade (GRG) που χρησιμοποιείται για την τελική κατάταξη των παραγόντων δίνεται από τη σχέση:

$$\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma\{x_0(k), x_i(k)\}$$

Ταξινόμηση παραγόντων με βάση τη τιμή του GRG $\gamma(x_0, x_i)$:

$\gamma(x_0, x_i) < 0,5 \rightarrow$ Χαμηλός βαθμός αξιολόγησης - θα πρέπει άμεσα να γίνει προσπάθεια βελτίωσης της αποτίμησης-αξιολόγησης.

$0,5 \leq \gamma(x_0, x_i) < 0,65 \rightarrow$ Ικανοποιητικός βαθμός αξιολόγησης - θα πρέπει να διερευνηθεί δυνατότητα βελτίωσης της αποτίμησης της επίδοσης αυτών.

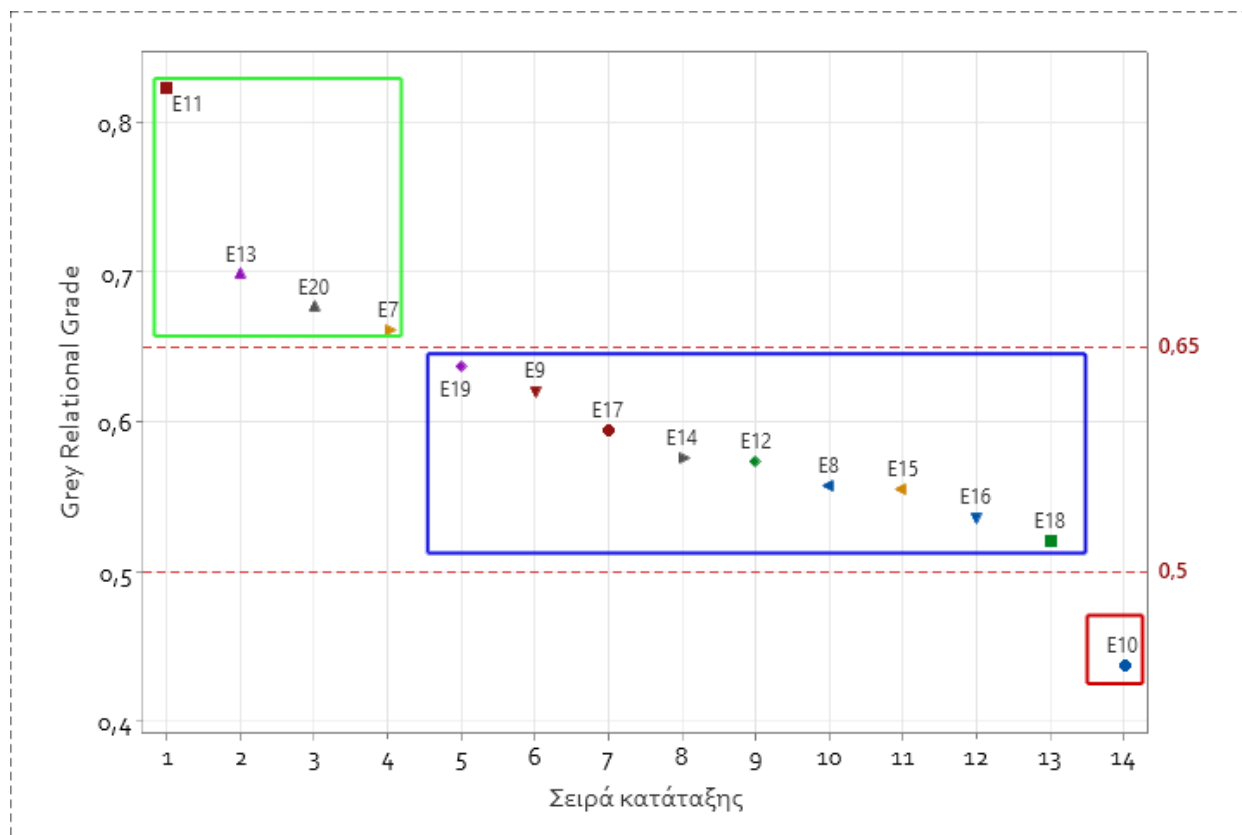
$\gamma(x_0, x_i) \geq 0,65 \rightarrow$ Υψηλός βαθμός αξιολόγησης - παρακολούθηση και διερεύνηση βελτίωσης της επίδοσης.

Με βάση τα ανωτέρω έχουν γίνει όλοι οι υπολογισμοί σε φύλλο excel καθώς και ο υπολογισμός των τιμών του συντελεστή Grey Relational Grade για κάθε μεταβλητή/ερώτηση E07-E20 ενώ η κατάταξη αυτών αποτυπώνεται στον πίνακα 24 και εικόνα 7.

Πίνακας 24 – Κατάταξη παραγόντων/μεταβλητών/ερωτήσεων/ E07-E20

ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ		
Κωδικός ερώτησης	Grey Relational Grade	rank
E7	0,6622	4
E8	0,5575	10
E9	0,6212	6
E10	0,4383	14
E11	0,8237	1
E12	0,5740	9
E13	0,6991	2
E14	0,5762	8
E15	0,5555	11
E16	0,5371	12
E17	0,5949	7
E18	0,5212	13
E19	0,6374	5
E20	0,6772	3

Παρατηρούμε από πίνακα 24 και εικόνα 7 ότι στην ερώτηση E10 σχετικά με τη γνώση για την Ποιότητα 4.0 οι απαντήσεις δεν είναι ενθαρρυντικές και θα πρέπει άμεσα να γίνουν προσπάθειες από πλευράς εταιρειών για βελτίωση της γνώσης σχετικά με την Ποιότητα 4.0.



Εικόνα 21 – Κατάταξη μεταβλητών - ερωτήσεων κατά φθίνουσα σειρά επιπέδου αξιολόγησης

Η αξιολόγηση των ερωτήσεων E11, E13, E20, E7 μας δίνει τιμή Grey Relational Grade $>0,65$ και επομένως μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η αξιολόγηση των παραμέτρων:

E11: ικανότητα στη χρήση τεχνολογίας,

E13: συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones),

E20: εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας,

E7: εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση,

ανήκει στην κατηγορία υψηλού βαθμού αξιολόγησης και θα πρέπει να παρακολουθείται ώστε να εξεταστεί αν υπάρχει περιθώριο περαιτέρω βελτίωσης της απόδοσης.

Τέλος, για τις υπόλοιπες παραμέτρους – ερωτήσεις – μεταβλητές όπως, E19, E9, E17, E14, E12, E8, E15, E16, E18, η τιμή του Grey Relational Grade είναι μεταξύ 0,5 και 0,65 και θα πρέπει να διερευνηθεί δυνατότητα βελτίωσης της αποτίμησης της επίδοσης αυτών.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (Inferential Statistics)

Μετά την ανάλυση των ερωτηματολογίων της έρευνας εξήχθησαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Το 73,17% των συμμετεχόντων στην έρευνα θεωρεί ότι η εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση που εργάζεται είναι από καλή έως άριστη. Το 52,85% θεωρεί ότι η συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας είναι, επίσης, από καλή έως άριστη. Το 65,04% θεωρεί ότι η γνώση σε θέματα διασφάλισης ποιότητας είναι από καλή έως άριστη. Το 66,92% θεωρεί ότι η γνώση σε θέματα Ποιότητας 4.0 είναι από χείριστη έως μέτρια και επομένως αποτελεί ένα σημαντικό εύρημα για την μελέτη αυτή και θα πρέπει οι εταιρείες να μεριμνήσουν για τη βελτίωση της. Το 98,37% των συμμετεχόντων θεωρεί την ικανότητά τους στη χρήση της τεχνολογίας από καλή έως άριστη. Το 61,79% θεωρεί ότι η συνεργασία μεταξύ του τμήματος ποιότητας και των λοιπών τμημάτων (ύπαρξη συστήματος ERP) είναι καλή έως άριστη. Το 79,67% θεωρεί ότι η συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones) είναι από καλή έως άριστη. Το 58,53% θεωρεί ότι η συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports είναι από καλή έως άριστη. Το 62,61% θεωρεί ότι η διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων είναι από καλή έως άριστη. Το 61,79% θεωρεί ότι η Real-time συλλογή δεδομένων και η διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση είναι από καλή έως άριστη. Το 69,91% θεωρεί ότι η ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, της επιχείρησης στην οποία εργάζονται είναι από καλή έως άριστη. Το 50,41 % θεωρεί ότι η διαθεσιμότητα cloud-based data analytics, και η χρήση machine learning και AI based analytics στην επιχείρηση στην οποία εργάζονται είναι από καλή έως άριστη. Το 73,18% θεωρεί ότι η εμπλοκή και η συμπίεση της ηγεσίας με το όραμα της επιχείρησης και την εφαρμογή του συστήματος ποιότητας είναι από καλή έως άριστη. Τέλος, το 69,92% θεωρεί ότι η εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας στην επιχείρηση είναι από καλή έως άριστη.

Μετά τον έλεγχο των συσχετίσεων των μεταβλητών με δημογραφικά στοιχεία εξήχθησαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

Όσον αφορά το μέγεθος του προσωπικού, εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα εκπαίδευσης του προσωπικού τους από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων. Εταιρείες με προσωπικό 250-500 άτομα θεωρούν ότι είναι καλύτερη η ικανότητα του προσωπικού στη χρήση της τεχνολογίας από ό,τι στις υπόλοιπες εταιρείες. Εταιρείες με προσωπικό

<100 άτομα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων (H/Y, tablets, smartphones) από ότι στις υπόλοιπες εταιρείες. Εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα καθώς και προσωπικό μεταξύ 250-500 άτομα, θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα κοινοποίησης KPIs και Quality Reports από ό,τι οι υπόλοιπες εταιρείες. Εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 άτομα. Εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο η Real-time συλλογή δεδομένων και η διαθεσιμότητα Real-time dashboards, προσβάσιμων από την ηγεσία και τη διοίκηση από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων. Εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο η ικανότητα επεξεργασίας των συλλεγόμενων δεδομένων, μικρής και μεγάλης κλίμακας, από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων. Εταιρείες με προσωπικό <100 άτομα θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο η διαθεσιμότητα Cloud-based data analytics, η χρήση Machine Learning και AI-based analytics από ό,τι εταιρείες με προσωπικό >100 ατόμων.

Όσον αφορά το επίπεδο εκπαίδευσης του προσωπικού παρατηρούμε ότι όσοι κατέχουν μεταπτυχιακό ή διδακτορικό δίπλωμα θεωρούν ότι είναι χειρότερη η διαθεσιμότητα Portals για τη συλλογή δεδομένων από ό,τι οι υπόλοιποι.

Όσον αφορά την εργασιακή εμπειρία του προσωπικού υποδηλώνεται ότι όσοι έχουν εργασιακή εμπειρία <10 έτη θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας από ό,τι οι υπόλοιποι.

Όσον αφορά την εργασιακή εμπειρία του προσωπικού στην παρούσα ή σε αντίστοιχη θέση βλέπουμε ότι όσοι <5 έτη θεωρούν ότι είναι χειρότερη η συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας από ό,τι οι υπόλοιποι. Καθώς αυξάνεται η εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση το προσωπικό θεωρεί πιο ικανοποιητική τη συχνότητα εκπαιδεύσεων σε θέματα διασφάλισης ποιότητας, πιθανόν επειδή με την πάροδο του χρόνου έχει εκπαιδευτεί στα θέματα της ποιότητας δεόντως. Επίσης, όσοι έχουν εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση 10-20 έτη θεωρούν ότι είναι καλύτερη η γνώση σε θέματα ποιότητας από τις υπόλοιπες κατηγορίες προσωπικού ενώ όσοι έχουν εργασιακή εμπειρία στην παρούσα ή αντίστοιχη θέση <5 έτη θεωρούν ότι είναι σε χειρότερο επίπεδο γνώσης σχετικά με το Quality 4.0 από ό,τι οι υπόλοιποι. Τέλος, δεν προκύπτει κάποια στατιστική σημαντική διαφορά της επίδρασης της θέσης του προσωπικού στην εταιρεία σε κάποια από τις μεταβλητές της έρευνας.

Από την ολοκλήρωση της Grey Relational Analysis παρατηρούμε ότι οι απαντήσεις στην ερώτηση 10 που αφορά τη γνώση των εργαζομένων στο Quality 4.0 δεν είναι ενθαρρυντικές και θα πρέπει να γίνουν άμεσες προσπάθειες από πλευράς εταιρειών για βελτίωση της γνώσης της Ποιότητας 4.0. Με την αξιολόγηση των ερωτήσεων: E11 που αφορά στην ικανότητα χρήσης τεχνολογίας, E13 σχετικά με τη συνδεσιμότητα μεταξύ των τμημάτων μέσω ψηφιακών συστημάτων, E20 που αφορά στην εργασιακή κουλτούρα υπέρ της προώθησης της ποιότητας, της συνεργασίας και της ευελιξίας και E7 σχετικά με την εφαρμογή συστήματος διασφάλισης ποιότητας στην επιχείρηση, εξάγουμε το συμπέρασμα ότι η αξιολόγηση των παραμέτρων ανήκει στην κατηγορία υψηλού βαθμού αξιολόγησης και θα πρέπει να παρακολουθείται ώστε να εξεταστεί αν υπάρχει περιθώριο περαιτέρω βελτίωσης της απόδοσης. Τέλος, για τις υπόλοιπες παραμέτρους – ερωτήσεις – μεταβλητές όπως, E19, E9, E17, E14, E12, E8, E15, E16, E18 λαμβάνουμε αποτέλεσμα που δείχνει ότι θα πρέπει να διερευνηθεί δυνατότητα βελτίωσης της αποτίμησης της επίδοσης αυτών.

6. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΡΕΥΝΕΣ

Η έρευνα θα μπορούσε να επαναληφθεί με τρεις διαφορετικούς στόχους.

Αρχικά θα μπορούσε να επεκταθεί και σε έναν αριθμό εταιρειών με έδρα εκτός της περιφέρειας Αττικής ώστε να ληφθεί εκτενέστερη εικόνα της γνώσης του Quality 4.0 και της ετοιμότητας εργαζομένων και διοίκησης να το δεχτούν και να το εφαρμόσουν, καλύπτοντας εταιρείες σε όλη την ελληνική επικράτεια.

Ακολούθως, θα μπορούσε να γίνει επανάληψη της έρευνας εντοπισμένη περισσότερο σε εταιρείες του δημοσίου ώστε να δοθεί πληρέστερη εικόνα της ετοιμότητας εφαρμογής του Quality 4.0 όχι μόνο στον ιδιωτικό αλλά και στον δημόσιο τομέα.

Τέλος, θα μπορούσε να επεκταθεί η έρευνα με τη διανομή των ερωτηματολογίων σε περισσότερες εταιρείες μικρού μεγέθους με στόχο την αποσαφήνιση της εικόνας της γνώσης των εργαζομένων τους σχετικά με την ποιότητα και το Quality 4.0.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

1. A. Gunasekaran, S. K. Goyal, T. Martikainen, P. Yli-Olli (1998). Total quality management: a new perspective for improving quality and productivity. *International Journal of Quality & Reliability Management*
2. Afef Saihi, Mahmoud Awad, Mohamed Ben-Daya (2021). Quality 4.0: leveraging Industry 4.0 technologies to improve quality management practices – a systematic review. *International Journal of Quality & Reliability Management*, ISSN: 0265-671X
3. Alasdair Gilchrist (2016). *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. APRESS Publications
4. Ana Margarida Dias, André M Carvalho, Paulo Sampaio (2022). Quality 4.0: literature review analysis, definition and impacts of the digital transformation process on quality. *The International Journal of Quality & Reliability Management, Bradford*, Vol. 39, Iss. 6, 1312-1335
5. Anam Iqbal, Muhammad Asrar-ul-Haq (2018). Establishing relationship between TQM practices and employee performance: The mediating role of change readiness. *International Journal of Production Economics*. Volume 203, Pages 62-68
6. Cimini, C., Boffelli, A., Lagorio, A., Kalchschmidt, M. and Pinto, R. (2021). How do Industry 4.0 technologies influence organisational change? An empirical analysis of Italian SMEs. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 32 No. 3, pp. 695-721
7. Deusdedith Pastory Maganga, Ismail W.R. Taifa (2022). The readiness of manufacturing industries to transit to Quality 4.0. *International Journal of Quality & Reliability Management*, ISSN: 0265-671X
8. Dimitrios J. Dimitriou, Maria F. Sartzetaki, Aristi G. Karagkouni (2024). Elevating Customer Experience and Service Quality: The Evolution of Total Quality Management in Customer-centric Environments. *Managing Airport Corporate Performance, Leveraging Business Intelligence and Sustainable Transition*. Chapter Five, Pages 105-126

9. Dos Santos, L.M.A.L., Da Costa, M.B., Kothe, J.V., Benitez, G.B., Schaefer, J.L., Baierle, I.C. and Benitez Nara, E.O. (2021). Industry 4.0 collaborative networks for industrial performance. *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 32 No. 2, pp. 245-265
10. Fabiane Florencio de Souza, Alana Corsi, Regina Negri Pagani, Giles Balbinotti, João Luiz Kovalski (2022). Total quality management 4.0: adapting quality management to Industry 4.0. *TQM Journal*, Bingley Vol. 34, Iss. 4
11. Fowler, F. J. (2018). *Survey research methods*. Sage Publication
12. Frank, A.G., Dalenogare, L.S. and Ayala, N.F. (2019). Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies. *International Journal of Production Economics*, Vol. 210, pp. 15-26
13. Ghobakhloo, M., Ching, N.T. (2019). Adoption of digital technologies of smart manufacturing in SMEs. *Journal of Industrial Information Integration*, Vol. 16, 100107
14. Hassan Riaz, Khurram Iqbal Ahmad Khan, Fahim Ullah, Muhammad Bilal Tahir, Muwaffaq Alqurashi, Badr T. Alsulami (2023). Key factors for implementation of total quality management in construction Sector: A system dynamics approach. *Ain Shams Engineering Journal*, Volume 14, Issue 3
15. Hu-Chen Liu, Ran Liu, Xiuzhu Gu & Miying Yang (2023). From total quality management to Quality 4.0: A systematic literature review and future research agenda. *Frontiers of Engineering Management*
16. Info retrieved from https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_intelligence
17. Info retrieved from <https://www.ncsc.gov.uk/section/about-ncsc/what-is-cyber-security>
18. Jiju Antony, Michael Sony, Olivia McDermott, Raja Jayaraman, David Flynn (2021). An exploration of organizational readiness factors for Quality 4.0: an intercontinental study and future research directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, ISSN: 0265-671X

19. Joshi A., Kale S., Chandel S., & Pal D. (2015). Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science & Technology*, 7(4), 396–403
20. Kamble, S.S., Gunasekaran, A. and Sharma, R. (2018). Analysis of the driving and dependence power of barriers to adopt Industry 4.0 in Indian manufacturing industry. *Computers in Industry*, Vol. 101 No. 1, pp. 107-119
21. Kamile Canbay, Gulsen Akman (2023). Investigating changes of total quality management principles in the context of Industry 4.0: Viewpoint from an emerging economy. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 189
22. Kia Liang Tan, P. (1997). An evaluation of TQM and the techniques for successful implementation. *Training for Quality*, Vol. 5 No. 4, pp. 150-159
23. Malika-Sofi Akhmatova, Antonina Deniskina, Dzhennet-Mari Akhmatova, Larisa Prykina (2022). Integrating quality management systems (TQM) in the digital age of intelligent transportation systems industry 4.0. *Transportation Research Procedia*, Volume 63, 2022, Pages 1512-1520
24. Martin Jänicke, K. Jacob (2009). A Third Industrial Revolution? Solutions to the Crisis of Resource-Intensive Growth. *Environmental Economics eJournal*
25. Muhammet Enes Akpınar (2022). Industry 4.0 and Applications in Manufacturing Industry. *Industry 4.0 and Global Businesses*, ISBN: 978-1-80117-327-8
26. Müller, J., Buliga, O. and Voigt, K.-I. (2018). Fortune favors the prepared: how SMEs approach business model innovations in Industry 4.0. *Technological Forecasting and Social Change*, Vol. 132, July, pp. 2-17
27. Oesterreich, T.D. and Teuteberg, F. (2016). Understanding the implications of digitization and automation in the context of Industry 4.0: a triangulation approach and elements of a research agenda for the construction industry. *Computers in Industry*, Vol. 83, pp. 121-139
28. Palaïou A. (2020). *Total Quality Management and Organizational Culture in Service Providing Organizations. The Role of Uncertainty and Dynamic Environment*. Msc Thesis, Quality Management and Technology, Hellenic Open University, Patras

29. Saud Alsager, Ihab Katar, Abdelhakim Abdelhadi (2024). The Role of Total Quality Management in Enhancing Customer Satisfaction in Gulf Cooperation Council (GCC.) Countries. *MethodsX*
30. Tomaž Čater, Barbara Čater, Matej Černe, Matjaž Koman, Tjaša Redek (2021). Industry 4.0 technologies usage: motives and enablers. *Journal of Manufacturing Technology Management*, ISSN: 1741-038X
31. Veile, J.W., Schmidt, M.-C., Müller, J.M. and Voigt, K.-I. (2020). Relationship follows technology! How Industry 4.0 reshapes future buyer-supplier relationships. *Journal of Manufacturing Technology Management*, doi: 10.1108/JMTM-09-2019-0318
32. Walker J. (2022, July, 8). What Are Autonomous Robots? 8 Applications For Today's AMRs. Retrieved from <https://locusrobotics.com/blog/what-are-autonomous-robots>